

UFV

Universidade Federal de Viçosa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

IONNY ALVES SILVA

**CRIAÇÃO DE UMA APOSTILA COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
INVESTIGATIVAS EM QUÍMICA NA FORMA DE OFICINAS TEMÁTICAS**

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S586c
2024
Silva, Ionny Alves, 1986-
Criação de uma apostila com atividades experimentais
investigativas em Química na forma de oficinas temáticas /
Ionny Alves Silva. – Viçosa, MG, 2024.
1 dissertação eletrônica (101 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Daniele Cristiane Menezes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Química, 2024.

Referências bibliográficas: f. 65-69.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.139>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Química - Estudo e ensino. I. Menezes, Daniele
Cristiane, 1978-. II. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em
Química em Rede Nacional. III. Título.

CDD 22. ed. 540.71

IONNY ALVES SILVA

**CRIAÇÃO DE UMA APOSTILA COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
INVESTIGATIVAS EM QUÍMICA NA FORMA DE OFICINAS TEMÁTICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Daniele Cristiane Menezes.

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2024**


IONNY ALVES SILVA

**CRIAÇÃO DE UMA APOSTILA COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
INVESTIGATIVAS EM QUÍMICA NA FORMA DE OFICINAS TEMÁTICAS**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA:

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 **IONNY ALVES SILVA**
Data: 14/03/2025 15:54:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ionny Alves Silva
Autora

Documento assinado digitalmente
 **DANIELE CRISTIANE MENEZES**
Data: 14/03/2025 14:25:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Daniele Cristiane Menezes
Orientadora

Dedico esta dissertação a meus filhos que são a razão de cada esforço e a inspiração diária em minha vida. O amor e a alegria que vocês proporcionam iluminam meu caminho, e esta conquista é, acima de tudo, dedicada a vocês. Que nunca lhes falte a curiosidade e o desejo de aprender, pois o conhecimento é um patrimônio que ninguém pode retirar.

Dedico também a todos os meus alunos, que inspiram meu trabalho e reafirmam minha crença na educação como um poderoso instrumento de transformação. Que cada um de vocês encontre sempre o entusiasmo para aprender e compartilhar conhecimento com o mundo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha eterna gratidão a Deus, cuja força e iluminação foram essenciais para que eu conseguisse conciliar as diversas responsabilidades que a vida me apresentou. Durante o mestrado na Universidade Federal de Viçosa (UFV), enfrentei inúmeros desafios, como a maternidade simultaneamente enquanto trabalhava em duas escolas e os cuidados com a saúde do meu pai. A presença divina me concedeu coragem e resiliência em cada etapa desta jornada.

À minha mãe merece um agradecimento especial; mesmo não estando mais fisicamente entre nós, ela permanece viva em meu coração e em minha memória. Graças ao legado de amor e dedicação à educação que deixou, sou quem sou hoje. Sua vida inspirou não apenas a mim, mas também a muitos alunos que tiveram a sorte de ser guiados por sua entrega e carinho. Ela sempre buscou proporcionar a melhor educação, e essa herança continua a me motivar diariamente.

Agradeço sinceramente à minha orientadora, Daniele Menezes, pela paciência, pelos ensinamentos e pela compreensão. Desde o nosso primeiro encontro, no início do meu percurso acadêmico, sua doce inspiração e leveza me motivaram. Sua trajetória, que inclui experiências em escolas públicas e sua luta pela educação até se tornar uma professora de referência em uma universidade federal, serve como exemplo para a minha persistência em alcançar meus objetivos.

Ao meu marido e maior incentivador, expresso minha eterna gratidão pela dedicação e apoio incondicional. Ele me acompanhou em todas as idas à UFV. Sua disposição em abrir mão de compromissos para que eu realizasse meu sonho de mestrado foi crucial.

Aos meus colegas do PROFQUI, especialmente Ana Paula, Ângela e Gideon, sou grata por serem companheiros em diversos trabalhos acadêmicos. A dedicação e a habilidade de cada um em equilibrar trabalho e família foi sempre inspiradora, enriquecendo nossa jornada de forma colaborativa.

Por fim, agradeço às minhas tias Lucinha e Dodoce, que cuidaram de meus filhos e de meu pai com zelo em diversas ocasiões, permitindo-me dedicar o tempo necessário aos estudos e compromissos acadêmicos. A generosidade delas foi fundamental para minha trajetória.

Sou o que quero ser, porque possuo apenas uma vida e nela só tenho uma chance de fazer o que quero. Tenho felicidade o bastante para fazê-la doce dificuldades para fazê-la forte, tristeza para fazê-la humana e esperança suficiente para fazê-la feliz.
(Clarice Lispector)

RESUMO

SILVA, Ionny Alves.M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2024. **Criação de uma apostila com atividades experimentais investigativas em Química na forma de oficinas temáticas.** Orientadora: Daniele Cristiane Menezes.

A proposta deste trabalho é a criação de uma apostila virtual composta por três oficinas temáticas, visando o aprimoramento do ensino de Química por meio de atividades práticas que promovem uma aprendizagem ativa e interdisciplinar. As oficinas, que abordam conteúdos fundamentais da Química, são organizadas da seguinte maneira: a primeira oficina foca na Química Atômica e inclui experimentos como o teste de chama, o teste de fluorescência e a reação de quimioluminescência, proporcionando uma vivência prática dos conceitos relacionados à estrutura atômica e às propriedades dos elementos químicos. A segunda oficina é dedicada à Química Ambiental, abordando a formação de dióxido de enxofre e a análise da chuva ácida, permitindo que os alunos reflitam sobre os impactos das reações químicas no ambiente e na atmosfera. Por fim, a terceira oficina, centrada na Química da Vida, envolve a identificação de proteínas com íons Cu^{2+} e a catálise da hidrólise da ureia, proporcionando uma compreensão mais profunda dos processos bioquímicos essenciais para o funcionamento do corpo humano. A apostila virtual oferece um conjunto de experimentos investigativos por meio de oficinas temáticas, com o intuito de engajar os alunos em uma aprendizagem contextualizada e de estimular sua curiosidade científica e o desenvolvimento de habilidades críticas. Todos os experimentos foram gravados e codificados com o uso de *QR codes* (*Quick Response Codes*), sendo disponibilizados gratuitamente no YouTube para facilitar o acesso de professores da educação básica que queiram utilizá-los em suas aulas. A criação da apostila está em conformidade com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a importância de um ensino de Ciências integrado e contextualizado. Assim, o projeto não só atende às exigências curriculares, mas também oferece uma abordagem inovadora e motivadora, capaz de despertar o interesse dos alunos pela Química e promover uma compreensão mais ampla e significativa do papel dessa ciência na sociedade.

Palavras-chave: Ensino de Química. Oficinas temáticas. Apostila virtual. Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

ABSTRACT

SILVA, Ionny Alves. M.Sc., Federal University of Viçosa, January 2024. **Creation of a booklet with investigative experimental activities in Chemistry in the form of thematic workshops.** Advisor: Daniele Cristiane Menezes.

The proposal of this work is the creation of a virtual booklet composed of three thematic workshops, aiming to enhance the teaching of Chemistry through practical activities that promote active and interdisciplinary learning. The workshops, which address fundamental content in Chemistry, are organized as follows: the first workshop focuses on Atomic Chemistry and includes experiments such as the flame test, fluorescence test, and chemiluminescence reaction, providing practical experience of concepts related to atomic structure and the properties of chemical elements. The second workshop is dedicated to Environmental Chemistry, addressing the formation of sulfur dioxide and the analysis of acid rain, allowing students to reflect on the impacts of chemical reactions on the environment and the atmosphere. Finally, the third workshop, centered on the Chemistry of Life, involves the identification of proteins with Cu^{2+} ions and the catalysis of urea hydrolysis, providing a deeper understanding of biochemical processes essential for the functioning of the human body. The virtual booklet offers a set of investigative experiments through thematic workshops, aiming to engage students in contextualized learning and stimulate their scientific curiosity and development of critical skills. All experiments were recorded and coded using QR codes (Quick Response Codes), made available for free on YouTube to facilitate access for basic education teachers who wish to use them in their classes. The creation of the booklet is in accordance with the guidelines of the National Common Curricular Base (BNCC), which emphasizes the importance of integrated and contextualized Science teaching. Thus, the project not only meets curricular requirements but also provides an innovative and motivating approach capable of awakening students' interest in Chemistry and promoting a broader and more meaningful understanding of the role of this science in society.

Keywords: Chemistry teaching; thematic workshops; virtual booklet; Information and Communication Technologies (ICTs), National Common Curricular Base (BNCC).

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Esquema de organização para elaboração e execução da oficina | 30 |
| Figura 2 - QR Code da apostila digital para o professor | 39 |
| Figura 3 – QR Code para acesso à aula experimental 1: Teste de chamas, da Oficina Temática I..... | 40 |
| Figura 4 - QR Code para acesso à aula experimental 2: Fluorescência, da Oficina Temática I..... | 42 |
| Figura 5 - Preparação da solução de luminol com peróxido de hidrogênio | 45 |
| Figura 6 - QR Code para acesso à aula experimental 3: Quimioluminescência, da Oficina Temática I | 46 |
| Figura 7 – QR Code para acesso à aula experimental 1: Chuva ácida, da Oficina Temática II..... | 49 |
| Figura 8 - Reação de formação do biureto | 55 |
| Figura 9 - Representação da interação entre o íon cúprico e o biureto..... | 56 |
| Figura 10 - QR Code para acesso à aula experimental 1: Identificação de proteínas com o uso do íon Cu^{2+} , da Oficina Temática III..... | 57 |
| Figura 11 - QR Code para acesso à aula experimental 2: Catálise da hidrólise da ureia em urina, da Oficina Temática III..... | 59 |
| Figura 12 - Cores emitidas pelos íons metálicos no teste de chama | 77 |
| Figura 13 - Materiais utilizados no experimento do Teste de Fluorescência da Aula Experimental 2 | 80 |
| Figura 14 - Resultado esperado para o experimento do Teste de Fluorescência | 81 |
| Figura 15 - Preparação da solução de luminol com peróxido de hidrogênio | 83 |
| Figura 16 - Reação da solução de luminol a amostra de sangue..... | 83 |
| Figura 17 - Formação da Chuva ácida e suas consequências..... | 86 |
| Figura 18 - Montagem experimental da chuva ácida..... | 88 |
| Figura 19 - O enxofre em combustão dentro do balão volumétrico que contém gás oxigênio formando o dióxido de enxofre..... | 89 |
| Figura 20 - Verificação do pH igual a 1, confirmando a formação do ácido sulfúrico a partir da reação entre o dióxido de enxofre e água oxigenada | 90 |
| Figura 21 - Reação da formação do biureto | 95 |
| Figura 22 - Formação do complexo de Cobre com o biureto | 96 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 23 - Resultado a partir da complexação com os reagentes utilizados | 98 |
| Figura 24 - Extrato de repolho roxo | 102 |
| Figura 25 - Cores do repolho roxo de acordo com a escala de pH | 102 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|------------------------------------------------|
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| ENEM | Exame Nacional do Ensino Médio |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional |
| QR Code | <i>Quick Responsive Code</i> |

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 16 |
| 2. OBJETIVOS | 20 |
| 2.1. Objetivo geral | 20 |
| 2.2. Objetivos específicos | 20 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 21 |
| 3.1. Alfabetização Científica: explorando o universo do ensino-aprendizagem | 21 |
| 3.2. A Experimentação como pilar no Ensino de Química | 26 |
| 3.3. Oficinas temáticas como estratégia inovadora no Ensino de Química..... | 29 |
| 3.4. Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências/Química e o Ensino Médio..... | 31 |
| 4. METODOLOGIA..... | 34 |
| 4.1. Gravação dos vídeos | 35 |
| 4.2. Proposta de utilização dos vídeos e apostila | 35 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 36 |
| 5.1. Oficina Temática I – Química Atomística | 36 |
| 5.1.1. Aula experimental 1: Teste de chama | 39 |
| 5.1.2. Aula experimental 2: Fluorescência | 41 |
| 5.1.3. Aula experimental 3: Quimioluminescência..... | 45 |
| 5.2. Oficina Temática II – Química Ambiental | 47 |
| 5.2.1. Aula experimental 1: Chuva Ácida | 49 |
| 5.3. Oficina Temática III – Química da Vida | 53 |
| 5.3.1. Aula experimental 1: Identificação de proteínas com o uso do íon Cu^{2+} | 55 |
| 5.3.2. Aula experimental 2: Catálise da hidrólise da ureia em urina..... | 59 |
| 5.4. Desenvolvimento de habilidades dos discentes..... | 62 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 67 |
| REFERÊNCIAS..... | 68 |
| APÊNDICE A - APOSTILA PARA O PROFESSOR..... | 73 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: | 75 |
| Química Atomística Oficina Temática I | 76 |
| 1.1. Aula Experimental 1: Teste de Chamas | 77 |
| 1.2. Aula Experimental 2 - Teste de Fluorescência..... | 79 |
| 1.3. Aula Experimental 3: Reação de Quimioluminescência com Luminol 82 | |
| Química Ambiental Oficina Temática II | 85 |
| 1.4. Aula Experimental 1: Chuva ácida | 86 |
| Química da Vida Oficina Temática III | 94 |
| 1.5. Aula Experimental 1: Identificação de Proteínas com o Uso do Íon Cu ²⁺ (Teste do biureto) | 95 |
| 1.6. Aula Experimental 2: Catálise da Hidrólise da Ureia em Urina | 100 |

1. INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais, é fundamental reconhecer a importância de ampliar o acesso ao conhecimento e a conscientização da população em relação à Ciência. Essa necessidade torna-se ainda mais premente em um contexto histórico difundido como a "era da pós-verdade", caracterizada por um fenômeno global. O conceito de "pós-verdade" refere-se a "[...] manifestações de ideias cientificamente superadas ou desacreditadas que ressurgem e ganham força em debates públicos, influenciadas pelas crenças e interpretações subjetivas individuais ou coletivas, em detrimento dos fatos científicos estabelecidos" (Silva Júnior; Ribeiro, 2024, p. 2), com potencial de influenciar indivíduos a aceitarem argumentos baseados unicamente em sentimentos ou convicções pessoais, em vez de evidências.

Nesse cenário, um fator significativo que contribui para esse fenômeno é o descompasso na alfabetização científica da população, o que resulta em uma compreensão limitada da natureza da Ciência pela opinião pública. Conforme destacado por Miceli e Rocha (2023), a ciência exerce influência em todos os setores relacionados às sociedades, e são nos espaços formais de educação (escolas) que são realizadas as divulgações científicas, isto possibilitaria a valorização dos cientistas e a população poderia se sentir pertencente e participante dos avanços científicos" (p. 2). Esse processo ocorre, principalmente, durante a Educação Básica – abrangendo a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio – conforme definido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei n.º 9.394/1996 (Brasil, 1996).

Assim, entende-se que um espaço viável para efetivar popularização e divulgação da Ciência é através da escola. Espaço este, que traz na experimentação uma proposta eficaz para um processo inicial de educação científica, visto que pode permitir a estudantes o desenvolvimento de habilidades práticas e sociais de forma contextualizada, a resolução de problemas do cotidiano, além de uma visão crítica e questionadora baseada no conhecimento científico (Santos, 2022).

A experimentação tem o poder de engajar os alunos, promovendo um ambiente de aprendizagem ativo onde os estudantes se tornam protagonistas do seu próprio conhecimento, desenvolvendo um pensamento crítico e habilidades investigativas." (Santos, 2022, p. 45).

Porém, diante do atual contexto da escola pública brasileira, a experimentação no ensino de Ciências enfrenta desafios não somente estruturais – por falta de tradicionais laboratórios – mas também sociais, ligadas à realidade majoritária dos alunos que frequentam escolas públicas (Gonçalves; Goi, 2020; Silva, 2016). A carência de experimentações é justificada pelos professores por conta da inexistência de laboratórios ou, quando existem, pela ausência de recursos para manutenção, além do tempo insuficiente para preparação das aulas (Silva, 2016). Sobre a questão social, Silva (2016) e Gonçalves e Goi (2020) afirmam que o crescente desinteresse dos alunos pelo estudo das ciências da natureza e as aulas cada vez mais massificadas e diversas, impulsiona a aplicação de metodologias de ensino-aprendizagem mais atraentes.

Assim, é necessário debruçar-se sobre o problema, pensar e implementar estratégias para uma educação científica condizente com a realidade educacional brasileira atual. Pensando nisso, o objetivo central deste trabalho consiste na criação de um material pedagógico de cunho paradidático e interdisciplinar que possa ser empregado no Ensino Médio. Para tal, parte-se de uma abordagem interdisciplinar das atividades experimentais de Ciências/Química, a fim de favorecer a educação e alfabetização científica, além de contribuir para a formação de cidadãos capazes de se posicionar criticamente no cenário sócio científico contemporâneo.

A abordagem interdisciplinar ganhou força no currículo educacional brasileiro após a Reforma do Ensino Médio, por meio da Lei nº 13.415/2017, assinada em 16 de fevereiro de 2017 (Brasil, 2017). Porém, muitas escolas estão apresentando dificuldades em sua implementação, justamente no entendimento do que vem a ser interdisciplinaridade e como aplicá-la, culminando na eliminação de disciplinas importantes de seus currículos. O Artigo 35-A da Lei número 13.415/2017 estabelece que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) defina direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento: I - linguagens e suas tecnologias; II - matemática e suas tecnologias; III - ciências da natureza e suas tecnologias; IV - ciências humanas e sociais aplicadas. A disciplina de Química está inserida na área de conhecimento “ciências da natureza e suas tecnologias” e segundo a perspectiva da BNCC,

[...] a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (Brasil, 2018, p. 547).

Porém, a reforma do ensino médio e a BNCC ao articularem Biologia, Física e Química, podem eventualmente ocasionar no comprometimento destas disciplinas, uma vez que as escolas podem optar por sua retirada de seus currículos ou dar uma ênfase maior em apenas uma das três áreas. Assim, do ponto de vista dos estudantes trata-se de uma medida possivelmente excludente que intensificará ainda mais um grande problema no Brasil, a desigualdade social. As escolas particulares continuarão mantendo estes importantes conteúdos, essenciais ao ingresso na Universidade e, sobretudo, para êxito de seus estudantes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Contudo, muitas escolas públicas poderão não ofertar aulas específicas destes conteúdos comprometendo o futuro de seus discentes (Lotta *et al.*, 2021). Além da integração das disciplinas de Química, Física e Biologia em Ciências da Natureza, um outro ponto polêmico se refere à flexibilização curricular que estipula 1800 horas de disciplinas obrigatórias presentes principalmente no 1º ano e outras 1200 horas optativas vinculadas principalmente ao 2º e 3º anos (Brasil, 2017). Ou seja, um estudante da educação básica poderá passar pelo ensino médio sem praticamente ter contato com conteúdo de Química, Física ou Biologia, essenciais para seu futuro profissional ou enquanto cidadão (Lotta *et al.*, 2021). Segundo Trigueiro (2016) o ensino médio:

[...] com três anos de duração, tem a função de fechar um ciclo de conhecimento e de formação, sendo a última etapa da educação básica. Entre suas finalidades, estão a formação para o exercício da cidadania e o fornecimento de meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. O ensino médio também pode preparar o educando para o exercício de profissões técnicas (p.58).

Para tal fim, a química presente no cotidiano é imperativa para fazer a ponte entre o conhecimento empírico do aluno e o conhecimento científico, motivando-os a buscar explicações para os fenômenos que acontecem à sua volta. Ademais, muitos

professores acreditam que o uso da experimentação no ensino de Química e Ciências, apesar de pouco frequente nas escolas, se tornou uma forma de despertar no aluno um maior interesse, proporcionando discussões e investigações, enriquecendo o conhecimento de forma aplicada à sua realidade (Silva, 2016). Ainda segundo Silva (2016) “[...] muitas pesquisas na área de experimentação mostram possibilidade de experimentos simples e que se utilizam de materiais de fácil acesso, aparatos simples e de fácil manuseio” (p.16).

Desta forma, a ideia fundamental desta proposta baseia-se na criação de uma apostila virtual paradidática para o desenvolvimento de práticas laboratoriais na forma de oficinas temáticas. Este material é voltado para estudantes do ensino médio (1º e 2º anos), sendo dividido em oficinas temáticas com experimentos correlacionados, numa proposta interdisciplinar envolvendo conhecimentos de Química, Física e Biologia com ênfase nesta primeira. Cada experimento apresenta um texto introdutório com a explicitação do conteúdo didático, um roteiro experimental e vídeos ilustrando os experimentos propostos. Os vídeos serão codificados no sistema *Quick Responsive Code (QR Code)* para o acesso facilitado dos estudantes com o uso de um celular.

As oficinas temáticas contendo experimentos virtuais abordam conteúdos interdisciplinares sendo intituladas: Oficina I – Química Atomística; Oficina II – Química Ambiental; Oficina III – Química da Vida. Desta forma, os estudantes poderão ter aulas práticas virtuais com experimentos de popularização científica em uma tentativa de melhoria do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais, sobretudo Química, em especial nas escolas em que não há uma estrutura adequada à realização de aulas práticas.

O mundo social, decerto, demanda abordagens inovadoras e acessíveis, especialmente no que tange o texto presente: o ensino de Química no contexto do Ensino Médio. A fim de responder tal demanda, os objetivos desta dissertação foram elaborados e estão apresentados a seguir.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Produzir um material pedagógico de cunho paradidático e interdisciplinar em Química que possa ser empregado no âmbito do Ensino Médio.

2.2. Objetivos específicos

- i. Planejar, elaborar e implementar experimentos como iniciativa didática e metodológica para a melhoria do processo ensino-aprendizagem em Ciências da Natureza com ênfase na Química;
- ii. Desenvolver um material paradidático, contendo oficinas temáticas de cunho interdisciplinar com experimentos e gravados em vídeos codificados e disponibilizados mediante o uso da ferramenta *QR Code*;
- iii. Ofertar um material gratuito que permita o acesso à experimentos químicos disponibilizados virtualmente para estudantes da educação básica;
- iv. Elaborar um material de suporte ao professor de Química como ponto de apoio à melhoria de suas aulas e à utilização da apostila em sala de aula;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo, composto por quatro seções, tem como objetivo dialogar sobre a escola e como práticas inovadoras de ensino são tecidas em seus intramuros. Em um primeiro momento, é conceituada a alfabetização científica, abordando estratégias de seu desenvolvimento, o que inclui a experimentação. Em seguida, na segunda seção, há um destaque sobre a centralidade da experimentação no ensino de Química, tecendo uma reflexão sobre os aspectos profícuos dessa prática no processo de aprendizagem de conceitos químicos, bem como o modo que se articulam tal prática e sua influência na construção de habilidades cognitivas e investigativas. A terceira seção expressa uma interrelação entre a experimentação, com ênfase no ensino de química, e a prática da alfabetização científica, que é, portanto, a funcionalidade das oficinas temáticas. Por fim, é apresentada uma discussão sobre os aspectos proveitosos da interdisciplinaridade no ensino de Ciências/Química e sua relação com os processos de experimentação e oficinas temáticas para fins de alfabetização científica.

3.1. Alfabetização Científica: explorando o universo do ensino-aprendizagem

O fragmento que abre o capítulo apresenta algumas provocações: como pensar em educação e não pensar sobre autonomia? E como isso desemboca nas questões do desenvolvimento do pensamento científico crítico? Será que a educação brasileira está adaptada ou estática para a inovação científica e o ensino crítico? É importante, nesse contexto, pensar a alfabetização científica enquanto prática e processo construído pelo diálogo que se (in)completa o ensino-aprendizagem.

O educador, nesse horizonte, resigna-se ao papel de condutor no processo de conscientização, proporcionando espaços-tempo de reflexões. E em uma sociedade onde a tecnologia e o conhecimento científico abrangem-se exponencialmente – e de modo acelerado – a vivência de atividades da cultura científica por estudantes é incontornável. É a apreensão de ferramentas inovadoras, tecnológicas, para fins pedagógicos, o que inclui uma alfabetização científica – crítica. Afinal, “[...] a alfabetização não pode configurar-se como um jogo mecânico de juntar letras, mas

promover uma aprendizagem crítica com conexões com a realidade” (Leite *et al.*, 2012, p. 41). Mas o que configura, por sua vez, a alfabetização científica?

A Alfabetização Científica é uma das dimensões para potencializar alternativas para uma educação comprometida, que possibilite ao aluno uma forma crítica de ver o mundo e seus acontecimentos, apropriando-se de saberes e habilidades para “ler” a linguagem em que está escrita na natureza. Seu objetivo é a formação cidadã dos estudantes, para domínio e uso dos conhecimentos científicos nas diferentes esferas da vida, construindo indivíduos conscientes para a sociedade. Além de fazer uma leitura da natureza, é importante que os cidadãos, munidos dessa ferramenta, construam sua opinião para decisões que não sejam centradas no pensamento de um grupo específico, mas sim da coletividade (Almeida, 2021, p. 23).

Isto implica em pensar, fundamentalmente, na alfabetização científica enquanto uma prática (Leite *et al.*, 2012) que permite a expansão das percepções analíticas do mundo por vias científicas. Considera-se que este processo não é a simples reprodução de saberes científicos, ao contrário disso, é estabelecer uma ponte sobre aquilo que se sabe (habilidade) e aplicação do saber em espaços-tempo sociais (competências). Desse modo, compreende-se que, como resultado, os alunos desenvolverão tanto a compreensão dos processos químicos quanto as competências científicas essenciais. Essas competências estão diretamente relacionadas às aplicações tecnológicas e aos seus impactos nos âmbitos ambiental, social, político e econômico (LEITE *et al.*, 2012).

Em nossa sociedade contemporânea, transpor a ciência para o campo crítico é entender, ao mesmo tempo, partes do desenvolvimento da vida dos pontos de vista social, cultural, político e econômico. A alfabetização científica se mostra enquanto chave para a produção de sujeitos críticos, com habilidades apropriadas para, entre demandas, optar, com amparo científico, por decisões alinhadas ao propósito individual e coletivo – solucionando problemas nítidos do mundo, desde a questões ambientais à ciência e tecnologia –, bem como colocar-se de modo ativo em discussões amparadas em argumentos científicos. Desse modo,

Promover avanços na Alfabetização Científica é uma necessidade cultural, uma vez que os conteúdos das Ciências Naturais devem ser desenvolvidos de forma a possibilitar a compreensão dos conceitos científicos, contribuindo para o entendimento, a discussão e a

intervenção neste mundo em mudança constante (Almeida, 2021, p. 24).

Cabe, nesse panorama, considerar o que configura a alfabetização científica, para que seja entendida enquanto no intercruzamento da ciência, da criticidade e da cidadania. Siqueira, Araújo e Freitas (2021) identificam os aspectos multidimensionais da alfabetização científica enquanto prática de ensino, sendo eles: a Alfabetização Científica Prática, que se ancora nos elementos básicos da humanidade, como alimentação, saúde e habitação, na tentativa de superar as desigualdades socioeconômicas da sociedade; a Alfabetização Científica Cívica, com a finalidade de impulsionar processos de aprendizagem que se articulam conhecimentos científicos com elementos que formam cidadãos críticos (Siqueira; Araújo; Freitas, 2021); a Alfabetização Científica Cultural, atrela-se à motivação pela descoberta, de se adquirir saberes científicos.

Os aspectos multidimensionais se articulam ao que se entende por Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, como apontado por Siqueira, Araújo e Freitas (2021), o eixo do conhecimento científico básico, enfatizando os conceitos; o eixo ético e político sobre a natureza das ciências; e o eixo da articulação da ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Considerando então as transformações sociais, a alfabetização científica difunde-se como prática dinâmica, sempre em movimento, caracterizando-se enquanto processo permanente de aprendizado e avanço. Mas isso requer motivação e acesso ao conhecimento, afinal estamos inseridos em uma realidade tecnológica constituída por conquistas científicas e tecnológicas, o que não assegura, decerto, o acesso a elas, isto porque não há uma distribuição de recursos e materiais de qualidade para que seja possível o acesso de conhecimentos científicos (Siqueira; Araújo; Freitas, 2021). E isto impacta, em sala de aula, na limitação do trato do conteúdo, desmotivação e dificuldades em associar determinadas disciplinas com sua realidade. Assim, cabe o questionamento: sobre qual perspectiva dos saberes científicos se ancora o Ensino de Química?

Na fase do Ensino Médio, o currículo escolar se organiza em quatro áreas do conhecimento – Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas sendo Ciências da Natureza constituída pela Biologia, Física e Química. Mas, comumente, esses componentes curriculares associados à área supracitada estão

associados às dificuldades no processo de ensino-aprendizagem, que podem estar relacionados a ideia de que há apenas conteúdos complexos ou uma quantidade excessiva de conteúdo ou conceitos que exigem um alto grau de abstração, mas que não são apresentados correspondente ao nível de aprendizagem do estudante, afinal há um uso de métodos que saturam a reprodução de conceituações e prática mecânica de resolução de questões (Siqueira; Araújo; Freitas, 2021).

A Lei de Reforma do Ensino Médio, Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017), em contrapartida, altera pontos da lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394/1996 (Brasil, 1996), visando uma melhoria no Ensino Médio, adequando-o às transformações na sociedade mundial nos últimos anos, e institui a Política de Fomento à implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral (Brasil, 2017). Por essa perspectiva de mudança, de acordo com o Art. 35-A da Lei 13.415/2017, a Base Nacional Comum Curricular é o documento que estabelecerá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, de acordo com as diretrizes do Conselho Nacional de Educação de todas as áreas do conhecimento, o que inclui as Ciências da Natureza.

Nesse complexo das ciências da natureza, o ensino de Química recai sobre a lógica “[...] de modo tradicional e descontextualizada da realidade da comunidade e da escola”, representando “[...] na prática um dos principais desafios no ensino de Química” (Aguiar; Cunha; Lorenzetti, 2022, p. 7). Desse modo, ao no que se refere a alfabetização científica, o objetivo do ensino de Química a partir dessa prática aloca-se no processo de aprendizado, bem como os desfechos esperados da alfabetização científica. O estímulo da curiosidade científica, o aguçar de questionamento e o entusiasmo da autonomia devem cercar a abordagem da alfabetização científica, o que confirmam que “As escolas, através de seu corpo docente, precisam elaborar estratégias para que os alunos possam entender e aplicar os conceitos científicos básicos nas situações diárias, desenvolvendo hábitos de uma pessoa cientificamente instruída” (Lorenzetti; Delizoicov, 2001, p. 51).

Os conteúdos de Química estão presentes nos programas curriculares do Ensino Fundamental e Médio, na forma disciplinar ou em forma de conteúdos de ciências subsidiando outros saberes escolares. Uma aprendizagem crítica dos conteúdos de Química deve proporcionar aos alunos a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, produzindo

conexões de saberes, levando em consideração as questões socioculturais e socioambientais, com uma visão crítica e ampliada de mundo (Lorenzetti; Delizoicov, 2001, p. 51).

Estratégias inúmeras são eleitas para proporcionar uma alfabetização científica alinhada – e que visa todas as suas dimensões e eixos –, e dentre tantas a prática experimental apresenta-se como uma das abordagens mais satisfatórias (Santos, 2019). O processo que se inicia com os experimentos provoca a compreensão e interrelação de conceitos, termos e informações científicas com a prática, o que engaja e motiva o interesse pelos saberes no ensino de Química, a exemplo. “Isso porque acreditamos que é a partir da prática que o aluno terá uma maior interação e contato físico com conteúdo e, poderá ter assim, uma noção mais ampla da teoria que está sendo apresentada” (Santos, 2019, p. 11).

Compreender a educação científica significa combinar conceitos e teorias científicas com processos, tais como observação e experimentação. Nesse caso, não basta fazer observações e levantar hipóteses. Fazer ciência significa se apropriar das teorias do campo científico para investigar e explicar esses fenômenos (Almeida, 2021, p. 23).

A experimentação, quando relacionada às oficinas temáticas, pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem no ensino de Química. Afinal, as oficinas proporcionam praticidade do conhecimento, isto é, “os conhecimentos químicos mais significativos e aplicáveis ao dia a dia das pessoas”, além de “despertar o senso crítico; a capacidade de relacionar eventos; capacidade de discutir assuntos antes, durante e após a realização das mesmas; a interação entre os alunos; a capacidade de argumentar e refletir” (Winkler; Souza; Sá, 2017, p. 28). Oferecem, desse modo, uma compreensão contextualizada, provocando nos estudantes a construção do saber abstrato, bem como uma compreensão complexa e significativa dos conceitos científicos, inclusive, aplicando de modo interdisciplinar, que promove uma perspectiva holística do mundo, atuando nele mesmo (Camas; Lambach; Souza, 2021), afinal

[...]o sujeito da alfabetização científica não é mais o indivíduo isolado, mas o grupo. Da mesma forma, uma coletividade local pode ser “alfabetizada” em relação à construção de uma indústria poluidora, ou em relação a uma política frente às drogas. Isto significa que foi

instaurada nesta comunidade uma cultura (formada de saber, saber-fazer e saber ser), permitindo uma discussão pertinente da situação. Nestas condições, um debate democrático torna-se possível (Fourez, 2003, p. 114).

E por democrático julga-se a abordagem da alfabetização científica, que deve reconhecer, antes de tudo, a diversidade de conhecimentos e experiências adquiridas pelos estudantes, desse modo sendo respeitada (Aguilar; Cunha; Lorenzetti, 2022). Nesse contexto, as estratégias pedagógicas – como a experimentação através de oficinas temáticas, pela via da alfabetização científica – devem estar atentas às necessidades características de cada turma, que proporcionem processos de aprendizagem no ensino de Química – nosso centro de problematização – em um âmbito que deve manifestar a inclusão e igualdade do conhecimento científico.

3.2. A Experimentação como pilar no Ensino de Química

A alfabetização científica articula-se ao uso de recursos técnicos e intelectuais para estabelecer uma eficácia de uma comunicação científica com um público que não possui familiaridade acadêmica (Sasseron; Carvalho, 2011). Nesse sentido, pode-se identificar a popularização, divulgação ou alfabetização científicas como termos relacionados aos processos que envolvem o acesso do conhecimento científico e tecnológico pela sociedade em geral.

No cenário escolar, há um obstáculo intrínseco ao Ensino de Ciências: explorar conteúdos, fenômenos da natureza, com linguagem científica ao passo que se estabeleça relações com os conceitos e as realidades dos estudantes. Nesse contrafluxo, estratégias pedagógicas inovadoras são forças motriz na superação desse obstáculo, então, particularmente, a experimentação emerge enquanto método de investigação que pode estimular o interesse dos estudantes pelo conhecimento científico a partir dos elementos existentes em sua realidade (Gonçalves; Goi, 2020). Sob essa perspectiva, o docente assume a tarefa de mediação do processo de formação científica, apresentando possibilidades de respostas aos questionamentos formulados por discentes (Gonçalves; Goi, 2020).

Na expectativa de que a ciência pode ser dinamizada através de abordagens alinhadas a problemas de pesquisa – a experimentação atravessada pela resolução de problemas parece motivar habilidades, interesses e hábitos de aprendizado,

impulsionando o despertar de investigações possíveis. Compreende-se, portanto, que a utilização da experimentação no ensino de ciências da natureza é prática que suscita aprendizagem, enfim, provoca o senso crítico sobre um fenômeno da natureza, a produção de dados e formulação de hipóteses, assegurando envolvimento e construção científico-crítica do conhecimento (Gonçalves; Goi, 2020).

Nesse contexto, o resgate da natureza experimental da Química e o seu diálogo com a realidade podem ser veículos de mudança. Mas é preciso ressaltar que a utilização de experimentos nas aulas de Química, por si só, não tem impactos positivos em relação à aprendizagem. As aulas experimentais podem ser um alicerce, que aliadas a práticas avaliativas mediadoras e reguladoras auxiliam, significativamente, no processo de aprendizagem dos estudantes (Andrade; Viana, 2017, p. 508).

Assim, os experimentos são práticas inovadoras que podem vir a superar as interdições do conhecimento científico, isto é, na apreensão de conteúdos pertencentes do ensino de Química. Há nesse modo metodológico, “o objetivo de tornar o aluno ativo, aquele que investiga, que faz observações, formula hipóteses, questiona, ou seja, faz parte dos processos de ensino e de aprendizagem” (Gonçalves; Goi, 2020, p. 138). Mas, na euforia do fazer, o docente deve considerar que a atividade experimental deve ser, antes de tudo, planejada, de modo que momentos de produção de hipóteses e conexões sobre o que está sendo feito sejam factíveis. Dito isso, o ato da experimentação é mediado, e isto corrobora com a efetivação da aprendizagem a partir de uma ação pedagógica (Andrade; Viana, 2017; Gonçalves; Goi, 2020). É o experimento, mas não só ele: trata-se de uma fazer pedagógico.

Uma ferramenta viável para o alcance alfabetização científica é através da escola, sendo a experimentação uma proposta eficaz para um processo inicial de educação científica. A experimentação pode permitir a estudantes o desenvolvimento de habilidades práticas e sociais de forma contextualizada, a resolução de problemas do cotidiano, além de uma visão crítica e questionadora baseada no conhecimento científico. Essa abordagem promove o discente como o agente que realiza ações para construir seu conhecimento, tornando as aulas mais atrativas e prazerosas.

É importante considerar uma outra dimensão das atividades experimentais, que se adotou para fundamentar este texto, a experimentação inovadora: “são atividades

práticas que não necessariamente ocorram no laboratório, mas que instiguem os alunos a construir o conhecimento buscando respostas para problemas do seu interesse” (Santos; Menezes, 2020, p. 192). Tais competências são críticas para o desenvolvimento de futuros profissionais científicos e cidadãos informados e críticos. Para além das projeções dessa abordagem metodológica inovadora, é necessário pensar sobre o processo, então: como é possível realizar aulas práticas em uma escola sem infraestrutura adequada?

Na realidade brasileira, infelizmente, resguarda a falta de laboratórios, vidrarias ou reagentes em uma logística inadequada à experimentação, além da baixa adesão ao emprego de materiais alternativos, estando esse último ponto possivelmente associado a uma formação acadêmica inadequada do docente. Assim sem recursos os professores frequentemente acabam optando por metodologias tradicionais. Uma das formas de reverter esse cenário é a utilização de metodologias diversificadas com aulas alternativas a fim de facilitar a compreensão do conhecimento, ideia que vai de encontro ao presente trabalho.

Dada as circunstâncias que se encontram as escolas brasileiras – “que grande parte das escolas brasileiras cerca de 85%, possuem uma estrutura mínima, tendo água, banheiro, energia, esgoto, cozinha, sala de diretoria e equipamentos como televisão, computador e impressora” e “que mais de 44% das escolas da educação básica apresentam apenas uma estrutura elementar, com água, banheiro, energia, esgoto e cozinha” (Machado, 2023, p. 16) – estratégias de ensino diferenciadas se apresentam, também, na tentativa de provocar elevados níveis de interesse entre estudantes no que se refere ao ensino de química: oficinas temáticas, atividades lúdicas, experimentos com materiais alternativos, elaboração de teatros, discussão de filmes, textos e notícias, e utilização de recursos computacionais (Winkler; Souza; Sá, 2017). Por tratar-se, este estudo, de atividades experimentais, as oficinas temáticas se destacam e tomadas aqui como tema de nosso interesse no ensino de Química.

Além do exposto, pode-se atribuir às oficinas outros benefícios como: tornar os conhecimentos químicos mais significativos e aplicáveis ao dia a dia das pessoas; despertar o senso crítico; a capacidade de relacionar eventos; capacidade de discutir assuntos antes, durante e após a realização das mesmas; a interação entre os alunos; a capacidade de argumentar e refletir. Apenas para citar alguns benefícios desses procedimentos para o processo de aprendizagem e, conseqüentemente, na construção de conhecimentos por parte do

aluno. Ainda, nas oficinas de ensino o cotidiano dos alunos é problematizado e revisitado abordando-se questões de ordem social, histórica e ética, que auxiliam a compreensão dos assuntos abordados (Winkler; Souza; Sá, 2017, p. 28).

Diante dessa perspectiva, a interrelação entre as oficinas temáticas e a experimentação ultrapassam o uso recorrente de instrumentos e técnicas laboratoriais. Esses métodos inovadores do ensino, especialmente no ensino de Química, operam com o marcador da interdisciplinaridade, afinal as oficinas apresentam um cenário rico para a aprendizagem de conceitos, criticidade e diálogo com outras áreas do conhecimento.

3.3. Oficinas temáticas como estratégia inovadora no Ensino de Química

O currículo escolar inserido em um cenário educacional cujo ensino-aprendizagem é ainda compreendido como processo de “exposição de conteúdo em sala de aula”, certamente, apresenta lacunas diversas, assim como projeções ou resultados educacionais inalcançáveis enquanto índice de qualidade da educação. Ademais, os estudantes enfrentam numerosos desafios no processo de aprendizagem, sendo evidente a significativa dificuldade em estabelecer conexões entre a teoria abordada em sala de aula e a realidade ao seu redor (Santos; Menezes, 2020, p. 181).

As oficinas de ensino, que são temáticas, pois trata de específicas situações-problema, quando relacionadas com a experimentação no ensino de química podem ser categorizadas como alfabetização científica. Esse cruzamento estratégico, de oficinas de ensino temáticas com a experimentação de química, tem como objetivo impulsionar uma experiência escolar mais complexa, articular de modo dinamizado os conceitos químicos e práticas desenvolvidas, além de potencializar a produção de hipóteses e questionamentos daquilo que está sendo vivenciado (Machado, 2023). Desse modo, com a experimentação direcionada por oficinas temáticas, muitos conceitos podem tornar-se mais palatáveis aos estudantes. Justifica-se, de algum modo, a partir das características pedagógicas contempladas nas oficinas pedagógicas, de acordo com Marcondes (2008):

1) Incorporação da experiência dos alunos e dos eventos cotidianos como base para estruturar o conhecimento e facilitar o processo de aprendizagem;

- 2) Exploração de temas pertinentes que possibilitem a contextualização do conhecimento ao abordar conteúdos de Química;
- 3) Estabelecimento de conexões entre a Química e outras áreas do conhecimento relevantes para lidar com o tema em análise;
- 4) Envolvimento ativo do estudante na construção de seu próprio conhecimento.

É importante destacar que uma oficina temática, para que prossiga exitosa, há um elemento-chave: a disposição dos educadores. É importante que a mediação seja flexível, no sentido de ajustar a abordagem de acordo com as diferenças de conhecimento entre os estudantes. Isso inclui as avaliações, atividades adaptadas, para que as experimentações a partir de oficinas temáticas otimizem a interação da teoria e prática no ensino de química. Para tanto, essas estão ordenadas a partir de três momentos pedagógicos – distintos, mas coexistentes (Machado, 2023): problematização, organização e aplicação do conhecimento (figura 1).

[...] a problematização, que aborda situações e problemas reais que os alunos vivenciam e que permitem a manifestação de seus conhecimentos prévios, suas ideias e opiniões, seguida da organização de conhecimentos, momento em que conhecimentos específicos em relação ao tema da oficina são trabalhados e apresentados aos alunos para que compreendam o que está envolvido no estudo, e por fim, a aplicação dos conhecimentos, momento em que podem utilizar os conhecimentos trabalhados para explicarem acontecimentos e compreenderem o cotidiano e as situações envolvidas, tornando a aprendizagem mais significativa (Winkler; Souza; Sá, 2017, p. 29).

Figura 1 - Esquema de organização para elaboração e execução da oficina



Fonte: Winkler, Souza e Sá (2017)

Estes momentos, que configuram o processo de planejamento e execução de uma oficina temática, estão amparados na incorporação da experiência dos alunos e os acontecimentos cotidianos como ferramentas para estruturar o conhecimento e facilitar processos de aprendizagem. Isso se reflete na exploração de conteúdos químicos por meio de temas pertinentes, permitindo a contextualização do conhecimento e estabelecendo conexões entre a química e outros campos necessários para compreender o tema em estudo (Garcês, 2016). Desse modo, a participação ativa do estudante é incentivada, contribuindo para a construção autônoma do seu conhecimento.

A integração eficaz de oficinas temáticas requer uma abordagem educativa que vá além da simples realização de experiências individuais. É necessário criar sinergia entre conceitos teóricos e práticos, proporcionando experiências mutuamente benéficas e incentivando os alunos a desenvolverem ativamente os seus conhecimentos. A avaliação formativa desempenha um papel importante na integração de oficinas específicas, permitindo aos educadores monitorarem continuamente o progresso dos alunos. Estas avaliações não só fornecem feedback imediato sobre a aprendizagem, mas também orientam ajustes nos métodos de ensino para melhor atender às necessidades específicas dos alunos. Promover a convergência interdisciplinar é fundamental para integrar com sucesso oficinas temáticas.

3.4. Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências/Química e o Ensino Médio

A interdisciplinaridade é um processo que estabelece conexões ou pontes entre diferentes disciplinas, como o próprio termo sugere, permitindo um conhecimento não fragmentado das diferentes áreas do conhecimento e proporcionando aos estudantes a compreensão do mundo a sua volta (Pinheiro; Uchôa; Bastos, 2020). Esta é a ideia central da nova proposta para o Ensino Médio Brasileiro, no qual os conteúdos de Química, Física e Biologia não são mais discutidos de forma individual, mas sim integrados em um bloco denominado “Ciências da Natureza”. Embora cada uma destas três áreas possua suas peculiaridades, tratá-las de uma forma interdisciplinar é salutar e promissor, uma vez que facilita o processo de ensino-aprendizagem não

fracionando os conteúdos a serem trabalhados. Por conseguinte, assuntos como questões ambientais, de saúde ou tecnologia, por exemplo, não ficariam em defasagem no ambiente escolar com as disciplinas categorizadas como Ciências da Natureza.

No ano de 2017, foi publicada a lei de reforma do Ensino Médio, Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017) alterando pontos da lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, lei nº 9.394/1996 (Brasil, 1996) visando uma melhoria no Ensino Médio adequando-o às transformações na sociedade mundial nos últimos anos. Um ponto bastante polêmico desta reformulação, sendo implementada desde o ano passado, consiste na não discussão de forma satisfatória entre os vários seguimentos envolvidos como professores e pesquisadores em educação, por exemplo. Ademais as escolas estão apresentando muitas dificuldades na implementação desta reforma, principalmente no entendimento do que vem a ser interdisciplinaridade e como consequência eliminando disciplinas da obrigatoriedade de seus currículos.

Visto que licenciados em Química e Física são ainda profissionais escassos no mercado de trabalho no Brasil, estas áreas do saber ficam plenamente comprometidas, uma vez que as escolas podem optar por sua retirada de seus currículos ou dar uma ênfase maior em apenas uma das três áreas (Física, Química ou Biologia). Além disso, do ponto de vista dos estudantes é uma medida totalmente excludente intensificando ainda mais um grande problema no Brasil desde os primórdios de nascimento da república, a desigualdade social. As escolas particulares continuarão mantendo estes importantes conteúdos, essenciais ao ingresso na Universidade e, sobretudo, para êxito de seus estudantes no ENEM. Contudo, muitas escolas públicas poderão não ofertar aulas específicas destes conteúdos comprometendo o futuro de seus discentes. Além da integração das disciplinas de Química, Física e Biologia em Ciências da Natureza, um outro ponto polêmico se refere à flexibilização curricular que estipula 1800 horas de disciplinas obrigatórias presentes principalmente no 1º ano e outras 1200 horas optativas vinculadas principalmente ao 2º e 3º anos. Ou seja, um estudante da educação básica poderá passar pelo ensino médio sem praticamente ter contato com conteúdo de Química, física ou Biologia, essenciais para seu futuro profissional ou enquanto cidadão (Lotta *et al.*, 2021).

De fato, os pontos supracitados precisam amplamente discutidos junto à comunidade escolar com o intuito de uma reformulação adequada do Ensino Médio que contemple eficazmente a interdisciplinaridade. Entretanto a realidade já nos mostra desde a criação do ENEM a integração dos conteúdos de Química, Física e Biologia como Ciências da Natureza, sendo necessários métodos didático-pedagógicos que permitam facilitar o dia a dia em sala de docentes e discentes. Uma possibilidade eficaz de promoção da interdisciplinaridade no ensino de Ciências é o uso de materiais paradidáticos, assim como a realização de oficinas temáticas. Um material paradidático é aquele utilizado paralelamente aos didáticos, como o próprio termo sugere, de forma auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Aspectos mais lúdicos podem ser utilizados nos materiais deste tipo com maior liberdade em relação a materiais tradicionalmente classificados como didáticos e, dessa forma, serem eficientes do ponto de vista pedagógico (Menezes; Santos, 2001). Já as oficinas temáticas se fundamentam nos conhecimentos de forma interdisciplinar e contextualizada, alocando os discentes em um processo ativo de construção de seu próprio conhecimento para tomadas de decisão, contribuindo para a formação de um cidadão crítico (Marcondes, 2008). Um recurso paradidático frequentemente utilizado na educação básica são as apostilas, compostas por uma informação mais objetiva para facilitar o aprendizado dos alunos. A apresentação dos conteúdos, feitos de forma resumida e apresentando esquemas, roteiros e figuras, trazem um dinamismo e uma objetividade relevantes para o estudante.

4. METODOLOGIA

Para a preparação das vídeo aulas experimentais foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica em artigos, dissertações, teses, livros e sites acerca dos temas que poderiam ser abordados. Os arquivos de pesquisa são, em sua maioria, voltados para a área da educação e da experimentação em Química. Dissertações como de Machado (2023) e de Almeida (2021), foram essenciais tanto para a inspiração de quais experimentos utilizar, como para a organização do trabalho.

O material encontrado foi então minuciosamente analisado e os temas mais relevantes, recorrentes e essenciais para os fenômenos químicos abordados no Ensino Médio foram selecionados para a preparação das aulas práticas. A seleção do material teve como foco a relevância do conhecimento químico a ser abordado e a possibilidade da realização dos experimentos, levando-se em consideração a obtenção dos reagentes e vidrarias, a montagem dos aparatos (quando necessário), a periculosidade do experimento e, principalmente, a existência de fenômenos que envolvem mudança ou surgimento de cores durante o experimento.

Foram escolhidos três temas ao todo, um tema referente a cada ano do Ensino Médio, distribuídos em três oficinas temáticas, e seis práticas, como listadas abaixo:

Oficina temática I: Química Atomística

- Aula experimental 1 – Teste de chama
- Aula experimental 2 – Fluorescência
- Aula experimental 3 – Quimioluminescência

Oficina temática II: Química Ambiental

- Aula experimental 1 – Chuva ácida

Oficina temática III: Química da Vida

- Aula experimental 1 – Identificação de proteínas com o uso do íon Cu^{2+}
- Aula experimental 2 – Catálise da hidrólise da ureia em urina

Os temas escolhidos, além de seguirem o foco de cada um dos três anos do Ensino médio, abordam a diversidade do ensino de química e aproximam os alunos

de situações que podem ser vivenciadas no dia a dia. Esse fato, além de promover uma maior atenção para os fenômenos do cotidiano, faz com que os estudantes saibam a origem e o processo de cada um deles, ampliando assim a importância da parte experimental na vida escolar.

A apostila foi criada como material de apoio ao professor e traz os seis experimentos contextualizados entre si para cada ano. Para cada prática há uma introdução sobre o tema, o objetivo da prática, os materiais e procedimentos a serem realizados e uma breve explicação sobre os fenômenos esperados. Além disso, para melhor visualização do processo e aplicação da prática, caso a escola não possua um laboratório, o material conta com um *link* e um *QR Code* contendo a gravação da aula.

4.1. Gravação dos vídeos

Os vídeos das aulas foram gravados no Laboratório de Química da UFV, localizado no Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa (UFV), utilizando câmeras e microfones do meu *iphone 12*, para melhor aproveitamento do material, foi necessário fazer uma edição com o auxílio do *software CapCut*.

Ao final do trabalho de edição, os vídeos foram anexados à plataforma *YouTube* como um método de armazenamento e como um método facilitador para a posterior consulta dos professores e alunos interessados. Os vídeos podem ser acessados através dos *links* disponibilizados nesse trabalho e também na apostila impressa, além de poderem ser acessados, mais facilmente, por um *QR code*.

4.2. Proposta de utilização dos vídeos e apostila

A partir da criação da apostila e da gravação dos experimentos, este trabalho tem também como proposta a disponibilização desses materiais para serem usados em escolas ou em quaisquer outros ambientes educativos, a fim de promover um ensino de química não só lido e imaginado, mas também visualizado e sentido. Além disso, busca promover, mesmo dentro das problemáticas existentes em uma escola, oportunidades mais equânimes àqueles cujo acesso à laboratórios de química, ou de ciências, é inexistente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dos anos e com a desvalorização cada vez mais sinalizada da educação no país, além de uma ideia difundida de que a química é uma disciplina de difícil compreensão e entendimento, torna-se cada vez mais desafiador fazer aflorar o interesse do aluno pelas aulas de química. A partir dessa perspectiva, o desenvolvimento desse trabalho busca contribuir para o processo de ensino-aprendizagem dessa parte das ciências, trazendo elementos presentes no cotidiano do aluno, com o intuito de torná-los mais atraentes e interessantes e, assim, melhorar a participação do estudante durante a aula e proporcionar uma maior aquisição do conteúdo estudado.

O desenvolvimento deste trabalho inclui um material gratuito que permite o acesso de professores e alunos à experimentação de maneira simplificada. Esse material pode ser utilizado como forma de visualização para aqueles que não possuem um laboratório em sua escola, mas também por aqueles que, possuindo um laboratório, querem adiantar como o procedimento será realizado. Os vídeos podem ser vistos através de um simples aparelho de celular, *tablet* ou computador, com acesso à internet, permitindo visualizar apresentações práticas disponíveis de forma rápida e fácil.

Esse material pode ser útil como auxílio ao professor de Ciências e/ou Química, atuante na educação básica, como ponto de apoio à melhoria de suas aulas e aumento da interação com os alunos. A seguir são descritas com maiores detalhes as oficinas temáticas propostas neste trabalho.

5.1. Oficina Temática I – Química Atomística

Esta oficina tem como centro a visualização do tema da atomística de maneira experimental e didática. Tem-se consciência de que os conceitos que englobam essa temática são de difícil imaginação por parte do estudante, uma vez que se trata de um primeiro contato com nomes e definições que são impalpáveis. Por esse motivo, é interessante aproximar o aluno à temática através de explicações somadas a experimentos que mostram emissão de luz.

Sugere-se iniciar a oficina trazendo os alunos à ambientação do tema a partir de perguntas como as sugeridas abaixo:

- Vocês já notaram que algumas substâncias fazem a chama do fogo mudar de cor? O que pode ser o causador dessa mudança?
- Alguns animais, como águas-vivas, besouros e vagalumes, conseguem emitir luz. Como isso é possível?
- E sobre as substâncias que emitem luz após absorver determinada quantidade de energia, como isso é possível?
- Lâmpadas fluorescentes também emitem luz, como elas funcionam?
- Quais são as características principais de cada modelo atômico, Dalton, Rutherford e Bohr?
- O que é a luz, do ponto de vista físico?
- Em quê, o modelo atômico de Bohr pode contribuir para explicar o fenômeno da transição eletrônica?

Outras perguntas podem surgir ao longo do desenvolvimento da conversa, o que pode ser bastante interessante para a criação de um debate entre os alunos e professor. Depois desse momento, é interessante que haja uma explanação, mesmo que breve, a respeito das questões que foram propostas.

É importante destacar nessa aula as diferenças entre os modelos atômicos e como cada um deles contribuiu para a evolução do átomo como o vemos hoje. Geralmente, essa parte da química é iniciada no nono ano do Ensino Fundamental e se estende ao primeiro ano do Ensino Médio. Essa temática aborda o entendimento da estrutura atômica de maneira geral além de investigar os modelos atômicos e as características, propriedades, conceitos e fenômenos de cada um deles.

Dentro dos modelos atômicos estudados, o modelo de Bohr se destaca por introduzir o conceito de transição eletrônica. Segundo esse modelo, uma transição eletrônica, que acontece quando um elétron de um átomo ou molécula absorve energia suficiente para que haja mudança de seu estado de energia, ocorre através de mudanças de níveis de energia. Um elétron, de um átomo ou molécula que recebe energia, pode absorver essa energia recebida e ser promovido de um estado de energia maior, essa parte do fenômeno é chamada de excitação. Porém, a tendência

desse elétron é retornar ao seu estado de energia fundamental, e, quando isso acontece, há liberação da energia extra que foi absorvida, podendo ocorrer na forma de luz e apresentando uma cor característica. Como no caso do teste de chama. A cor da luz emitida vai depender da diferença de energia que existe entre os níveis envolvidos na transição. Desta maneira, como cada elemento químico possui um conjunto diferente de níveis de energia, as cores emitidas serão características de cada um.

Os compostos que apresentam a capacidade de emitir luz na região do visível do espectro eletromagnético, por diferentes mecanismos, são chamados luminescentes. A nível molecular, após o fornecimento de certa energia, os elétrons podem passar de um estado de menor energia para um estado de maior energia. Pode-se dizer que, ao ser exposta a algum tipo de energia, a molécula é excitada de modo a atingir estados energéticos superiores por um determinado período antes de retornarem aos seus estados iniciais.

A fonte de excitação, ou a fonte de energia fornecida à molécula, vai determinar o tipo de luminescência observada. Se a fonte de energia é uma fonte luminosa, será observada a fotoluminescência, se a fonte de energia for uma reação química, será observada a quimioluminescência. O retorno ao estado fundamental, quando a molécula perde o excesso de energia adquirida, resulta na emissão de luz visível. Esse processo de retorno com emissão de energia é denominado relaxamento. O relaxamento molecular no qual as moléculas dissipam a energia absorvida na forma de luz é chamado luminescência (Martins; Sucupira; Suarez, 2015).

Como maneira de finalizar o processo de debate e dar início ao momento de aplicação do conhecimento, sugere-se a realização da aula experimental, aqui dividida em três práticas que vão abarcar os conceitos de transição eletrônica, fluorescência e quimioluminescência.

Como proposto, a apostila para acompanhamento das aulas está disponível no QR Code da apostila digital e o vídeo contendo a aula experimental de cada prática, está disponível através do *QRCode* anexado ao final da introdução das aulas.

Figura 2 - QR Code da apostila digital para o professor



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

5.1.1. Aula experimental 1: Teste de chama

O fenômeno de transição eletrônica foi explicado pela primeira vez no contexto do modelo atômico de Bohr. Segundo Bohr, uma vez que os elétrons possuem energia definida ou quantizada para cada um dos níveis de energia, para mudar de um nível de energia para outro nível de maior energia, o elétron precisa receber certa quantidade de energia de alguma fonte externa.

De maneira geral, a amostra será inserida na chama do bico de Bunsen e, ao ser aquecida, absorverá energia térmica promovendo os elétrons a níveis maiores de energia (estados eletrônicos excitados). A instabilidade energética do estado excitado fará com que o elétron retorne rapidamente ao seu estado de energia fundamental. Ao fazer o caminho de retorno, o elétron liberará, sob a forma de fótons de luz, a energia anteriormente absorvida que corresponde, a depender do elemento, a um comprimento de onda específico na região do visível do espectro eletromagnético. Para o sódio, por exemplo, esse comprimento de onda está na faixa de 589 nm a 590 nm e pode ser percebido como uma cor amarela.

A partir do teste da chama é possível fornecer energia extra ao elétron, promovendo a mudança do mesmo para um nível de maior energia e posterior regresso ao seu nível fundamental no momento em que ele perde a quantidade extra de energia que recebeu na forma de luz, fenômeno esse que pode ser observado pela mudança de coloração da chama durante o teste.

Assim, o objetivo desta prática é estudar o fenômeno de transição eletrônica a partir do modelo atômico de Bohr e identificar o elemento presente no composto através da cor apresentada pela chama. Para o bom aproveitamento da prática, é importante ressaltar que todos os resultados devem ser cuidadosamente analisados e todas as observações anotadas. A aula experimental 1 da Oficina Temática I – Química Atomística, pode ser acessada por meio da *QR Code* da Figura 3.

Figura 3 – *QR Code* para acesso à aula experimental 1: Teste de chamas, da Oficina Temática I



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

➤ **Materiais**

- Fio de níquel-cromo;
- Pinça de madeira;
- Bico de Bunsen;
- Fósforo;
- Água destilada;
- Sais diversos, tais como sais de lítio, cobre, cálcio, estrôncio e sódio. Algumas possibilidades: cloreto de lítio (LiCl), cloreto de bário (BaCl₂), cloreto de sódio (NaCl), sulfato de cobre (CuSO₄), cloreto de cálcio (CaCl₂), cloreto de potássio (KCl).

➤ **Procedimento**

1. Com a ajuda da pinça de madeira, segure uma das pontas do fio de níquel-cromo.
2. Com a outra ponta do fio, em formato de círculo, pegue a amostra de um dos sais e coloque-a em contato com a chama do bico de Bunsen. A cor da chama irá se alterar.
3. Após o procedimento, limpe bem o fio de níquel-cromo com água destilada e repita o procedimento para os outros sais.
4. Anote a cor obtida para cada sal.

➤ **Para o professor...**

Para cada uma das amostras, a cor observada deve ser:

- Cloreto de lítio (LiCl) → vermelha, em função do íon lítio.
- Cloreto de bário (BaCl_2) → verde, em função do íon bário.
- Cloreto de sódio (NaCl) → amarela, em função do íon sódio.
- Sulfato de cobre (CuSO_4) → verde, em função do íon cobre.
- Cloreto de cálcio (CaCl_2) → vermelha, em função do íon cálcio.
- Cloreto de potássio (KCl) → roxa, em função do íon potássio.

5.1.2. Aula experimental 2: Fluorescência

A fluorescência é um fenômeno físico-químico em que algumas substâncias emitem luz visível quando expostas à radiação ultravioleta. Este fenômeno ocorre devido à excitação de elétrons em determinados átomos ou moléculas, que absorvem energia e, ao retornar ao estado fundamental, liberam parte dessa energia na forma de luz visível. O estudo da fluorescência está intimamente relacionado com conceitos de estrutura atômica e transições eletrônicas.

No fenômeno da fluorescência, os elétrons que foram excitados retornam imediatamente ao seu estado fundamental e, durante esse retorno, emitem luz. Neste caso, ambos os estados, excitado e fundamental, possuem a mesma multiplicidade de spin. Alguns exemplos que possuem compostos fluorescentes em sua composição são: os vegetais verdes, a água tônica, a vitamina B2, a casca dos ovos marrons e os sabões em pó.

Sendo assim, o objetivo deste experimento é mostrar o fenômeno da luminescência a partir de emissões rápidas de radiação. Para o bom aproveitamento da prática, é importante ressaltar que todos os resultados devem ser cuidadosamente analisados e todas as observações anotadas. A aula experimental 2 da Oficina Temática I – Química Atomística, pode ser acessada por meio da *QR Code* da figura 4.

Figura 4 - *QR Code* para acesso à aula experimental 2: Fluorescência, da Oficina Temática I



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

➤ **Materiais**

- Acetato de etila;
- Ácido clorídrico 10%;
- Folhas de vegetais verdes (hortelã ou espinafre);
- Ovo de galinha de casca marrom;
- Água tônica;
- Comprimido de vitaminas do complexo B;
- Filtro de papel;
- Almofariz e pistilo;
- Béqueres de 250 mL;
- Fonte de excitação UVA: lâmpada de luz UVA de 28 W.

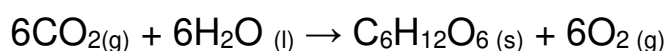
➤ **Procedimento**

1. Triture as folhas verdes de hortelã ou espinafre com a ajuda do almofariz e do pistilo. A seguir, adicione o acetato de etila e então filtre a solução em um béquer. Ilumine o filtrado com a luz UVA, de preferência em um ambiente escuro, e observe a emissão de luz vermelha.
2. Ilumine diretamente a casca de um ovo marrom com a luz UVA, de preferência em uma sala escura.
3. Depois, quebre o ovo e lave as cascas, transfira-as para um béquer contendo aproximadamente 50 mL de acetato de etila. Ilumine com a luz UVA.
4. Adicione cerca de 15 mL de solução de ácido clorídrico 10% e observe.
5. A casca do ovo irá se dissolver, ilumine o béquer novamente e observe.
6. Ilumine com a lâmpada UVA uma amostra de água tônica e observe a cor azul da emissão.
7. Triture um comprimido de vitaminas do complexo B e dissolva-o em água. Ilumine a mistura com a lâmpada UVA.
8. Anote as cores emitidas em cada um dos experimentos.

➤ **Para o professor...**

Emissão de fluorescência da clorofila:

A clorofila é um componente natural das folhas verdes responsável por absorver a energia que vem da luz do sol utilizada para a fotossíntese. Nesse processo, a planta utiliza essa energia para a síntese da glicose através do dióxido de carbono e da água, cuja reação está descrita a seguir:



Transições eletrônicas específicas ocorrem quando a clorofila é excitada com luz UVA resultando em uma emissão de luz visível. Essas transições eletrônicas abrangem a excitação dos elétrons entre os orbitais moleculares da clorofila que são aqueles que permitem a absorção e a emissão de energia sob a forma de luz. Dentro desse contexto, a luz UVA é a fonte de energia ideal para excitar os elétrons da clorofila (aqueles principalmente presentes nos orbitais *pi* dos anéis porfirínicos da clorofila), esses elétrons são elevados a orbitais de energia maior (como os orbitais

ρi^*). A fluorescência da clorofila acontece na faixa de 670 nm a 730 nm, apresentando uma coloração vermelha intensa.

Emissão de fluorescência da casca de ovo marrom:

A substância responsável pela coloração marrom da casca do ovo é a protoporfirina IX, um pigmento que contém um anel porfirínico, é um exemplo de estrutura que possui ligações duplas conjugadas. Esse pigmento é responsável pela coloração das cascas de ovos marrons e pode atuar em processos fotossensíveis. A presença de ligações duplas conjugadas nessa molécula permite a absorção de comprimentos de onda específicos de luz, resultando em fluorescência quando exposta a luz UV. Ao se adicionar, sobre a casca do ovo (que é constituída de carbonato de sódio), solução de ácido clorídrico (como mostrado na reação abaixo), a casca começa a se dissolver.



A protoporfirina IX vai sendo liberada conforme a casca do ovo se dissolve e, a partir da ação da luz UVA, observa-se o aumento gradativo da fluorescência de cor púrpura intensa aparecendo pela solução. Complementando essa abordagem, seria interessante mencionar a importância dos protetores solares que exemplificam a aplicação prática desse conhecimento, utilizando essas interações moleculares para proteger a pele da radiação UV. Os protetores são formulados com substâncias químicas que absorvem ou refletem a radiação UV, protegendo a pele dos danos causados pela exposição prolongada ao sol, como queimaduras e riscos de câncer de pele. Muitas dessas substâncias, como a avobenzona e o octocrileno, possuem estruturas de ligações duplas conjugadas que são responsáveis por sua capacidade de absorver luz UV. Esses compostos atuam absorvendo a radiação UV, causando a excitação eletrônica dos elétrons em suas ligações duplas conjugadas. Após essa absorção, a energia é dissipada de maneira segura (geralmente como calor), evitando que a radiação UV danifique diversas biomoléculas na pele, como o DNA

Emissão de fluorescência da água tônica:

A quinina é um ingrediente ativo da água tônica, é um alcaloide fluorescente responsável pelo sabor amargo da bebida. A fluorescência da fluoresceína sódica ocorre na faixa de 480 nm a 515 nm.

Emissão de fluorescência da vitamina B2:

A substância responsável pela fluorescência esverdeada da vitamina B2 é a riboflavina, presente em vários alimentos, incluindo leites e ovos.

Artigo utilizado como referência para esse experimento:

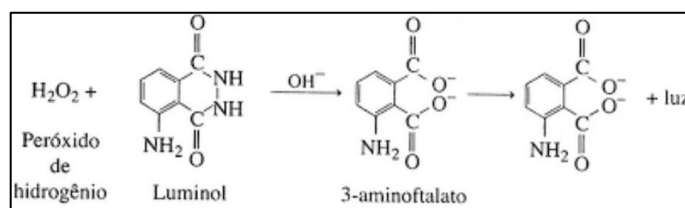
NERY, A. L. P.; FERNANDEZ, C. Fluorescência e estrutura atômica. **Química nova na escola**, São Paulo, n. 19, p. 39-42, maio/2004. (Artigo 12). Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/19-a12.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

5.1.3. Aula experimental 3: Quimioluminescência

Reações químicas que liberam energia na forma de luz são denominadas quimioluminescentes. A quimioluminescência no contexto biológico é frequentemente chamada de bioluminescência, que trata do brilho gerado pelos vaga-lumes, por exemplo. A quimioluminescência traz a possibilidade de fazer uma reação de luz brilhante através da utilização de reagentes químicos, permitindo uma variedade de usos distintos e muito úteis, sendo um dos mais famosos a aplicação na investigação de cenas de crime pela polícia.

O luminol é um composto orgânico sólido à temperatura ambiente, de fórmula molecular $C_8H_7O_2N_3$, que quando em reação com o peróxido de hidrogênio, juntos emitem uma luz de coloração azul, como mostrado na figura abaixo.

Figura 5 - Preparação da solução de luminol com peróxido de hidrogênio



Fonte: Química Forense (2020)

A partir do que foi exposto, o objetivo deste experimento é apresentar uma reação química que emita ou produza luz intensa.

Figura 6 - QR Code para acesso à aula experimental 3: Quimioluminescência, da Oficina Temática I



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

➤ **Materiais**

- Luminol em pó;
- Peróxido de hidrogênio 3%;
- Catalisador de ferro (pode ser uma solução de Fe (III) ou sangue de boi);
- Solução de hidróxido de sódio;
- 3 Béqueres;
- Agitador magnético;
- 2 Espátulas;
- Fonte de excitação UVA: lâmpada de luz negra de 28 W;

➤ **Procedimento**

1. Em um béquer, adicione o hidróxido de sódio e o luminol.
2. Leve a mistura ao agitador magnético até ficar uma solução visualmente homogênea.
3. Ainda em agitação magnética, adicione o peróxido de hidrogênio.
4. Ilumine a mistura com a lâmpada UVA e acrescente o catalisador de ferro em seguida.

5. Observe e anote a mudança de coloração.

➤ **Para o professor...**

No experimento realizado, os produtos emitem fótons a partir da reação de oxidação entre o luminol ($C_8H_7O_2N_3$), a água oxigenada (H_2O_2) e o hidróxido de Sódio ($NaOH$). O composto de ferro utilizado funciona como catalisador, aumentando a velocidade da reação.

Durante a reação, o luminol perde átomos de hidrogênio e de nitrogênio ao mesmo tempo em que recebe átomos de oxigênio formando o 3-aminofalato. Os elétrons desse composto estão em um nível de energia maior que os elétrons dos reagentes e, sendo um estado instável, os elétrons retornam para um estado de energia inferior, emitindo a energia extra na forma de luz, que pode ser vista na faixa de comprimento de onda da cor azul, como simplificado na reação abaixo:



O luminol é oxidado em ambiente básico e quando há um agente oxidante, como por exemplo, a água oxigenada. Na presença de um catalisador, como o ferro presente no sangue, a reação é acelerada. O íon aminofalato é um intermediário instável formado a partir da oxidação do luminol, alguns elétrons desse intermediário estão excitados em maior estado de energia e rapidamente retornam ao estado fundamental. Nesse retorno, o excesso de energia é liberado na forma de um fóton de luz visível em comprimento de onda na faixa azul.

Em cenas de crimes onde há sangue, o ferro da hemoglobina atua como catalisador, acelerando a reação e evidenciando a presença do material quando em contato com a solução de luminol.

5.2. Oficina Temática II – Química Ambiental

A química ambiental, de maneira geral, estuda a influência das reações químicas para o meio ambiente. O principal objetivo dessa oficina é buscar entender como as substâncias impactam o clima, os animais, os vegetais, o solo e os outros

elementos. Além disso, fazer pensar temas como aquecimento global, efeito estufa e chuva ácida.

Num primeiro momento, questões relevantes para essa temática podem ser propostas como maneira de iniciar um debate e gerar dúvidas e pensamentos críticos nos alunos. Algumas possíveis perguntas:

- Como a composição dos gases na atmosfera pode influenciar fenômenos como aquecimento global, efeito estufa e chuva ácida?
- Qual a relação entre esses gases e a poluição?
- Qual a relação entre esses gases e a vida dos animais e vegetais?

Ter um simples conhecimento de mundo já é suficiente para que essas perguntas sejam respondidas, sendo assim, é importante instigar os alunos e reforçar a capacidade deles para respondê-las, além de propor outras perguntas. Outras questões mais corriqueiras podem surgir a partir desse debate, como por exemplo a reciclagem, a separação do lixo, a utilização da técnica de compostagem para tratar os resíduos orgânicos. Ou até questões mais complexas que envolvam o buraco na camada de ozônio ou o *smog* fotoquímico.

Posteriormente, outras questões que colocam à luz a importância da associação entre química e meio ambiente podem ser propostas, como:

- Qual a ligação entre química e meio ambiente?
- Visto que a aplicação da química pode trazer alguns malefícios para o meio ambiente, como encontrar o equilíbrio entre os dois?

Como maneira de finalizar o processo de debate e dar início ao momento de aplicação do conhecimento, sugere-se a realização da aula experimental que, aqui, propõe um estudo de algumas propriedades do oxigênio e do enxofre.

É importante salientar que, havendo a possibilidade, esse tema pode ser explorado de maneira interdisciplinar em conjunto com os professores de geografia e de biologia, já que essa disciplina trata desses fenômenos, e, dentro de uma perspectiva mais amplificada, com os professores de artes se o debate tomar o caminho da reciclagem do lixo, por exemplo.

Geralmente, essa parte da química é aplicada no segundo ano do Ensino Médio, porém, visto a abrangência que o tema propõe e a possibilidade da interdisciplinaridade, pode ser realizada como um projeto que envolva toda a escola. Pode-se fazer um evento em que todos da escola se proponham a separar o lixo

reciclável em suas casas, esse material pode ser recolhido em determinado momento e doado a uma associação de catadores, por exemplo.

5.2.1. Aula experimental 1: Chuva Ácida

A chuva ácida é uma das consequências da poluição do ar, originada pela emissão de óxidos de enxofre (SO_2) e de nitrogênio (NO_x) que, em contato com a umidade da atmosfera, formam ácidos e se precipitam.

Dentro desse contexto, a aula experimental proposta é também uma maneira de ressaltar a importância das reações químicas para o estudo de impactos ambientais promovendo o entendimento de processos químicos em contextos ambientais, destacando a importância da sustentabilidade e do uso responsável dos recursos naturais. A chuva ácida e sua formação relacionam-se diretamente aos conteúdos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, desenvolvendo a análise crítica e a conscientização ambiental nos alunos.

O objetivo deste experimento é demonstrar a obtenção de oxigênio e verificar suas propriedades oxidantes, assim como investigar as propriedades do enxofre e sua reação para formar ácido sulfuroso (H_2SO_3).

Figura 7 – QR Code para acesso à aula experimental 1: Chuva ácida, da Oficina Temática II



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

➤ **Materiais**

- Água destilada;

- Água oxigenada;
- Óxido de manganês (IV);
- Enxofre;
- Água oxigenada 10 vol.;
- Cloreto de bário;
- Balança semi-analítica;
- 2 Espátulas;
- Papel toalha;
- Papel indicador universal;
- Fósforo;
- Haste universal e garras;
- Bico de Bunsen;
- Tubos de ensaio;
- Balão de fundo redondo de 1 L e rolha de borracha;
- Bacia de plástico ou cápsula de porcelana grande;
- Vidro de relógio;
- Pinça de madeira;
- Palitos de madeira;
- Béquer de 50 mL;

➤ **Procedimento**

Preparação do Material:

1. Coloque os tubos de ensaio, balão de fundo redondo, e béquer sobre a bancada de modo seguro.
2. Pese aproximadamente 2 g de enxofre utilizando a balança semi-analítica.
3. Coloque o enxofre em um vidro de relógio e reserve.

Preparação do Reator (Balão de Fundo Redondo):

4. Coloque cerca de 200 mL de água destilada no balão de fundo redondo.
5. Adicione 10 mL de água oxigenada 10 vol (H_2O_2) ao balão.
6. Utilize uma espátula para adicionar uma pequena quantidade (aproximadamente 0,5 g) de óxido de manganês (IV) ao balão. O óxido de manganês atua como catalisador na reação.

Início da Reação:

7. Coloque o balão de fundo redondo em uma posição segura e fixe-o usando a haste universal com garras.
8. Acenda o Bico de Bunsen e aqueça levemente o balão de fundo redondo para acelerar a reação. Lembre-se de não aquecer em excesso, pois a reação de liberação de dióxido de enxofre é exotérmica e pode liberar gases rapidamente.

Adição do Enxofre:

9. Deixe o balão reagir por alguns minutos para que a solução com a água oxigenada e óxido de manganês comece a liberar gases.
10. Adicione aos poucos o enxofre em pó no balão de fundo redondo, com o auxílio de uma espátula. Isso iniciará a formação do dióxido de enxofre (SO_2).

Observação da Reação:

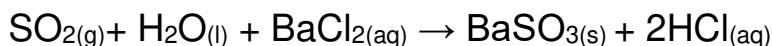
11. À medida que o enxofre é adicionado, você observará a liberação de gás dióxido de enxofre (SO_2). O dióxido de enxofre é um gás incolor e com forte odor característico.
12. Use a pinça de madeira para afastar os palitos de madeira ou para manusear o material, evitando o contato direto com o gás

Controle da Formação do Gás:

13. Em seguida, coloque a rolha de borracha no balão de fundo redondo, de modo a aprisionar o gás no interior do balão. Esse procedimento é importante para concentrar o SO_2 formado e facilitar as observações.
14. Meça o pH do gás SO_2 utilizando o papel indicador universal. O SO_2 dissolve-se em água formando ácido sulfuroso (H_2SO_3), que é ligeiramente ácido.

Análise e Testes do Gás:

15. Após a formação do SO_2 , retire a rolha e passe o gás para um tubo de ensaio contendo uma solução de cloreto de bário (BaCl_2). O dióxido de enxofre reagirá com o cloreto de bário formando um precipitado branco de sulfito de bário (BaSO_3), como mostrado pela equação:

**Explicação:**

- I. O dióxido de enxofre reage com a água para formar ácido sulfuroso (H_2SO_3).
- II. O ácido sulfuroso reage com o cloreto de bário para precipitar sulfito de bário (BaSO_3), que é insolúvel em água, formando um sólido.
- III. O ácido clorídrico (HCl) é liberado como subproduto, permanecendo em solução.

Este tipo de reação é usado para demonstrar a formação de sais insolúveis em química inorgânica.

16. Se a reação for positiva, o precipitado branco de BaSO_3 indicará a presença do dióxido de enxofre.

Observação Final:

17. Após a reação de formação do sulfito de bário, descarte o conteúdo do tubo de ensaio adequadamente.
18. Faça a limpeza de todos os utensílios usados com água destilada e guarde-os adequadamente.

Obtenção de Oxigênio e Verificação de Propriedades:

19. Coloque uma pequena quantidade de peróxido de hidrogênio em um tubo de ensaio.
20. Adicione uma pequena quantidade de catalisador (como dióxido de manganês, MnO_2) para liberar oxigênio.
21. Teste a propriedade oxidante do oxigênio acendendo um palito e introduzindo-o levemente apagado no tubo. O oxigênio deve reacender a brasa.

Reação do Enxofre com Oxigênio e Formação de SO_2 :

22. Coloque uma quantidade de enxofre em pó em uma cápsula de porcelana.
23. Acenda o enxofre usando uma pinça e uma chama aberta (por exemplo, um Bico de Bunsen).
24. Cubra a cápsula com um recipiente de vidro e observe a formação do gás dióxido de enxofre (SO_2).

Formação da Chuva Ácida:

25. Adicione água destilada ao recipiente contendo SO_2 .
26. Agite suavemente o recipiente fechado para dissolver o SO_2 na água, formando ácido sulfuroso (H_2SO_3).
27. Exponha a solução ao ar para permitir a oxidação e a formação de ácido sulfúrico (H_2SO_4).
28. Adicione algumas gotas de fenolftaleína para verificar o pH da solução ácida.

➤ **Para o professor...**

Através desta prática algumas propriedades do oxigênio e do enxofre podem ser analisadas.

Ao produzir e coletar oxigênio, é possível constatar que a densidade do O_2 é menor do que a densidade da água. Além disso, o oxigênio é capaz de fazer com que qualquer combustível entre em combustão. É possível observar esta propriedade comburente do O_2 ao ver a chama do palito de fósforo aumentar quando entra em contato com o gás contido no balão. Um outro fator que confirma essa propriedade pode ser observado quando, ao fechar o balão, a chama começa a se extinguir à medida que o oxigênio é consumido.

Essa característica também é constatada ao se colocar enxofre em combustão dentro de um balão contendo gás oxigênio. Nota-se que a inflamabilidade do enxofre fica extremamente alta e, como consequência, há a produção de SO_2 . A reação de SO_2 com H_2O_2 produz H_2SO_3 , que pode ser confirmado a partir da medida do pH, resultando em uma solução com alto teor de acidez (pH 1).

Após a adição de cloreto de bário à solução de ácido sulfúrico, percebe-se a turbidez da solução que é devida à insolubilidade do sulfato de bário, produto resultante da reação em ácido diluído.

5.3. Oficina Temática III – Química da Vida

Para essa oficina temática, foram selecionados dois temas que envolvem a identificação de proteínas e a hidrólise da ureia, por isso é importante que, num

primeiro momento de introdução ao tema, ambos sejam abordados. Algumas questões podem servir como base:

- O que são proteínas e qual a importância delas para o nosso corpo?
- Qual a relação entre proteínas e alimentos?
- O que é a ureia e qual o papel dela no corpo humano?
- Como a ureia é formada? Como a ureia é eliminada?
- Qual a relação entre a ureia e a urina?

Desenvolver bem as respostas para essas perguntas é o passo inicial para uma abordagem sólida da temática que pode se mostrar complexa para o entendimento de alguns conceitos, inclusive daqueles que envolvem a biologia como explicação.

Abre-se aqui um parêntese para falar sobre a possibilidade desse tema ser explorado de maneira interdisciplinar em conjunto com os professores de biologia, já que essa disciplina trata de fenômenos que envolvem moléculas substâncias, como a ureia, e moléculas, como as de proteína.

Posteriormente, outras questões que exijam um maior conhecimento podem ser propostas para dar continuidade ao debate e aprofundar os conhecimentos, como:

- Como identificar e estudar proteínas nas aulas de laboratório?
- O que é uma reação de complexação? O que esse tipo de reação tem a ver com as proteínas?
- Como podemos identificar metais no nosso corpo?
- O que é o processo de hidrólise?
- O que são as enzimas e qual a importância delas para o nosso corpo?

A partir dessas perguntas busca-se o desenvolvimento de novos conceitos, o entendimento da composição das moléculas dessas substâncias e da importância de compreender como essas moléculas são sintetizadas e atuam no organismo. Pode-se fazer uma relação entre o papel das proteínas, ricas em nutrientes para o corpo humano, e a ureia, resíduo final de algumas reações químicas que pode ser maléfico para o corpo quando existe de maneira abundante.

Vale a pena destacar que, tão importante quanto a parte química de formação das moléculas constituintes das proteínas e da ureia, é também o papel que ambas possuem para o organismo e que, para ambas, existe o lado dos benefícios e dos malefícios.

Num último momento, sugere-se uma breve explicação sobre os processos de determinação das proteínas e sua importância para muitas áreas, como em análises clínicas, em nutrição animal, em problemas relacionados à saúde humana e em tecnologia e ciência dos alimentos, e sobre o processo de catálise e o uso de catalisadores.

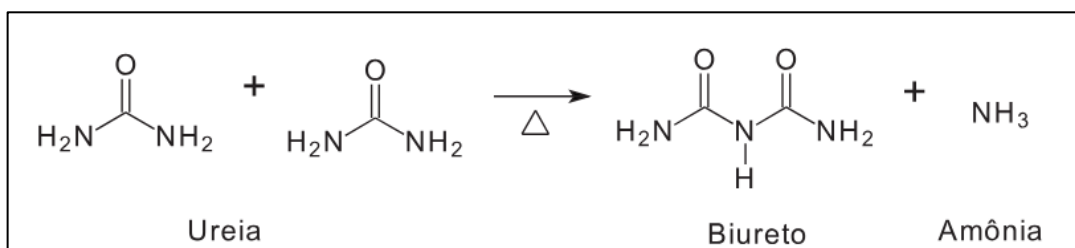
Como maneira de finalizar o processo de debate e dar início ao momento de aplicação do conhecimento, sugere-se a realização das aulas experimentais que, aqui, foram sugeridas como duas práticas: identificação de proteínas com o uso do íon Cu^{2+} e catálise da hidrólise da ureia em urina.

5.3.1. Aula experimental 1: Identificação de proteínas com o uso do íon Cu^{2+}

A determinação de proteínas é um processo relevante em muitas áreas, como em análises clínicas, em nutrição animal, em problemas relacionados à saúde humana e em tecnologia e ciência dos alimentos.

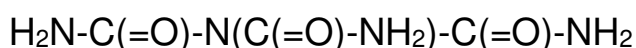
A variedade de substâncias capazes de reagir com proteínas e formar compostos coloridos é bastante ampla. Uma das reações comuns que caracteriza ligações peptídicas é a reação de biureto, um composto formado a partir da decomposição da ureia quando submetida à temperatura de aproximadamente 180° , como pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 - Reação de formação do biureto



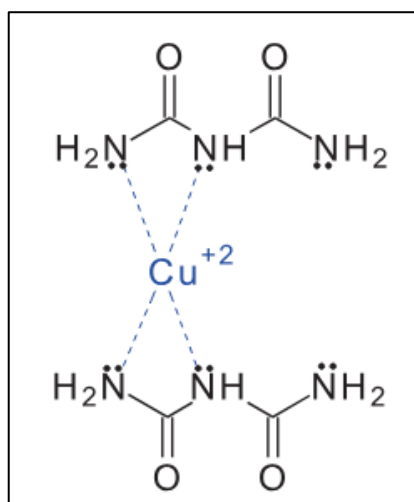
Fonte: Almeida *et al.* (2013)

O biureto reage com íons Cu^{2+} em meio alcalino resultando em uma solução de coloração violeta. Na figura 9, pode-se observar como ocorre a interação entre o biureto e o Cu^{2+} no composto de coordenação formado. Nesse contexto, a presença do biureto é uma maneira de simular a presença de uma proteína já que as ligações das moléculas de biureto são bastante parecidas com as ligações peptídicas que acontecem entre os aminoácidos das cadeias peptídicas que foram as proteínas. O biureto é uma molécula orgânica formada pela condensação da ureia, que pode ser representada como:



O íon cúprico (Cu^{2+}) se liga aos grupos amina e a carbonila presentes no biureto, formando um complexo cúprico colorido.

Figura 9 - Representação da interação entre o íon cúprico e o biureto



Fonte: Almeida *et al.* (2013)

O método do biureto tem sido aplicado para determinar a concentração de proteínas totais em diversos meios, como soro, urina e alimentos. É um método rápido e de baixo custo, porém, apresenta como desvantagem a baixa sensibilidade.

Figura 10 - QR Code para acesso à aula experimental 1: Identificação de proteínas com o uso do íon Cu^{2+} , da Oficina Temática III



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

A partir do que foi exposto, o objetivo deste experimento é ilustrar uma reação qualitativa para detecção de proteínas em alimentos, utilizando materiais de fácil aquisição.

➤ **Materiais**

- 100 mL de solução de hidróxido de sódio 20%;
- 100 mL de solução 0,25 mol/L de sulfato de cobre;
- Água destilada;
- Batata;
- Clara de ovo;
- Gelatina;
- Leite;
- Carne;
- Conta-gotas;
- Espátula;
- Tubos de ensaio;
- Estante para tubos de ensaio;

➤ **Procedimento**

1. Para o preparo da solução de referência: em um tubo de ensaio, adicionar 20 gotas de água, 20 gotas da solução de NaOH e 5 gotas da solução de CuSO₄. Misturar bem os reagentes e observar a coloração.
2. Em outro tubo de ensaio, adicionar 20 gotas de água, 20 gotas da solução de NaOH, 5 gotas da solução de CuSO₄ e algumas gotas da solução de glicina até a precipitação de um sólido azul.
3. Em um tubo de ensaio, adicionar a batata, em outro tubo de ensaio. Dissolver ambas as amostras em 15-20 gotas de água. Em seguida, adicionar 20 gotas de solução de NaOH e 5 gotas de solução de CuSO₄. Agitar bem a mistura e observar a coloração.
4. Repetir o mesmo procedimento do tubo para o leite, a carne e a gelatina: adicionar 10 gotas da amostra líquida em tubos de ensaio separados. Em seguida, adicionar 20 gotas de solução de NaOH e 5 gotas de solução de CuSO₄, em cada um dos tubos. Agitar e aguardar.

➤ **Para o professor...**

A análise desse experimento deve ser feita por meio da comparação entre a solução de referência com as soluções de gelatina, batata, leite e a carne. A solução de referência apresenta uma coloração azul mais clara, enquanto a solução contendo glicina apresenta uma coloração azul mais escura, além da precipitação do composto de coordenação. A solução que contém o leite ficará com uma coloração violeta suave, indicando a presença de proteínas, como caseínas e lactalbuminas. Já a solução com a clara de Ovos a mudança de cor para um violeta mais intensificado, devido à presença de albumina, é observada. E a solução que contém a carne tem um resultado similar ao da clara de ovos, com coloração violeta, indica a presença de proteínas como mioglobina e actina.

Esses resultados são utilizados para quantificar a concentração de proteínas nas amostras analisadas, uma vez que a intensidade da coloração é diretamente proporcional à concentração de proteínas presentes.

No tubo de ensaio contendo a batata, isento de proteína, a coloração da solução final permanece azul.

Artigo utilizado como referência para esse experimento:

ALMEIDA, V. V.; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; PALIOTO, G. F. Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, v. 35, n. 4, p. 34-40, fev./2013. (Artigo 5). Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/06-EEQ-79-11.pdf. Acesso em: 01 jun. 2024.

5.3.2. Aula experimental 2: Catálise da hidrólise da ureia em urina

A urease é uma enzima que catalisa a hidrólise da ureia em amônia e dióxido de carbono, em meio aquoso. Ela ocorre em algumas sementes, como a soja e sementes de melão e melancia. Enzimas como a urease precisam de um componente não proteico para realizar sua atividade, no caso da urease, esse componente é o íon metálico Ni^{2+} , ele é essencial para a atividade funcional da enzima urease.

A urease foi a primeira enzima isolada em sua forma cristalina e é muito utilizada e estudada uma vez que apresenta grande aplicabilidade tanto na medicina quando na agricultura. Ele é útil para a determinação de ureia em fluidos como sangue e urina.

Por meio da urina, cuja constituição apresenta em torno de 3% de ureia, o metabolismo humano elimina os resíduos hidrogenados que são indesejáveis ao corpo.

Na maioria dos casos, as enzimas são ativas em uma estreita faixa de pH e, geralmente, há um pH ótimo que depende de muitos fatores para ocorrer, como força iônica, concentração e temperatura. O fator temperatura, neste caso, quando aumentada, gera também um aumento na velocidade da reação catalisada a partir do aumento da energia cinética do sistema. Além disso, o aumento da temperatura acarreta a desnaturação enzimática, uma vez que as ligações que conservam a estrutura tridimensional da enzima são alteradas.

Figura 11 - QR Code para acesso à aula experimental 2: Catálise da hidrólise da ureia em urina, da Oficina Temática III



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

Este experimento tem como objetivo ilustrar a reação de decomposição da ureia em urina, catalisada por urease obtida de sementes de melancia.

➤ **Materiais**

- Água destilada;
- 40 sementes de melancia;
- 3 folhas de repolho roxo;
- Etanol comercial;
- Solução de ureia;
- Enzima urease cristalizada;
- Água oxigenada;
- Tubos de ensaio;
- Erlenmeyer;
- Liquidificador;
- Filtro;

➤ **Procedimento**

Catálise homogênea enzimática

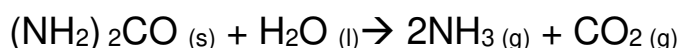
1. Enumere 3 tubos de ensaio.
2. Adicione 100 mL de água destilada e cerca de 40 sementes de melancia em um liquidificador, triturando-os por cerca de 15 segundos. Filtre a mistura e recolha a parte líquida. Preferencialmente faça esta preparação no dia do experimento, caso não seja possível, prepare a solução no dia anterior armazenando-a em geladeira.

3. Para a obtenção do extrato de repolho roxo, triturar no liquidificador 3 folhas de repolho roxo picadas em 100 mL de etanol comercial. Em seguida, filtrar utilizando filtração simples.
4. No tubo de ensaio número 1, adicionar 1 mL do extrato de repolho roxo e 2,0 mL da solução de ureia. Agitar e observar.
5. No tubo de ensaio número 2, adicionar 1 mL do extrato de repolho roxo, 2,0 mL da solução de ureia e 1,0 mL da solução resultante da trituração das sementes de melancia. Agitar e observar a cada 10 minutos.
6. No tubo de ensaio 3, adicionar 1 mL do extrato de repolho roxo, 2,0 mL da solução de ureia e uma pitada da enzima uréase cristalizada. Agitar e observar.

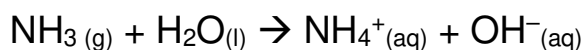
➤ **Para o professor...**

A análise desse experimento deve ser feita por meio de comparação da coloração das soluções preparadas.

A enzima urease (tanto no formato cristalizada, quanto presente nas sementes de melancia), em meio aquoso e em contato com o substrato, decompõe a ureia em amônia e dióxido de carbono:



A presença de amônia que, em meio aquoso, se ioniza, disponibiliza íons hidroxilas para a solução:



Como a reação de decomposição da amônia libera quantidade de amônia duas vezes superior à quantidade de gás carbônico, o caráter predominante do meio reacional será básico, conferindo à reação a coloração azul.

O indicador ácido base utilizado nesta prática é o repolho roxo, uma vez que ele apresenta antocianinas que são pigmentos capazes de alterar sua estrutura conforme o pH da solução é alterado.

Artigo utilizado como referência para esse experimento:

ALMEIDA, V. V. *et al.* Catalisando a hidrólise da ureia em urina. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, v. 28, p. 42-46, maio/2008. (Seção: Experimentação no ensino de química; Artigo 9). Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/10-EEQ-5506.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2024.

5.4. Desenvolvimento de habilidades dos discentes

O desenvolvimento das oficinas temáticas revela que a prática experimental é fundamental para a construção do conhecimento químico no contexto do novo Ensino Médio. Essas atividades não apenas despertam o interesse dos alunos, mas também proporcionam uma compreensão mais profunda de conceitos abstratos, ao conectá-los a realidades cotidianas e questões ambientais. Diversas são atividades que os estudantes possam desenvolver habilidades essenciais, assim como proposto pela legislação do novo Ensino Médio, como a investigação, o pensamento crítico, a resolução de problemas, o trabalho colaborativo e a comunicação eficaz.

Ao realizar experimentos como o teste do Biureto e a quimioluminescência, os alunos se tornam protagonistas de seu aprendizado, formulando hipóteses, conduzindo experiências e analisando resultados. Essa abordagem promove um entendimento ativo dos métodos científicos, competências-chave em qualquer formação em Ciências, proporcionando aos alunos o desenvolvimento de habilidades em investigação científica.

Cada oficina apresenta desafios que exigem de os alunos identificar soluções práticas, como na análise da composição de alimentos e sua relação com a saúde e a qualidade de vida. Isso promove uma conscientização sobre a importância de tomar decisões informadas em seu cotidiano.

As atividades em grupo promovem a colaboração entre os alunos, permitindo o compartilhamento de ideias e a construção conjunta de conhecimento. Essa habilidade é essencial no ambiente escolar e no mercado de trabalho contemporâneo, onde o trabalho em equipe é frequentemente valorizado.

A discussão e apresentação dos resultados das oficinas fornecem um espaço para que os alunos pratiquem suas habilidades de comunicação. A capacidade de articular ideias e resultados de forma clara e concisa é uma competência crucial em qualquer área de atuação. Ao implementar essa abordagem integrada, que articula

teoria e prática de maneira contextualizada, a formação em Química se alinha às diretrizes do novo Ensino Médio, que visa preparar os estudantes para enfrentar os desafios contemporâneos. O aprendizado vai além do conteúdo, engajando-os com situações reais que afetam suas vidas e o mundo ao seu redor, promovendo a formação de cidadãos críticos e conscientes.

As oficinas temáticas não apenas enriquecem o aprendizado dos alunos sobre os conceitos químicos abordados, mas também os capacitam a desenvolver habilidades que são cada vez mais valorizadas em um mundo dinâmico e interconectado. A continuidade dessa prática educativa é fundamental para garantir que os estudantes não apenas compreendam a Química, mas também estejam preparados para atuar de maneira proativa e crítica em suas comunidades e na sociedade. Assim, a educação em Química torna-se uma ferramenta poderosa para a transformação e a sustentabilidade, alinhando a prática pedagógica às necessidades e desafios do século XXI.

A aplicação das aulas experimentais das oficinas temáticas, focadas no teste de chama, fluorescência e quimioluminescência utilizando o luminol, pode ser uma estratégia eficaz para enriquecer o ensino de Química no Ensino Médio. Através do teste de chama, os alunos podem compreender a relação entre os íons metálicos e suas respectivas cores de emissão, concretizando o conceito de que a absorção e emissão de energia estão intimamente ligadas à estrutura eletrônica dos átomos, conforme descrito pelo modelo de Bohr. Essa experiência pode ser um poderoso recurso visual que facilita o domínio de conceitos abstratos, como transições eletrônicas. Com abordagem da fluorescência, a exposição a materiais distintos sob luz UV permite que os estudantes explorem e reconheçam a natureza das interações entre luz e a matéria. Por fim, a quimioluminescência com o luminol não apenas envolve os discentes em uma experiência visual intrigante, mas também os familiariza com aplicações práticas em áreas como a análise forense. Além disso, podem observar reações químicas em ação, criando uma conexão tangível entre teoria e prática e despertando sua curiosidade científica.

Os alunos podem demonstrar uma compreensão um pouco mais aprofundada das propriedades físicas e químicas do oxigênio e do enxofre. Espera-se que, após as atividades práticas, os estudantes consigam descrever como o oxigênio atua nas

reações de combustão e como o enxofre, quando queimado, forma compostos como o dióxido de enxofre (SO_2).

Os estudantes podem relacionar a presença de SO_2 na atmosfera com a formação de chuva ácida, identificando os efeitos prejudiciais em ecossistemas aquáticos e terrestres. Durante a discussão, os alunos podem mencionar como a chuva ácida resulta da interação entre o SO_2 e a água, formando ácidos sulfúrico e sulfuroso, e seus impactos no solo e na qualidade da água.

Será esperado que os alunos apresentem uma análise crítica sobre as consequências da poluição atmosférica, especialmente provocada por atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis. Além disso, contextualizar que os gases SO_2 e SO_3 surgem na atmosfera desta forma:

- **Erupções vulcânicas:** Vulcões emitem grandes quantidades de SO_2 durante as erupções. O gás pode se oxidar na atmosfera, formando SO_3 .
- **Incêndios florestais:** A queima de vegetação pode liberar compostos de enxofre, incluindo SO_2 .
- **Processos biológicos:** Certos microrganismos produzem compostos sulfurosos, que podem liberar SO_2 em pequenas quantidades.
- **Queima de combustíveis fósseis:** A combustão de carvão e petróleo, especialmente em usinas de energia e indústrias, libera grandes quantidades de SO_2 . Esse gás pode reagir com oxigênio e formar SO_3 .
- **Processos industriais:** A indústria de refino de petróleo e a produção de metais e cimento também geram SO_2 como subproduto.

Eles podem debater soluções e políticas ambientais que mitiguem esses impactos.

Os alunos terão a oportunidade de refletir sobre práticas sustentáveis que possam ser implementadas em sua rotina diária para minimizar a poluição e seus efeitos. Essa conscientização é crucial para formar cidadãos mais responsáveis e informados. A oficina temática proporciona uma rica oportunidade para que os alunos explorem a química de dois elementos cruciais: oxigênio e enxofre. A relação intrínseca desses elementos com os fenômenos ambientais, especialmente a chuva ácida, foi um eixo central nas atividades realizadas. Durante as discussões, os alunos podem perceber como a atividade humana tem intensificado a concentração de SO_2 na atmosfera, contribuindo para a formação de chuva ácida. Será possível observar

que áreas com maior industrialização são frequentemente avassaladas por esse fenômeno, evidenciando a necessidade de políticas públicas eficazes para controlar a emissão de poluentes. Adicionalmente, ao estudar as propriedades do oxigênio, os alunos entendem sua relevância não apenas em processos naturais, como a respiração, mas também em reações que transformam a energia, bem como sua participação nas dinâmicas de combustão que geram poluentes atmosféricos. Essa interconexão entre reações químicas e suas consequências ambientais a partir da exploração experimental torna-se uma ferramenta poderosa para o ensino de química, alinhando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Os debates que podem surgir em torno das implicações ambientais e dos cuidados necessários para preservar a qualidade do ar e da água reforçaram a ideia de que a educação em química deve transcender o espaço da sala de aula, abordando questões contemporâneas que afetam a saúde do planeta e da sociedade

Os alunos demonstram uma compreensão da hidrólise da ureia, à medida que experimentam a reação em um ambiente controlado. Pode-se observar que alguns estudantes serão capazes de identificar os produtos da reação - amoníaco e ácido carbônico - e relacioná-los ao fenômeno da poluição e suas implicações para a qualidade da água.

Durante a oficina, medições de pH mostraram que a hidrólise da ureia resulta em um aumento significativo na alcalinidade das amostras de água, corroborando a teoria de que a presença de ureia, especialmente em ambientes com poluentes, pode agravar o problema da contaminação aquática. Essa descoberta pode levar os alunos a refletirem sobre os impactos da aplicação excessiva de fertilizantes agrícolas, que frequentemente contêm ureia.

A oficina favorece discussões interdisciplinares, onde os alunos podem relacionar os efeitos da hidrólise da ureia não apenas com a química, mas também com temas de biologia e ecologia. As discussões frequentemente abordam como o acúmulo de amoníaco pode afetar a fauna aquática, especialmente em ecossistemas vulneráveis.

A adição da oficina temática sobre o teste do biureto, utilizando íons cobre em meio alcalino para a análise de proteínas em alimentos como batata, carne suína, leite e gelatina, complementa de maneira significativa as experiências anteriores, enriquecendo ainda mais a compreensão dos alunos sobre a química dos compostos

alimentares e suas interações. Esta atividade prática não apenas explora as propriedades químicas das proteínas e a qualidade nutricional dos alimentos que consumimos diariamente. Através do teste do Biureto, os alunos podem observar a formação de complexos com íons cobre, o que permite identificar a presença de proteínas nas amostras testadas. Essa prática não apenas desperta o interesse dos estudantes pela química dos alimentos, mas também incentiva uma reflexão crítica sobre a composição, a análise e identificação de proteínas. Além da importância da rotulagem e o impacto da produção alimentar no meio ambiente. Ao relacionar os princípios químicos do teste de Biureto com temas como a sustentabilidade na indústria alimentícia, os alunos podem considerar que a química pode contribuir para uma alimentação mais saudável e consciente. Os feedbacks obtidos a partir dessa oficina podem contribuir para um aumento na conscientização dos alunos sobre a importância de uma dieta equilibrada e a necessidade de práticas sustentáveis na produção e consumo de alimentos. Essa abordagem contextualizada e prática possibilita que os estudantes percebam a relevância da química não apenas como um campo de estudo, mas também como uma ferramenta poderosa para atuar ativamente em suas comunidades e no mundo.

6. CONCLUSÃO

As oficinas temáticas experimentais que serão implementadas neste estudo demonstrarão que o uso de práticas educativas que conectarão a teoria com a realidade cotidiana dos alunos enriquecerá o processo de ensino-aprendizagem. Ao se trabalhar com temas como o teste de chama, fluorescência e quimioluminescência, será possível gerar um ambiente propício à curiosidade e à exploração, onde os estudantes observarão aplicações concretas de teorias químicas. A integração de conceitos relacionados ao modelo atômico de Bohr com experimentos práticos, por exemplo, facilitará a visualização e o entendimento das transições energéticas envolvidas nos processos químicos. A participação ativa dos alunos será estimulada pelo fato de que as experiências serão concebidas a partir de contextos.

Diante da escassez de propostas pedagógicas que conectarão teorias complexas a práticas experimentais em sala de aula, este trabalho refletirá a necessidade de os educadores adotarem metodologias que favorecerão a compreensão integrada do conteúdo. A promoção de oficinas práticas e contextualizadas não apenas enriquecerá a formação científica dos alunos, mas também os preparará para serem cidadãos críticos que compreenderão os fundamentos químicos que governarão o mundo ao seu redor. Portanto, a experiência apresentada contribuirá para o avanço do ensino de Ciências e abrirá novas possibilidades para o desenvolvimento de práticas educativas que tornarão o aprendizado mais acessível e relevante.

Em resumo, as oficinas temáticas não apenas enriquecerão o aprendizado dos alunos sobre os conceitos químicos abordados, mas também os capacitarão a desenvolver habilidades que serão cada vez mais valorizadas em um mundo dinâmico e interconectado. A continuidade dessa prática educativa será fundamental para garantir que os estudantes não apenas compreendam a Química, mas também estejam preparados para atuar de maneira proativa e crítica em suas comunidades e na sociedade. Assim, a educação em Química tornar-se-á uma ferramenta poderosa para a transformação e a sustentabilidade, alinhando a prática pedagógica às necessidades e desafios da atualidade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. C. F. S.; CUNHA, J. M.; LORENZETTI, L. Ensino de química na perspectiva da alfabetização científica e tecnológica. **Educação Química em Ponto de Vista**, Foz do Iguaçu, PR, v. 6, p. 1-22, 2022. (Seção Pesquisa em Ponto de Vista). Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/3443/3243>. Acesso em: 02 jun. 2024.

ALMEIDA, F. S. M. **Promovendo a alfabetização científica no ensino médio de uma escola pública estadual por meio de uma aula de campo no manguezal da UFES (Vitória, ES)**. 2021. 82 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Centro de Referência em Formação e Educação a distância, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2021. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/1925/DISSERTACÃO_Promovendo_a_Alfabetização_Científica_no_Ensino_Médio_de_uma_Escola_Pública_Estadual_por_meio_de_uma_Aula_de_Campo_no_Manguezal_da_UFES_%28Vitória%2cES%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 maio 2024.

ANDRADE, R. S.; VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciênc. educ.**, Bauru, SP, v. 23, n. 2, p. 507-522, abr./jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SW4j3nYTyKTTGtbqJdrRDCw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 maio 2024.

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. (Lei da Reforma do Ensino Médio). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 154, n. 35, p. 1-3, 17 fev. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 02 abr. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional (LDB). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 134, n. 248, p. 27833-27841, 23 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l9394.htm. Acesso em: 12 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 15 jan. 2023.

CAMAS, N. P. V.; LAMBACH, M.; SOUZA, F. R. A. Interdisciplinaridade e alfabetização científica: um ensaio sobre os dois lados da mesma moeda. **Ensino em Revista**, Uberlândia, MG, v. 28, e017,2021. DOI: <https://doi.org/10.14393/ER-v28a2021-17>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/60504/31388>. Acesso em: 22 maio 2024.

CAVALCANTI, D. R; BARROS, R. M. Escondendo manchas de sangue em locais de crime: análise da ação antioxidante dos chás verde e preto sobre o luminol. **Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, Ribeirão Preto, SP, v. 6, n. 1, p. 47- 60, 2016. DOI: [http://dx.doi.org/10.17063/bjfs6\(1\)y201647](http://dx.doi.org/10.17063/bjfs6(1)y201647). Disponível em: <https://bjfs.org/bjfs/bjfs/article/view/617/2426>. Acesso em: 15 nov. 2024.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 2, p. 109-123, ago. 2003. (Seção Artigos). Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/542/337>. Acesso em: 13 maio 2024.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 65 ed. Rio de Janeiro; São Paulo: Paz e Terra, 2018. 256 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6021142/mod_resource/content/1/E4%20-%20Texto%201.pdf. Acesso em: 17jun. 2024.

GARCÊS, A. K. **Oficinas temáticas no desenvolvimento do ensino da química para alunos do ensino médio**.2016. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológico, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1315/1/Ana%20Karina%20Macedo%20%20Garcês.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2024.

GONÇALVES, R. P.N.; GOI, M. E. J. **Experimentação no ensino de química na educação básica: literatura**. Revista Debates em Ensino de Química, Recife, PE, v. 6, n. 1, p.136-152, 2020. (Debates em Ensino e Aprendizagem da Química). Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2627/482483489>. Acesso em: 27 jun. 2024.

LEITE, S. Q. M.; BRASIL, E. D. F.; TERRA, V. R.; CASSANI, J. E. Abordagem temática e sequência didática no ensino de Química: construção de uma visão crítica da Ciência. *In*: LEITE, S. Q. M. (org.). **Práticas experimentais investigativas em ensino de ciências**: caderno de experimentos de Física, Química e Biologia - espaços de educação não formal - reflexões sobre o ensino de ciências. Vitória, ES: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo; Secretaria de Estado de Educação do Espírito Santo, 2012. (Cap. 5, p. 41-46).Disponível em: https://educimat.ifes.edu.br/images/stories/Publicações/Livros/lfes_Livro-Praticas-Experimentais-2012.pdf. Acesso em: 19 jun. 2024.

LIMA, N. W.; VAZATA, P. A. V.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H.; MORAES, A. Educação em ciências nos tempos de pós-verdade: reflexões

metafísicas a partir dos estudos das ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC**, Belo Horizonte, MG, v. 19, p. 155–189. 2019. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u155189>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4933/9956>. Acesso em: 27 maio 2024.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, MG, v. 3, n. 1, p. 45-61, jan/jun 2001. (ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências). DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030104>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/N36pNx6vryxdGmDLf76mNDH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 jun. 2024.

LOTTA, G. S.; BAUER, M.; JOBIM, R. MERCHÁN, C. R. Efeito de mudanças no contexto de implementação de uma política multinível: análise do caso da reforma do ensino médio no Brasil. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 55, n. 2, mar./abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-761220190159>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/kg3BXvSKdznWmVQcFBQqNGg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 jun. 2024.

MACHADO, M. V. **A química medicinal como ferramenta didática interdisciplinar no ensino de química**. 2023. 149 f. Dissertação (Mestrado em Química em Rede Nacional) – Departamento de Química, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2023. DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.050>. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/d1717130-6f86-41f8-803c-cca2febc4328/content>. Acesso em: 17 jul. 2024.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, MG, v. 7, n. 1, 2008. DOI: <https://doi.org/10.14393/REE-v7n12008-20391>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20391/10861>. Acesso em: 12 ago. 2024.

MENEZES, E.T; SANTOS, T. H. Verbete paradidáticos. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2001. Disponível em: <https://educabrasil.com.br/paradidaticos/>. Acesso em: 17 jul. 2024.

MICELI, B. S.; ROCHA, M. B. Utilização de recursos de divulgação científica na prática de docentes de ciências naturais. **Revista Praxis**, Volta Redonda, RJ, v. 15, n. 29, p. 1-17, 2023. DOI: <https://doi.org/10.47385/praxis.v15.n29.4190>. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/4190/3040>. Acesso em: 10 jan. 2025.

PINHEIRO, J.L.; UCHÔA, C.M.A; BASTOS, O.M.P.; BARBOSA, A. S. Conteúdo de parasitologia nas provas do ENEM: uma análise de 22 anos (1998 a 2019). **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio (REnBio)**, Florianópolis, SC, v. 13, n. 1, jul/2020. DOI: <https://doi.org/10.46667/renbio.v13i1.323>. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/323>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SANTOS, C. S. **A experimentação no ensino de química: reflexões a partir dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química” da Revista Química Nova na Escola no período de 2014-2018.** 2019. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2019. Disponível em: https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2424/1/tcc_cristianedasilvasantos.pdf. Acesso em: 13 set. 2024.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de química: principais abordagens, problemas e desafios. **Rev. Eletrônica Pesquiseduca**, Santos, SP, v. 12, n. 26, p. 180-207, jan/abr2020. (Seção: Pedagogia Universitária, Políticas de Currículo e Práticas Pedagógicas). Disponível em: <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940/pdf>. Acesso em: 02 jun. 2024.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 16, n. 1, p. 59-77, mar/2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 21 maio 2024.

SILVA, V. G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências.** 2016. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química). – Departamento de Química, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/5ae3d3a1-4e3f-42c6-8e91-1a6932fb42d5/content>. Acesso em: 02 maio 2024.

SILVA JÚNIOR, E. A.; RIBEIRO, M. T. D. A pós-verdade em ciências: influências da contemporaneidade. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, MT, v. 12, e24040, jan/dez, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.17499>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/17499/13872>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SIQUEIRA, R. M.; ARAÚJO, F. S.; FREITAS, G. M. C Alfabetização científica no ensino de química na Educação de Jovens e Adultos: analisando um livro didático. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, Santo Ângelo, RS, v. 11, n. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31512/encitec.v11i3.44>. Disponível em: <https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/44/285>. Acesso em: 17 maio 2024.

TRIGUEIRO, E. S.O. Breve contextualização da educação brasileira. **Educação em Debate**, Fortaleza, CE, v. 38, n. 72 - jul./dez. 2016. (Seção Artigos). Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/23135/1/2016_art_esotrigueiro.pdf. Acesso em: 17 jun. 2024.

WINKLER, M. E. G.; SOUZA, J. R. B.; SÁ, M. B. Z. A utilização de uma oficina de ensino no processo formativo de alunos de ensino médio e de licenciandos. **Quím. nova esc.**, São Paulo, SP, v. 39, n. 1, p. 27-34, fev./2017. (Seção Espaço Aberto). DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160057>. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_1/06-EA-21-15.pdf. Acesso em: 04 jun. 2024.

APÊNDICE A - APOSTILA PARA O PROFESSOR
Apostila do professor

Ionny Alves Silva
Universidade Federal de Viçosa- UFV
Viçosa, 2024

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: | 75 |
| Química Atomística Oficina Temática I..... | 76 |
| 1.1. Aula Experimental 1: Teste de Chamas..... | 77 |
| 1.2. Aula Experimental 2 - Teste de Fluorescência..... | 79 |
| 1.3. Aula Experimental 3: Reação de Quimioluminescência com Luminol..... | 82 |
| Química Ambiental Oficina Temática II..... | 85 |
| 1.4. Aula Experimental 1: Chuva ácida..... | 86 |
| Química da Vida Oficina Temática III..... | 94 |
| 1.5. Aula Experimental 1: Identificação de Proteínas com o Uso do Íon Cu^{2+} (Teste do biureto)..... | 95 |
| 1.6. Aula Experimental 2: Catálise da Hidrólise da Ureia em Urina..... | 100 |

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS:

Química Atomística

Oficina Temática I

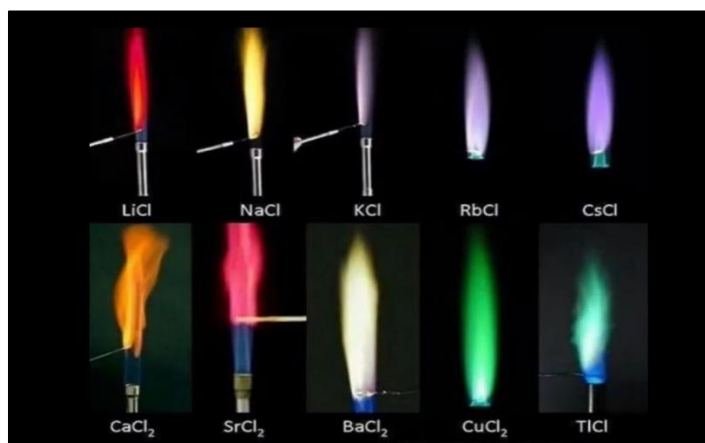
1.1. Aula Experimental 1: Teste de Chamas

➤ Introdução

A oficina temática sobre Química Atomística aborda conceitos fundamentais da estrutura atômica, com ênfase no modelo de Bohr. O modelo de Bohr, proposto em 1913, é uma representação do átomo que descreve os elétrons orbitando o núcleo em camadas discretas de energia. Quando um elétron absorve energia, ele pode transitar para um nível de energia mais alto; ao retornar para um nível mais baixo, essa energia é liberada na forma de luz visível. Essa emissão de luz, característica de cada elemento, é explicada pela diferença de energia entre os níveis eletrônicos (Atkins; Jones, 2011).

O teste de chama é um método qualitativo simples e eficaz para identificar a presença de determinados metais em uma amostra. A cor característica emitida pela chama ocorre devido à excitação dos elétrons dos átomos desses metais, que, ao retornarem ao estado fundamental, liberam energia na forma de luz visível. Essa prática demonstra a quantização de energia nos átomos e permite relacionar a cor observada com a estrutura eletrônica de cada elemento, como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 - Cores emitidas pelos íons metálicos no teste de chama



Fonte: BetaEQ (2024)

➤ **Objetivo**

Demonstrar a emissão de cores distintas por diferentes elementos químicos, utilizando sais metálicos.

➤ **Materiais Necessários:**

- Cloreto de lítio (LiCl)
- Cloreto de sódio (NaCl)
- Sulfato de cobre (CuSO₄)
- Cloreto de estrôncio (SrCl₂)
- Fios de platina
- Bico de Bunsen
- Solução de HCl diluído

➤ **Procedimento:**

1. Com a ajuda da pinça de madeira, segure uma das pontas do fio de níquel-cromo.
2. Com a outra ponta do fio, em formato de círculo, pegue a amostra de um dos sais e coloque-a em contato com a chama do bico de Bunsen. A cor da chama irá se alterar.
3. Após o procedimento, limpe bem o fio de níquel-cromo com água destilada e repita o procedimento para os outros sais.
4. Anote a cor obtida para cada sal.

➤ **Questionário para Discussão:**

1. O que é luz do ponto de vista físico?
2. Vocês já notaram que algumas substâncias fazem a chama do fogo mudar de cor? O que acham que causa essas diferentes cores?
3. Por que alguns animais, como vagalumes e águas-vivas, conseguem emitir luz? Como acham que isso acontece?
4. Já ouviram falar de substâncias que emitem luz após absorver energia?
5. Já ouviram falar sobre lâmpadas fluorescentes? Sabem como elas funcionam e por que emitem luz?

6. Compare os experimentos realizados com a emissão de luz observada em interruptores elétricos e enfeites de parede.
7. Por que a Ciência necessita de modelos para explicar os fenômenos?
8. Os modelos atômicos de Dalton e Thomson podem explicar o fenômeno da luminescência? Explique.
9. Quais evidências experimentais não podiam ser explicadas com os modelos atômicos anteriores ao de Bohr?
10. Em que medida o modelo de Bohr explica a luminescência?

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BETAEQ. “**O teste de chama consiste em levar diferentes amostras de sais ao fogo, para que, por meio da coloração das chamas, seja possível identificar o elemento presente em cada composto.**”. São Paulo, SP, 10 mar. 2024. LinkedIn: BetaEQ. Disponível em: https://www.linkedin.com/posts/betaeq_o-teste-de-chama-consiste-em-levar-diferentes-activity-7174146387364700161-WSFt/?originalSubdomain=pt. Acesso em: 15 nov. 2024.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: A Ciência Central**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Quantitativa**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

1.2. Aula Experimental 2 - Teste de Fluorescência

➤ Introdução

A fluorescência é um fenômeno físico-químico em que algumas substâncias emitem luz visível quando expostas à radiação ultravioleta. Este fenômeno ocorre devido à excitação de elétrons em determinados átomos ou moléculas, que absorvem energia e, ao retornar ao estado fundamental, liberam parte dessa energia na forma

de luz visível. O estudo da fluorescência está intimamente relacionado com conceitos de estrutura atômica e transições eletrônicas.

Este experimento tem como objetivo demonstrar a fluorescência em materiais comuns e explorar os conceitos de absorção de energia e emissão de luz.

Os fenômenos de fluorescência podem ser explicados com base na teoria atômica, que descreve a distribuição de elétrons em camadas ou níveis de energia. Quando um átomo ou molécula absorve a energia da luz UV, seus elétrons são excitados para níveis de energia mais altos. Ao retornar ao estado fundamental, a energia é liberada na forma de luz visível, resultando na fluorescência. A clorofila, por exemplo, contém moléculas de porfirina que absorvem luz e emitem fluorescência de coloração avermelhada devido à sua estrutura eletrônica única.

Figura 13 - Materiais utilizados no experimento do Teste de Fluorescência da Aula Experimental 2



Fonte: Google Imagens (2024)

➤ **Materiais Necessários**

- Lâmpada UV (luz negra)
- Clorofila (extraída de folhas verdes)
- Ovos de casca marrom
- Água tônica
- Comprimido do complexo B
- Béquers
- Pipetas ou conta-gotas
- Acetato de etila (10 mL)
- Ácido clorídrico
- Luvas e óculos de proteção

➤ Procedimento Experimental

Extração da Clorofila

1. Triture folhas verdes em um pilão com um pouco de acetato de etila.
2. Coe a solução para separar o extrato de clorofila.
3. Armazene o extrato em um recipiente transparente.

Preparação dos Outros Materiais

4. Coloque as cascas de ovo marrom em um béquer com 10 mL de solução de ácido clorídrico.
5. Despeje uma quantidade de água tônica em um recipiente separado.
6. Triture um comprimido do complexo B e dissolva em um pequeno volume de água.

Realização do Experimento

7. Apague as luzes do ambiente e ligue a lâmpada UV.
8. Coloque a lâmpada sobre cada amostra (extrato de clorofila, ovo de casca marrom, água tônica e solução de complexo B).
9. Observe e registre a cor da fluorescência emitida por cada material.

Figura 14 - Resultado esperado para o experimento do Teste de Fluorescência



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

➤ Questionário para Discussão:

1. Explique por que alguns materiais fluorescem sob luz UV.
2. Qual é a relação entre a fluorescência observada e a estrutura atômica das substâncias testadas?

3. Por que a clorofila emite luz vermelha sob luz UV?
4. Explique o mecanismo pelo qual a água tônica apresenta fluorescência.
5. Qual é a importância da excitação eletrônica no fenômeno da fluorescência?

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

SILVA, C. A.; MOREIRA, M. L. **Química e Fenômenos Ópticos**: A Ciência da Luz. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. **Fluorescence**: Principles and Applications. Washington, DC: ACS Publications, 2019.

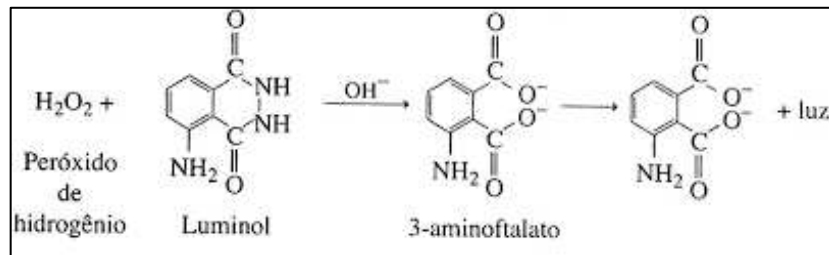
1.3. Aula Experimental 3: Reação de Quimioluminescência com Luminol

➤ Introdução

A quimioluminescência é um fenômeno no qual a energia liberada por uma reação química é emitida na forma de luz, sem necessidade de uma fonte externa de luz. Um exemplo conhecido é a reação do luminol, que emite um brilho azul característico quando reage com um agente oxidante na presença de um catalisador. Esse experimento é uma forma prática de ilustrar conceitos de transições eletrônicas e a liberação de energia, integrando a teoria atômica com fenômenos observáveis.

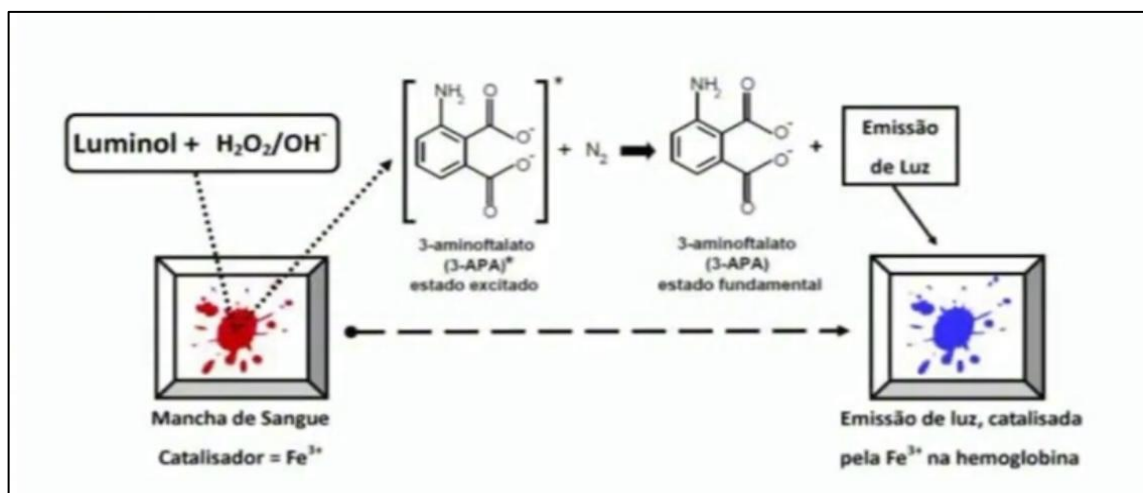
A quimioluminescência envolve a excitação de moléculas sem a necessidade de radiação externa, como no caso da fluorescência. Durante a reação do luminol com o peróxido de hidrogênio na presença de um catalisador, ocorre a oxidação do luminol. Isso leva à formação de uma molécula excitada que, ao retornar ao estado fundamental, libera energia na forma de luz visível. Esse fenômeno exemplifica a conversão de energia química em energia luminosa, destacando as transições de elétrons entre diferentes níveis de energia.

Figura 15 - Preparação da solução de luminol com peróxido de hidrogênio



Fonte: Química Forense (2020)

Figura 16 - Reação da solução de luminol a amostra de sangue



Fonte: Cavalcanti e Barros (2016)

➤ Objetivos

- Demonstrar a reação de quimioluminescência utilizando luminol.
- Compreender a relação entre reações químicas e a emissão de luz.
- Explorar como a energia é absorvida e liberada em transições eletrônicas.

➤ Materiais Necessários

- Luminol em pó.
- Peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 3%.
- Solução de hidróxido de sódio (NaOH) diluída.
- Sangue de boi (contém o íon Fe).
- Água destilada.
- Béqueres

- Placa de Petri.
- Bastão de vidro para mistura.
- Luvas e óculos de proteção.

➤ Procedimento Experimental

Preparação da Solução de Luminol

1. Dissolva uma pequena quantidade de luminol em um béquer com água destilada.
2. Adicione algumas gotas de solução de NaOH para criar um meio alcalino.

Preparação do Agente Oxidante

3. Em outro béquer, adicione peróxido de hidrogênio (H_2O_2).
4. Misture algumas gotas de sangue da amostra.

Realização da Reação

5. Em um ambiente escuro, despeje a solução de luminol no béquer com peróxido de hidrogênio e a solução de sangue.
6. Observe a luz azul emitida pela reação e registre suas observações.

➤ Questionário para Discussão

1. O que é quimioluminescência e como ela difere da fluorescência?
2. Quais são os papéis do luminol, do peróxido de hidrogênio e do sulfato de cobre na reação?
3. Como a energia liberada pela reação é convertida em luz?
4. Quais outras reações químicas ou fenômenos naturais envolvem a quimioluminescência?
5. Como a teoria atômica explica a emissão de luz durante a reação?

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; DE PAULA, J. **Físico-Química**. 10^a ed. São Paulo: Bookman, 2018.

CAVALCANTI, D. R; BARROS, R. M. Escondendo manchas de sangue em locais de crime: análise da ação antioxidante dos chás verde e preto sobre o luminol.

Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics, Ribeirão Preto, SP, v. 6, n. 1, p. 47- 60, 2016. DOI: [http://dx.doi.org/10.17063/bjfs6\(1\)y201647](http://dx.doi.org/10.17063/bjfs6(1)y201647).

Disponível em: <https://bjfs.org/bjfs/bjfs/article/view/617/2426>. Acesso em 15 nov. 2024.

SILBERBERG, M. S. **Química: A Natureza Molecular da Matéria e das Suas Transformações**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SÍNTESE do Luminol. **Química Forense**, Blog dedicado a amantes da química, em especial, com o uso dessa ciência na investigação criminal, 2020. Disponível em: <https://forensichemistry.science.blog/luminol/luminol/>. Acesso em: 15 nov. 2024.

ZUMDAHL, S. S.; ZUMDAHL, S. A. **Chemistry**. 9th ed. Belmont: Cengage Learning, 2014.

Química Ambiental

Oficina Temática II

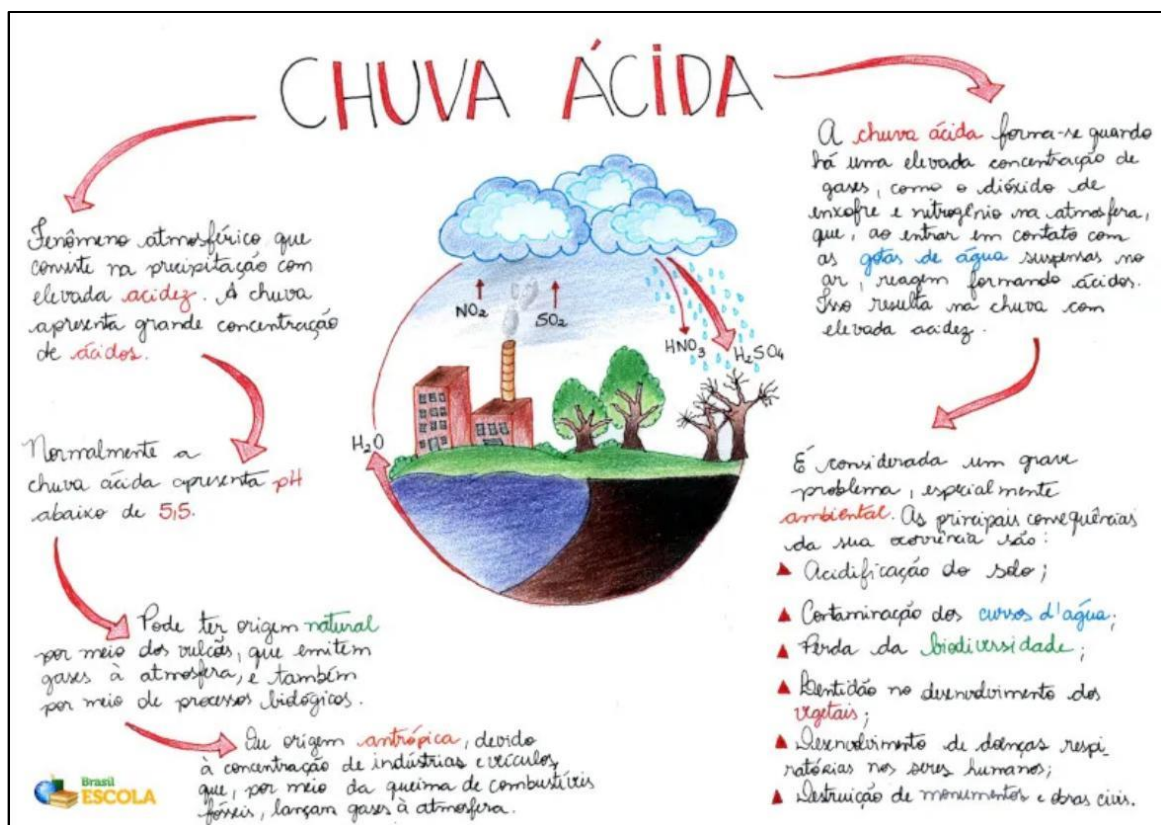
1.4. Aula Experimental 1: Chuva ácida

➤ Introdução

A chuva ácida é uma das consequências da poluição do ar, originada pela emissão de óxidos de enxofre (SO_2) e de nitrogênio (NO_x) que, em contato com a umidade da atmosfera, formam ácidos e precipitam. Este experimento visa demonstrar a obtenção de oxigênio e verificar suas propriedades oxidantes, assim como investigar as propriedades do enxofre e sua reação para formar ácido sulfuroso (H_2SO_3).

A prática ressalta a importância do entendimento das reações químicas para o estudo de impactos ambientais, que promove o entendimento de processos químicos em contextos ambientais, destacando a importância da sustentabilidade e do uso responsável dos recursos naturais. A chuva ácida e sua formação relacionam-se diretamente aos conteúdos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, desenvolvendo a análise crítica e a conscientização ambiental nos alunos.

Figura 17 - Formação da Chuva ácida e suas consequências



Fonte: Sousa (2015)

➤ **Objetivos**

- Obter oxigênio e verificar suas propriedades oxidantes.
- Verificar as propriedades do enxofre e suas reações com oxigênio.
- Demonstrar a formação do ácido sulfúrico e relacioná-lo ao fenômeno da chuva ácida.
- Relacionar o experimento à temática ambiental e às competências da BNCC.

➤ **Materiais Necessários**

- Água destilada;
- Água oxigenada
- Óxido de manganês (IV);
- Enxofre;
- Cloreto de bário;
- Balança semi analítica;
- Espátulas;
- Papel toalha;
- Papel indicador universal;
- Fósforo;
- Haste universal e garras;
- Bico de Bunsen;
- Tubos de ensaio;
- Balão de fundo redondo e rolha de borracha;
- Bacia de plástico ou cápsula de porcelana grande;
- Vidro de relógio;
- Pinça de madeira;
- Palitos de madeira;
- Béquers;

➤ **Procedimento Passo a Passo:**

Preparação do Material:

1. Organize todos os materiais na bancada de trabalho.

2. Coloque os tubos de ensaio, balão de fundo redondo, e béquer sobre a bancada de modo seguro.
3. Meça e pese aproximadamente 2g de enxofre utilizando a balança semi-analítica.
4. Coloque o enxofre em um vidro de relógio e reserve.

Preparação do Reator (Balão de Fundo Redondo):

5. Coloque cerca de 200 mL de água destilada no balão de fundo redondo.
6. Adicione 10 mL de água oxigenada 10 vol (H_2O_2) ao balão.
7. Utilize uma espátula para adicionar uma pequena quantidade (aproximadamente 0,5 g) de óxido de manganês (IV) ao balão. O óxido de manganês atua como catalisador na reação.

Figura 18 - Montagem experimental da chuva ácida



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

Início da Reação:

8. Coloque o balão de fundo redondo em uma posição segura e fixe-o usando a haste universal com garras.

9. Acenda o Bico de Bunsen e aqueça levemente o balão de fundo redondo para acelerar a reação. Lembre-se de não aquecer em excesso, pois a reação de liberação de dióxido de enxofre é exotérmica e pode liberar gases rapidamente.

Adição do Enxofre:

10. Deixe o balão reagir por alguns minutos para que a solução com a água oxigenada e óxido de manganês comece a liberar gases.
11. Adicione aos poucos o enxofre em pó no balão de fundo redondo, com o auxílio de uma espátula. Isso iniciará a formação do dióxido de enxofre (SO_2).

Figura 19 - O enxofre em combustão dentro do balão volumétrico que contém gás oxigênio formando o dióxido de enxofre



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

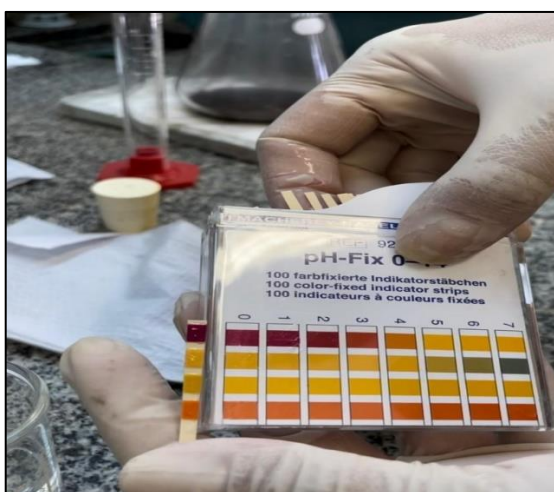
Observação da Reação:

12. À medida que o enxofre é adicionado, você observará a liberação de gás dióxido de enxofre (SO_2). O dióxido de enxofre é um gás incolor e com forte odor característico.
13. Use a pinça de madeira para afastar os palitos de madeira ou para manusear o material, evitando o contato direto com o gás

Controle da Formação do Gás:

14. Em seguida, coloque a rolha de borracha no balão de fundo redondo, de modo a aprisionar o gás no interior do balão. Esse procedimento é importante para concentrar o SO₂ formado e facilitar as observações.
15. Meça o pH do gás SO₂ utilizando o papel indicador universal. O SO₂ dissolve-se em água formando ácido sulfuroso (H₂SO₃), que é ligeiramente ácido.

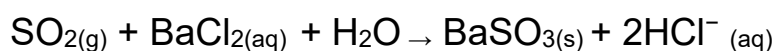
Figura 20 - Verificação do pH igual a 1, confirmando a formação do ácido sulfúrico a partir da reação entre o dióxido de enxofre e água oxigenada



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

Análise e Testes do Gás:

16. Após a formação do SO₂, retire a rolha e passe o gás para um tubo de ensaio contendo uma solução de cloreto de bário (BaCl₂). O dióxido de enxofre reagirá com o cloreto de bário formando um precipitado branco de sulfato de bário (BaSO₄), como mostrado pela equação:



Se a reação for positiva, o precipitado branco de BaSO₃ indicará a presença do dióxido de enxofre.

Observação Final:

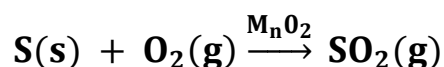
17. Após a reação de formação do sulfato de bário, descarte o conteúdo do tubo de ensaio adequadamente.
18. Faça a limpeza de todos os utensílios usados com água destilada e guarde-os adequadamente.

Considerações Importantes:

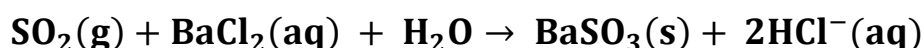
- A reação do dióxido de enxofre é exotérmica, o que significa que a formação do gás liberará calor. Tenha cuidado ao manusear os materiais.
- O dióxido de enxofre formado é um gás tóxico e irritante. Realize a experiência em uma capela ou local bem ventilado.
- O dióxido de enxofre reage com a água formando o ácido sulfuroso, o que pode alterar o pH da solução. Use o papel indicador para confirmar a acidez

Reações Envolvidas:

- Formação do dióxido de enxofre (SO₂):



- Reação do dióxido de enxofre com o cloreto de bário:



➤ **Procedimento Experimental**

Obtenção de Oxigênio e Verificação de Propriedades:

1. Coloque uma pequena quantidade de peróxido de hidrogênio em um tubo de ensaio.
2. Adicione uma pequena quantidade de catalisador (como dióxido de manganês, MnO₂) para liberar oxigênio.
3. Teste a propriedade oxidante do oxigênio acendendo um palito e introduzindo-o levemente apagado no tubo. O oxigênio deve reacender a brasa.
4. 4.2 Reação do Enxofre com Oxigênio e Formação de SO₂
5. Coloque uma quantidade de enxofre em pó em uma cápsula de porcelana.

6. Acenda o enxofre usando uma pinça e uma chama aberta (por exemplo, um Bico de Bunsen).
7. Cubra a cápsula com um recipiente de vidro e observe a formação do gás dióxido de enxofre (SO_2).

Formação da Chuva Ácida

8. Adicione água destilada ao recipiente contendo SO_2 .
9. Agite suavemente o recipiente fechado para dissolver o SO_2 na água, formando ácido sulfuroso (H_2SO_3).
10. Exponha a solução ao ar para permitir a oxidação e a formação de ácido sulfúrico (H_2SO_4).
11. Adicione algumas gotas de fenolftaleína para verificar o pH da solução ácida.

➤ **Questões para Discussão**

1. Quais propriedades oxidantes do oxigênio foram observadas?
2. Como o enxofre se comporta ao reagir com o oxigênio?
3. O que a formação de ácido sulfuroso demonstra em relação à chuva ácida?
4. Quais impactos ambientais são causados pela precipitação ácida?
5. Quais ações podem ser tomadas para mitigar a emissão de SO_2 na atmosfera?

Propriedades do Oxigênio e do Enxofre

- **Oxigênio:** É um elemento altamente reativo e essencial para a combustão e processos de oxidação. Sua propriedade oxidante é verificada pela capacidade de reavivar uma brasa.
- **Enxofre:** Apresenta-se como um sólido amarelo que, ao reagir com o oxigênio, forma SO_2 , um gás ácido que contribui para a formação da chuva ácida.

Este experimento aborda uma competência da BNCC, que promove o entendimento de processos químicos em contextos ambientais, destacando a importância da sustentabilidade e do uso responsável dos recursos naturais. A chuva ácida e sua formação relacionam-se diretamente aos conteúdos de Ciências da

Natureza e suas Tecnologias, desenvolvendo a análise crítica e a conscientização ambiental nos alunos.

REFERÊNCIAS

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: A Ciência Central**. 12ª ed. São Paulo: Pearson, 2017.

MASTERTON, W. L.; HURLEY, C. N. **Química Geral**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

SMITH, R. L. **Environmental Chemistry**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2012.

SOUSA, R. "Chuva ácida". **Brasil Escola**, 2015. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/chuvaacida.htm>. Acesso em: 15 de novembro de 2024.

Química da Vida

Oficina Temática III

1.5. Aula Experimental 1: Identificação de Proteínas com o Uso do Íon Cu^{2+} (Teste do biureto)

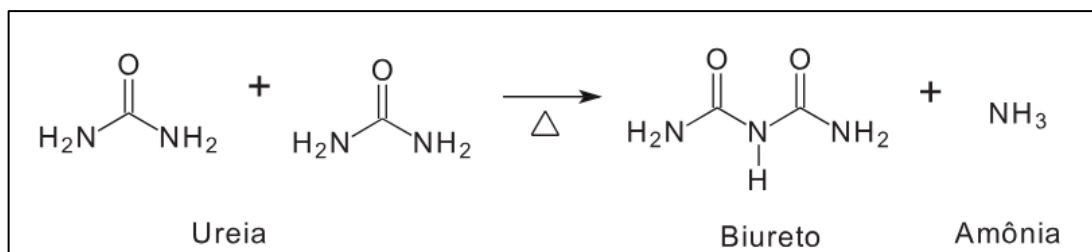
➤ Introdução

O teste do Biureto é uma técnica clássica utilizada na identificação de proteínas em soluções. Este teste baseia-se na reação do íon cúprico (Cu^{2+}) com as ligações peptídicas das proteínas, formando um complexo colorido que pode ser observado visualmente. No teste do Biureto, a solução de cobre (II) é reduzida na presença de proteínas, dando uma coloração característica que varia do azul para o violeta, dependendo da concentração de proteínas presentes na amostra.

Este experimento visa promover a identificação de proteínas em diferentes substâncias alimentícias e biológicas, como leite, carne, clara de ovo, gelatina e batata, permitindo aos alunos uma compreensão prática da estrutura e da composição das proteínas. Ao observar as mudanças de cor, os alunos poderão relacionar a teoria com a prática e compreender a importância das proteínas na alimentação e no organismo.

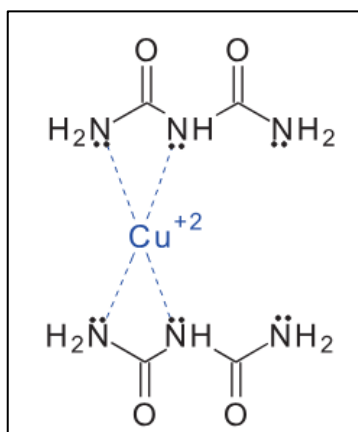
Além disso, o experimento proporciona uma aplicação prática da teoria sobre proteínas, permitindo que os alunos compreendam de forma interativa a natureza das proteínas presentes em diversos alimentos e substâncias biológicas. A utilização do teste do Biureto não só auxilia na identificação de proteínas, mas também no desenvolvimento de habilidades práticas no laboratório, como manipulação de soluções e observação de reações químicas.

Figura 21 - Reação da formação do biureto



Fonte: Almeida *et al.* (2013)

Figura 22 - Formação do complexo de Cobre com o biureto



Fonte: Almeida *et al.* (2013)

➤ **Objetivo**

O objetivo deste experimento é identificar a presença de proteínas em diferentes amostras biológicas e alimentícias (leite, carne, clara de ovo, gelatina e batata) utilizando o teste do Biureto. Através da reação do íon Cu^{2+} com as proteínas, espera-se que os alunos observem a mudança de cor nas soluções, comprovando a presença ou ausência de proteínas e correlacionando os resultados com a composição desses alimentos.

➤ **Materiais Necessários**

- Solução de CuSO_4 1% (sulfato de cobre)
- Solução de NaOH 10% (hidróxido de sódio)
- Leite
- Carne
- Clara de ovo
- Gelatina
- Batata
- Tubos de ensaio
- Pipetas
- Béqueres
- Espátula
- Balança semi-analítica (para medir as amostras)

- Água destilada
- Vidro de relógio
- Papel toalha
- Bastão de vidro
- Pipeta graduada

➤ Procedimento Experimental

Preparação das Amostras:

1. Coloque aproximadamente 5 mL de leite, carne, clara de ovo, gelatina e batata em tubos de ensaio distintos.
2. Caso a amostra seja sólida (como carne, gelatina ou batata), utilize uma espátula para triturar o material e dissolver o máximo possível em 5 mL de água destilada. Para as amostras líquidas (como o leite e a clara de ovo), essa etapa não será necessária.

Preparação da Solução de Biureto:

3. Em um béquer, prepare a solução de Biureto, misturando 1% de solução de CuSO_4 (sulfato de cobre) com 10% de solução de NaOH (hidróxido de sódio). Misture bem até obter uma solução homogênea. Esta solução deverá ser preparada antes de iniciar o experimento.

Adição da Solução de Biureto:

4. Com o auxílio da pipeta, adicione 2-3 gotas da solução de Biureto ($\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$) em cada tubo de ensaio contendo as amostras.
5. Agite levemente os tubos para garantir que a solução de Biureto se misture bem com as amostras.

Observação da Reação:

6. Observe a mudança de cor que ocorre após a adição da solução de Biureto. A presença de proteínas será indicada pela formação de uma coloração violeta, que é uma característica do complexo formado entre os íons Cu^{2+} e as ligações peptídicas das proteínas.

7. Se não houver proteínas na amostra, a solução permanecerá com a cor azul (cor da solução de Biureto sem proteínas).

Controle e Comparações:

8. Realize o teste de controle utilizando um tubo de ensaio com apenas a solução de Biureto e observe que ele permanecerá azul.
9. Compare as amostras de leite, carne, clara de ovo, gelatina e batata para identificar quais possuem proteínas.

Análise de Resultados:

10. Registre a coloração observada para cada amostra. Amostras que apresentarem coloração roxa indicam a presença de proteínas. Caso a cor permaneça azul, significa que a amostra não contém proteínas detectáveis.

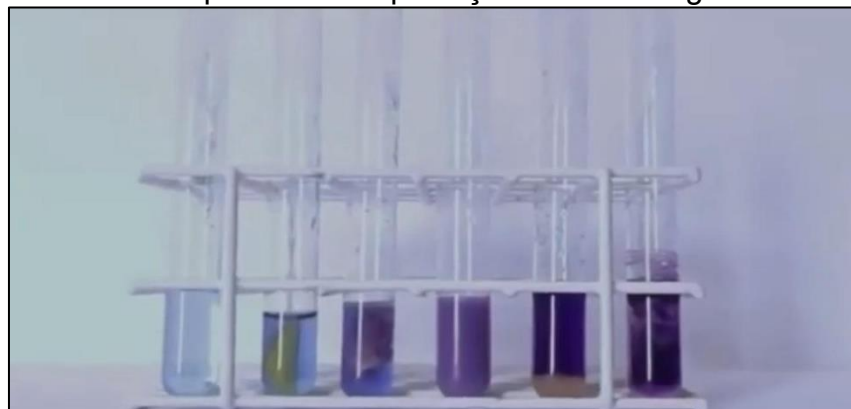
Reações Envolvidas

11. A reação do teste do Biureto pode ser representada pela seguinte equação química, onde as ligações peptídicas das proteínas reagem com os íons Cu^{2+} para formar um complexo colorido:



A solução de Cu^{2+} (azul) se liga às ligações peptídicas da proteína, formando um complexo cúprico-pele e resultando na coloração violeta.

Figura 23 - Resultado a partir da complexação com os reagentes utilizados



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

➤ Resultados Esperados

- **Leite:** Espera-se que o leite contenha proteínas (caseína), resultando em uma cor roxa na solução.
- **Carne:** A carne contém proteínas, como actina e miosina, portanto, deve apresentar a cor roxa.
- **Clara de ovo:** A clara de ovo contém a proteína albumina, que deve reagir com o Biureto, gerando a cor roxa.
- **Gelatina:** A gelatina, derivada do colágeno, contém proteínas e, portanto, também deverá apresentar a cor roxa.
- **Batata:** A batata contém pequenas quantidades de proteínas, mas provavelmente não apresentará uma mudança de cor significativa (pode permanecer azul).

➤ Questionário

1. O que são proteínas e por que vocês acham que elas são tão importantes para o nosso corpo?
2. Vocês sabem como podemos identificar ou estudar proteínas em um laboratório?
3. O que acham que pode acontecer quando um íon metálico, como o Cu^{2+} , entra em contato com uma proteína?
4. Sabem o que é uma reação de complexação? Como ela pode ser usada para identificar substâncias, como proteínas?
5. Como os metais são encontrados no nosso corpo?
6. Qual a relação entre proteínas e alimentos?

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. V.; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; PALIOTO, G. F. Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, v. 35, n. 4, p. 34-40, fev./2013. (Artigo 5). Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/06-EEQ-79-11.pdf. Acesso em: 01 jun. 2024.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: A Ciência Central**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

SILVA, F. S.; OLIVEIRA, A. L. **Química Experimental: Fundamentos e Técnicas**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

1.6. Aula Experimental 2: Catálise da Hidrólise da Ureia em Urina

➤ Introdução

O experimento de catálise da hidrólise da ureia em urina é um exemplo prático da ação de enzimas sobre substâncias específicas. A urease, uma enzima encontrada em sementes de melancia, é capaz de catalisar a reação de hidrólise da ureia, transformando-a em amônia e dióxido de carbono. Esse processo ocorre naturalmente em organismos vivos, como seres humanos, onde a urease catalisa a quebra da ureia no trato urinário. A hidrólise da ureia é uma reação importante para o ciclo do nitrogênio, que está envolvido na excreção de resíduos nitrogenados e na regulação do pH sanguíneo.

Neste experimento, a urease será extraída de sementes de melancia e usada para catalisar a hidrólise da ureia presente em urina. A reação será monitorada para observar as alterações na concentração de ureia e a formação de amônia. O objetivo é demonstrar a ação de uma enzima e a importância do processo de hidrólise na biologia.

O experimento de hidrólise da ureia catalisada pela urease é um excelente exemplo de como as enzimas podem ser usadas para acelerar reações bioquímicas e como esse processo é fundamental para o funcionamento de organismos vivos. A atividade também demonstrou o papel da urease como catalisador e sua importância para processos fisiológicos essenciais, como a excreção de resíduos nitrogenados.

A simples extração de urease a partir de sementes de melancia torna o experimento acessível e útil para o ensino prático de enzimas e reações de hidrólise, além de ilustrar o ciclo do nitrogênio de maneira tangível.

➤ Objetivo

O objetivo deste experimento é demonstrar a catálise da hidrólise da ureia em urina pela urease, uma enzima extraída de sementes de melancia. Espera-se que os alunos:

- Compreendam o conceito de catalisador biológico.
- Observem a reação de hidrólise da ureia.
- Analise a importância da urease na catalisação dessa reação.

➤ **Materiais Necessários**

- Aproximadamente 40 sementes de melancia (para extração de urease)
- Urina (pode ser coletada do próprio aluno ou de forma controlada)
- Ureia (em solução)
- Água destilada
- Becker de 250 mL
- Pipetas
- Balança semi-analítica
- Vidro de relógio
- Termômetro
- Tubo de ensaio
- Haste universal e garras
- Bico de Bunsen (opcional para aquecer a solução)
- Solução de NaOH 0,1M (para ajustar pH)
- Indicador de pH
- Álcool 70% (para higienização)

➤ **Procedimento Experimental**

Extração da Urease:

1. Triture as sementes de melancia em um pilão até obter uma pasta.
2. Dissolva a pasta em água destilada, filtrando a solução para obter um extrato que conterá a urease. Esse processo pode ser acelerado com o uso de um homogeneizador.
3. O extrato obtido pode ser usado imediatamente, ou armazenado em condições refrigeradas por um curto período.

Figura 24 - Extrato de repolho roxo

Fonte: Saber Atualizado (2019)

Figura 25 - Cores do repolho roxo de acordo com a escala de pH

Fonte: Saber Atualizado (2019)

Preparação da Solução de Ureia:

1. Prepare uma solução de ureia em urina, utilizando uma concentração de aproximadamente 2% de ureia.
2. Misture bem para garantir que a ureia esteja completamente dissolvida.

Realização da Reação de Hidrólise:

3. Em um tubo de ensaio, adicione cerca de 5 mL de urina com ureia.
4. Adicione 1 mL de extrato de urease à solução de urina.
5. Agite suavemente a mistura para garantir que a urease entre em contato com a ureia e inicie a reação de hidrólise.
6. Deixe a reação ocorrer por 15-20 minutos, observando as mudanças na solução.

Monitoramento da Reação:

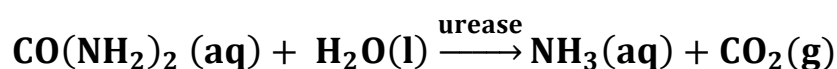
7. Verifique o pH da solução com o indicador de pH. A formação de amônia aumentará o pH da solução.
8. Aqueça a solução levemente com o bico de Bunsen para acelerar a reação, se necessário.
9. Ao final do experimento, meça o pH novamente e compare com o valor inicial. O aumento do pH indica a formação de amônia devido à hidrólise da ureia.

Controle:

10. Como controle, prepare uma solução semelhante, mas sem adicionar o extrato de urease. A solução de urina com ureia não deverá mostrar alterações de pH.

Reações Envolvidas

A hidrólise da ureia é catalisada pela urease, resultando na formação de amônia (NH_3) e dióxido de carbono (CO_2). A reação pode ser representada como:



Onde: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ é a ureia. NH_3 é a amônia. CO_2 é o dióxido de carbono.

A urease acelera essa reação ao quebrar a ligação entre o carbono e o nitrogênio da ureia.

➤ **Resultados Esperados**

- Após a adição da urease, espera-se que a solução apresente aumento no pH devido à formação de amônia (NH_3). A amônia liberada vai aumentar o pH da solução, tornando-a mais alcalina.
- A solução com urease deve mostrar uma mudança de pH significativa, enquanto o controle (sem urease) não deverá apresentar mudanças.
- A presença de amônia pode ser verificada por meio de uma mudança na cor do indicador de pH.

➤ **Questionário para os alunos:**

1. O que é ureia e qual a sua função no nosso corpo? Onde ela é formada e como é eliminada?
2. Vocês sabem o que é hidrólise? Como acham que ela pode estar envolvida na transformação de uma substância, como a ureia, em outras moléculas?
3. Sabem o que são enzimas? Por que acham que elas são importantes no nosso corpo, especialmente para reações químicas como a hidrólise da ureia?
4. Se uma enzima pode acelerar uma reação química, o que aconteceria se não tivéssemos enzimas como a urease para catalisar a hidrólise da ureia?
5. O que acham que pode ocorrer se houver um aumento na concentração de ureia na urina e essa hidrólise não ocorrer de forma eficiente?
6. Qual a relação entre a ureia e a urina?

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. V. *et al.* Catalisando a hidrólise da ureia em urina. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, v. 28, p. 42-46, maio/2008. (Seção: Experimentação no ensino de química; Artigo 9). Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/10-EEQ-5506.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2024

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: A Ciência Central**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

COMO funciona o indicador de pH a base de repolho roxo. **Saber Atualizado**, 2019 (Seção: Ciência, Fauna e Flora). Disponível em:

<https://www.saberatualizado.com.br/2019/11/como-funciona-o-indicador-de-ph-base-de.html>. Acesso em: 15 nov. 2024.