

# Experimentos de Química para Turmas de Ensino Médio

Marcelo Monteiro Marques  
Gabriel Carvalho de Lima



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Marcelo Monteiro Marques  
Gabriel Carvalho de Lima

# Experimentos de Química para Turmas de Ensino Médio

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
M357e	Marques, Marcelo Monteiro Experimentos de química para turmas de ensino médio [recurso eletrônico] / Marcelo Monteiro Marques, Gabriel Carvalho de Lima. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-518-1 DOI 10.22533/at.ed.181191208  1. Química (Ensino médio). 2. Química – Experiências. I. Lima, Gabriel Carvalho de. II. Título.  CDD 542
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

Atena  
Editora

Ano 2019

## AGRADECIMENTOS

Dedicado a todos os aprendizes apaixonados pela ciência que fundamenta as bases da diversa existência material do universo.

“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

Antoine Laurent Lavoisier.

## PREFÁCIO

Ensinar conteúdos de disciplinas na área de ciências exatas mostra-se como um grande desafio para os professores do sistema educacional brasileiro. No que diz respeito à Química, é importante destacar que esta é uma disciplina que nasceu a partir da observação e da experimentação com a finalidade de compreender as propriedades e as transformações relacionadas à natureza da matéria. Entretanto, muitos professores responsáveis pelo ensino desta disciplina científica nas instituições de Nível Médio veem seus planejamentos de aula limitados devido à escassez de recursos como laboratórios, vidrarias e reagentes. Tal fato direciona os professores a optarem por estratégias didáticas isentas de experimentos, em que prevaleça o formalismo matemático e teórico em detrimento da investigação científica. Tais abordagens didáticas que se pautam exclusivamente por estes caminhos mostram relativo insucesso ao buscarem proporcionar aprendizagens significativas para os educandos, pois muitos dos estudantes sentem-se desestimulados por considerarem a disciplina demasiadamente difícil. O que é potencializado se as metodologias escolhidas para a abordagem dos assuntos exigem pouca participação e centram-se na aplicação de aulas puramente expositivas. Tendo em vista o objetivo de melhorar a qualidade das relações de Ensino-Aprendizagem, é necessário refletir sobre os aspectos históricos das disciplinas científicas e pensar em métodos alternativos e criativos de explorar a observação de fenômenos químicos que possibilitem o desenvolvimento de técnicas de estudo. O ensino de Química deve possibilitar aos educandos, meios para que desenvolvam conhecimentos que relacionem observações práticas, representações matemáticas e gráficas, fundamentos e construções de modelos teóricos. Somente mediante aprendizagens significativas é que o jovem educando brasileiro terá uma boa formação intelectual podendo superar assim, desafios cotidianos relacionados com a disciplina de Química, além de melhor compreender as disciplinas afins, e a natureza da matéria.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>UM HISTÓRICO SOBRE AS CIÊNCIAS DA NATUREZA.....</b>	<b>3</b>
<b>CIÊNCIA E CIDADANIA .....</b>	<b>8</b>
<b>A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....</b>	<b>10</b>
<b>A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM.....</b>	<b>13</b>
<b>EXPERIMENTOS DE QUÍMICA PARA TURMAS DA 1º SÉRIE DO ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>18</b>
Experimento 1: Transformações da Matéria.....	18
Experimento 2: Identifique os Componentes.....	25
Experimento 3: Perceba os Elétrons .....	28
Experimento 4: Metais e Ametais .....	33
Experimento 5: Qual é o Maior Átomo? .....	37
Experimento 6: Transformação Covalente-Iônica .....	41
Experimento 7: Rompendo Ligações Metálicas .....	45
Experimento 8: Semelhante Dissolve Semelhante .....	49
<b>EXPERIMENTOS DE QUÍMICA PARA TURMAS DA 2º SÉRIE DO ENSINO MÉDIO .....</b>	<b>56</b>
Experimento 9: Repolho Roxo ou Colorido? .....	56
Experimento 10: O Ciclo dos Compostos de Cobre.....	60
Experimento 11: Sobe Balão .....	66
Experimento 12: Microtitulação Ácido-Base.....	70
Experimento 13: De Metal à Dispersão Coloidal.....	77
Experimento 14: Doce Chama .....	80
Experimento 15: Uma Reação Quente.....	85
Experimento 16: Erupção Espumante.....	89
<b>EXPERIMENTOS DE QUÍMICA PARA TURMAS DA 3º SÉRIE DO ENSINO MÉDIO .....</b>	<b>94</b>
Experimento 17: O Cobalto e a Dança das Cores .....	94
Experimento 18: Uma Pilha Com Refrigerante .....	100



Experimento 19: Cheiro Ruim X Cheiro Bom .....	104
Experimento 20: Um Polímero que Estremece .....	107
<b>A CIÊNCIA É CONSOLIDAÇÃO E RENOVAÇÃO.....</b>	<b>113</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>116</b>



A Química é uma ciência preocupada com a interpretação e a compreensão de fenômenos relacionados às transformações da matéria. O ensino desta empolgante disciplina, quando bem conduzido, pode cativar os educandos de modo a incentivar a busca pelo conhecimento e o estudo.

Por ser uma disciplina que lida com transformações, os educandos necessitam desenvolver habilidades para identificar corretamente as alterações nos objetos de estudo. Por exemplo, uma variação quantitativa em um material de partida durante um processo reacional, modificações de cores nas amostras, transições de odores, variações de temperatura, surgimento de bolhas em meios líquidos, formação de precipitados etc.

Estas características evidenciam que a Química é fundamentalmente baseada na experimentação. Em uma linha racional, pode-se compreender a Química como o conhecimento elaborado a partir da observação ou identificação de transformações relacionadas ao material de partida, ou a formação de um material produzido.

Tais transformações são desencadeadas através de reações, envolvendo interações de diferentes tipos de materiais, ou reações internas que ocorrem em um dado material mediante o fornecimento ou a retirada de energia. Uma reação química se processa especificamente em termos de propriedades eletrônicas, ou seja, sem alterar os núcleos atômicos, preservando as identidades dos elementos químicos presentes nos materiais.

Há diversos modos de se representar estes fenômenos. Pode-se, por exemplo, representar uma reação química através de uma equação que considere os símbolos designados para cada um dos elementos químicos presentes nas substâncias. As taxas de variação podem ser representadas por equações matemáticas. Os estados físicos dos reagentes e dos produtos podem ser representados por pequenas letras, como índices, entre parênteses após uma determinada fórmula química.

Estes símbolos possuem significados específicos e, de fato, a compreensão de tais significados está condicionada ao conhecimento prévio do educando. Por exemplo, processos que envolvem a formação de substâncias que absorvem certas radiações eletromagnéticas na região do espectro da luz visível, causando a modificação da cor de um determinado material, podem ser mais facilmente discutidos após os educandos observarem o fenômeno associado.

A simples exposição de fórmulas moleculares, equações, expressões e enunciados não é o suficiente para garantir a compreensão acerca de um objeto de estudo. O tratamento puramente teórico é uma poderosa ferramenta para a

aprendizagem, porém é bem aplicado quando os estudantes já possuem em seus alicerces cognitivos, uma base que lhes permitam desenvolver a capacidade de abstração imaginativa.

Em geral, um educando que ingressa no Ensino Médio requer atenção especial, pois está começando a ter contato com a disciplina de Química de maneira direta. Assim, devido à vastidão de conteúdos que devem ser abordados ao longo de todo o Ensino Médio, é importante que nesta primeira etapa a capacidade de abstração seja bem estimulada e bem desenvolvida.

Uma das formas de se desenvolver a abstração e a imaginação é a execução de métodos de ensino que exercitem e promovam aprendizagens significativas. Segundo a *Teoria da Aprendizagem Significativa* de David P. Ausubel, o educando tem sua aprendizagem potencializada a partir de seus conhecimentos prévios acerca de um determinado assunto ou objeto de estudo.

Com esta premissa, e correlacionando aspectos históricos acerca da disciplina de Química, os autores deste livro foram conduzidos a elaborar um conjunto de experimentos que pudessem contribuir para o Ensino e para a Aprendizagem de Química nas Escolas de Ensino Médio.

Os experimentos que compõem este livro foram elaborados sob as orientações curriculares destacadas no *Currículo Mínimo de Química* da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro - SEEDUC-RJ, de modo que possam ser executados em escolas da Rede Básica, seja de caráter público ou privado, sem a necessidade de que estas possuam um laboratório de Química.

O intuito destes experimentos é de fortificar as etapas do método científico nas estruturas cognitivas dos educandos, permitindo-lhes uma fácil habituação com metodologias de pesquisa que relacionem os símbolos e as linguagens que virão a ser trabalhadas teoricamente. Além de exercitar uma aproximação entre teoria e prática, tornando as discussões teóricas facilitadas por abstrações imaginativas palpáveis pela recordação dos procedimentos e dos efeitos práticos.

# 1. UM HISTÓRICO SOBRE AS CIÊNCIAS DA NATUREZA

A ciência nasce da curiosidade do ser humano. Ao longo dos tempos os nossos antepassados observaram fenômenos físicos de ocorrências naturais e construíram uma complexa linguagem simbólica com a finalidade de representar e explicitar as características e reproduzir os comportamentos relacionados a estas observações.

O desenvolvimento da linguagem foi um dos grandes feitos da humanidade, pois permitiu a clara comunicação entre os indivíduos, e que organizassem em categorias as suas ideias, bem como os seus conhecimentos. A escrita e a representação simbólica dos fonemas representam uma complexa construção, desenvolvida em diversas regiões do globo terrestre, ao longo dos tempos, e de forma específica por diversos povos distantes, cada qual com seu próprio conjunto de regras e signos.

O raciocínio lógico e os símbolos matemáticos representam importantes mecanismos e ferramentas que nos permitem analisar aspectos quantitativos e qualitativos de propriedades e de fenômenos de ocorrências naturais.

Na Antiga Grécia, os filósofos Leucipo e Demócrito levantaram a hipótese da existência do átomo. A observação da natureza estimulou o raciocínio de que *o todo* é constituído de *partes elementares*, como uma faixa de areia em uma praia é constituída por incontáveis grãos. A abordagem filosófica levantou questionamentos sobre a existência e a essência do ser humano e também sobre a essência dos objetos materiais inanimados.

Uma das dificuldades da filosofia para o estudo da natureza, entretanto, era a forte influência das convicções pessoais dos filósofos sobre as suas proposições e constatações acerca das razões pelas quais os fenômenos naturais ocorriam.

Um marco histórico muito importante para o desenvolvimento do conhecimento na área das ciências exatas deu-se no século XVII com a publicação da obra *O Discurso do Método* de René Descartes. Nesta grandiosa obra, Descartes descreveu com primazia os princípios do método científico. Uma grande contribuição que permitiu organizar em etapas alguns procedimentos que promovem a construção dos conhecimentos sobre a natureza.

É importante destacar o ponto de que em sua obra há uma hierarquia de etapas, a qual estabelece a observação como o início do processo. René Descartes defendeu a ideia de que é necessário questionar todas as informações que recebemos através dos estímulos aos nossos sentidos, para que assim se possa chegar a uma conclusão.

Mediante as suas colocações, destacou o princípio de que podemos dividir um sistema complexo de informações em partes mais simplificadas, e que o *entendimento das partes* nos conduz ao *entendimento do todo*.

Após *O Discurso do Método*, os conhecimentos desenvolvidos pela observação e pela reprodução de experimentos que buscam questionar os comportamentos e as propriedades dos sistemas de estudo começaram a ser registrados de formas mais precisas e organizadas. Isso facilitou a reprodutibilidade experimental.

A Ciência avançou e, ao passo em que o ser humano descobre novas propriedades e características dos sistemas de estudo, os conhecimentos se expandem contribuindo para relacionar diversas áreas afins, ou contribuindo para um aprofundamento em uma área específica do saber.

Uma evidência incontestável da importância da observação e da experimentação para o desenvolvimento do conhecimento na área de Química reside nos fatos consumados pelo grandioso químico francês Antoine Laurent Lavoisier, que era assíduo e preciso em suas pesquisas experimentais.



Figura 1. Antoine Laurent Lavoisier.

Lavoisier, dentre outros grandes feitos, constatou experimentalmente que a água não é um elemento, rompendo com a teoria amplamente difundida na Europa e originada pelos filósofos gregos na Idade Antiga.

A expansão e o aprofundamento dos conhecimentos atribuem maiores complexidades de informações às partes do sistema de estudo, o que tende a introduzir novos termos, fórmulas e símbolos para representar tais conhecimentos relacionados.

Mediante o exercício e a consolidação dos métodos de pesquisa é possível desenvolver teorias e representar leis que permitam estipular e prever resultados de possíveis experimentos dentro de um campo de estudos.

Na história da Eletroquímica, por exemplo, ocorreram grandes avanços e importantes descobertas, que se sucederam ao aplicar conhecimentos previamente adquiridos para desenvolver novos tipos de experimentos. A curiosidade científica atua como uma espécie de farol que ilumina o caminho em um oceano previamente obscuro.

Quando o anatomista italiano Luigi Galvani realizou experimentos dissecando pequenas rãs em seu laboratório, descobriu que há estímulos elétricos que estão associados aos movimentos musculares e inicialmente descreveu a *Teoria da Eletricidade Animal*, na qual propôs que a eletricidade estaria associada aos organismos dos animais, sendo uma das essências da vida.

Pouco tempo depois, o cientista italiano Alessandro Volta realizou uma série de novos experimentos, alguns modificando detalhes do que foi proposto e executado por Galvani, e descobriu que a eletricidade descrita na teoria era, na verdade, resultante de processos relacionados aos diferentes metais que compunham os instrumentos cirúrgicos da época (*Zinco e Cobre*) e que os tecidos animais funcionavam como meios condutores.



Figura 2. Alessandro Volta.

A descoberta de Alessandro Volta foi por ele utilizada para projetar e testar novos experimentos, assim, no ano de 1800, ele apresentou ao mundo a famosa Pilha de Volta. Um engenhoso sistema capaz de gerar eletricidade a partir de discos metálicos empilhados alternadamente e separados por um material poroso embebido em solução salina.

A partir de então, foi construído um campo de estudos preocupado com as transformações de matéria produzindo energia elétrica. No mundo atual, este campo é a Eletroquímica, uma das principais subdivisões da Físico-Química.

Os conhecimentos que alicerçam a disciplina de Química são resultantes de um processo histórico de construção baseado na observação e experimentação. Tais conhecimentos foram, ao longo dos anos, amplificados pela aplicação do Método Científico sobre fenômenos relacionados às transformações da energia e da matéria.

Este movimento intelectual de construção e reconstrução reflete que o conhecimento é expandido em etapas e que a aquisição de novos conhecimentos permite a elaboração de novas ferramentas para que se possam realizar outras

observações através de novos experimentos.

Tal característica revela a relação de diálogo entre ciência e a tecnologia, onde a evolução de uma amplia os horizontes da outra. A evolução da *Teoria Atomística*, por exemplo, retrata que a produção de conhecimentos permite que se desenvolvam novas tecnologias, e que conseqüentemente se produzam mais conhecimentos.

Como vimos, A *Teoria Atomística* nasceu na Antiga Grécia, idealizada pelos filósofos Leucipo e Demócrito, há séculos antes de Cristo e num contexto em que nada se possuía de qualquer evidência concreta sobre a existência de átomos. Nesta época havia poucos recursos materiais para a realização de pesquisas e as bases fundamentais do conhecimento clássico começavam a ser desenvolvidas.

Uma evolução marcante para esta teoria foi alcançada somente após muito tempo, no Séc. XIX, quando o cientista inglês John Dalton elaborou um dos primeiros modelos de representação do átomo.



Figura 3. John Dalton.

Com o passar dos anos, uma série de novos estudos e conceitos foram desenvolvidos, ferramentas foram construídas e os testes realizados mostravam que as assunções de Dalton não eram suficientes para explicar a natureza elétrica da matéria.

J. J. Thomson, utilizando conceitos científicos e dispositivos tecnológicos desenvolvidos até então, elaborou uma nova metodologia experimental que lhe permitiu perceber a existência dos elétrons como constituintes da matéria. Esta descoberta ocorreu logo no início do Séc. XX, e revolucionou a sociedade.

Poucos anos após a descoberta de Thomson, ainda no Séc. XX, o cientista Ernest Rutherford propôs novos experimentos baseados em princípios e conceitos da emergente área da Radioatividade. Assim comprovou que os elétrons não estão incrustados nos núcleos atômicos, e que nos átomos há uma distância considerável entre o núcleo e os elétrons.



Rutherford descreveu um modelo de átomo conforme um sistema planetário em dimensões extremamente diminutas, porém cientistas renomados embasados em leis e conhecimentos físicos racionalizaram que o modelo previsto por Rutherford desafiaria muitas propriedades conhecidas da mecânica e do eletromagnetismo.

Ainda no Séc. XX, durante este período de discussões, o físico dinamarquês Niels Bohr aplicou conceitos da proeminente área da física quântica para explicar e resolver algumas limitações do modelo atômico proposto por Rutherford.

Bohr lançou mão de conceitos de energia, estabelecendo postulados como o de que os elétrons residem em níveis quantizados de energia ao redor do núcleo. Assim, abriu margem para o desenvolvimento de conhecimentos até então ocultos aos grandes estudiosos da época.



Figura 4. Niels Bohr.

Todas as descobertas relatadas ocorreram sucessivamente e os intervalos de tempo entre cada uma delas diminuiu gradativamente. Evidentemente, a linha de desenvolvimento histórico da disciplina mostra que o tratamento dos conteúdos disciplinares não deve ser meramente reduzido a aulas expositivas, pois este movimento é antagônico ao próprio desenvolvimento histórico científico e pode cercear a aprendizagem significativa de muitos educandos.



## 2. CIÊNCIA E CIDADANIA

Muitas outras histórias poderiam ser citadas para considerarmos os aspectos científicos importantes para o desenvolvimento de conhecimentos e para a melhoria das condições de vida na sociedade. Para complementar estes fatos, não se pode deixar de mencionar a importância da educação em todas as suas esferas, especialmente no que diz respeito à ética, à moral e aos valores humanos.

Esta complexidade associada às ciências da natureza é, no mundo contemporâneo, ensinada nas escolas. O convívio escolar é parte fundamental da vida do cidadão brasileiro. O crescimento e o desenvolvimento de nossas crianças e jovens devem, por lei, ser acompanhados pelas escolas.

Porém, é importante ter em mente que a educação em si transcende o ambiente escolar. É um processo que acompanha o educando ao longo de sua vida, em todos os lugares que frequenta. A educação institucional, ou seja, aquela que se tem acesso nas escolas, é um meio formal que promove o contato de muitos jovens educandos com as disciplinas científicas ditas exatas.

Diversos órgãos, nacionais e internacionais, responsáveis por aplicar exames que buscam qualificar o nível de conhecimento dos educandos nas diversas áreas do saber, mostram que a aprendizagem dos jovens brasileiros, sobretudo na área de ciências exatas, é pouco significativa.

Dentre uma série de fatores complexos que contribuem para os baixos índices de aprendizagem do jovem brasileiro, podemos destacar questões de ordem didático-pedagógica dentro da área de ciências exatas.

Muitas escolas de Nível Médio não possuem recursos como laboratórios, vidrarias e reagentes químicos. O professor de Química, nestes casos, se vê limitado didaticamente. Tal fato requer que o professor seja criativo em estruturar seus planos de aula, de modo a vencer estas dificuldades.

Os experimentos de Química, associados a um tratamento didático-pedagógico filosoficamente elaborado são uma estratégia alternativa para ajudar o professor no tratamento teórico dos conteúdos, preparando os educandos para perceberem que através da Química podem atuar na qualidade de vida através de ações positivas para a sociedade.

A Química é um dos pilares da sociedade contemporânea e seus conceitos não devem ser dissociados da ética, tão menos da filosofia. Compreender criticamente a Química, como disciplina escolar, é uma atividade complexa e que requer estratégias e metodologias de ensino que tenham significados marcantes para o dia a dia dos educandos.

Por exemplo, ao mesmo passo em que o conhecimento é bom para a humanidade, usufruir de seus benefícios sem conscientização pode trazer problemas para a sociedade. Vejamos que, ao passo em que novos produtos são tecnologicamente desenvolvidos e disseminados na sociedade, podem ocorrer práticas prejudiciais associadas à demanda pelo consumismo.

Podemos citar o caso da extração predatória de recursos naturais, a disseminação de lixo derivativo de materiais eletrônicos obsoletos, a poluição de solos, águas e do ar, a exploração de pessoas para realização de trabalhos forçados, entre outros.

O educando, em sua dimensão cidadã, possui tanto direitos quanto deveres que precisam ser respeitados. É fundamental que o direito a educação de qualidade seja respeitado, pois um jovem bem educado exerce dignamente seus deveres de cidadania.

Precisamos garantir eficiência nos processos de aprendizagem e instigar atividades que estimulem reflexões acerca da natureza, meio ambiente e consumo. É preciso educar os cidadãos para que haja critério nas tomadas de decisões, não só no âmbito individual, mas também na esfera social.

Cada uma das descobertas citadas no tratamento histórico da disciplina permitiu ao homem desenvolver tecnologia para melhorar a qualidade das pesquisas. Também possibilitou melhorar as condições de vida. Fomentou o desenvolvimento de novos materiais, aparelhos eletrodomésticos, ferramentas de trabalho e de pesquisa, alimentos, fármacos etc.

O conhecimento adquirido promove a obtenção de mais conhecimentos e impacta diretamente na sociedade. A educação dos indivíduos mostra-se necessária para que vivamos em uma sociedade com menos desigualdades e que preserve o respeito aos valores do ser humano e a natureza.

Para a edificação de uma sociedade mais justa, com cidadãos bem informados e capazes de estabelecer ponderações críticas acerca de consumo e de questões ambientais, é necessário melhorar a qualidade do ensino como um todo.

Para isto, este trabalho busca incentivar a elaboração de experimentos que possam ser facilmente realizados a fim de instigar os educandos de Nível Médio, de modo a exercitar seus sentidos para construir, através da observação e da experimentação, uma base de informações que permitam a aquisição de significados nos conteúdos a serem estudados teoricamente, fomentando assim, aprendizagens significativas.

### 3. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O pesquisador e teórico da educação David P. Ausubel, em sua obra *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View* ressalta a importância do caráter prático para a aquisição de conhecimentos. Tal fato nos remete a perspectiva histórica correspondente ao desenvolvimento da ciência.

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa, o conhecimento é construído em etapas a partir de ideias mais gerais para ideias mais específicas ou vice-versa. O que seria análogo à representação de uma pirâmide invertida composta por informações sobre um determinado objeto de estudo:

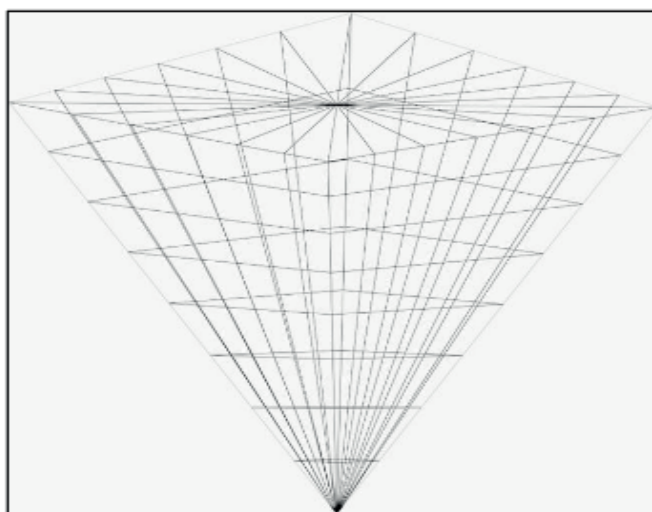


Figura 5. Pirâmide de informações.

Na parte superior da pirâmide de informações, estão os conhecimentos mais gerais e amplos que o educando possui acerca de um objeto de estudo. Já na parte inferior, encontram-se os conhecimentos mais específicos e característicos relacionados ao objeto de estudo.

Por exemplo, ao estudar a composição do ar:

- A atmosfera é composta por muitos gases. (parte superior da pirâmide);
- Gases atmosféricos são moléculas. (meio da pirâmide);
- O  $N_2$  é o gás atmosférico mais abundante. (Parte inferior da pirâmide);

As ideias prévias se relacionam com as novas informações a serem aprendidas e são denominadas de *conhecimentos prévios*, *saberes prévios*, *subsunçores* ou ainda, âncoras de aprendizagem.

As âncoras de aprendizagem atribuem significado às novas informações, de modo que estas

se integrem às estruturas cognitivas dos educandos. Segundo esta perspectiva acerca da construção do conhecimento, pode-se conjecturar que o educando aprende *novos conhecimentos* a partir daquilo que ele já conhece sobre o objeto de estudo.

Isto significa que os saberes e experiências prévios alicerçados nas estruturas cognitivas dos educandos permitem atribuir significados às informações novas relacionadas de modo a facilitar o entendimento e a compreensão destas informações.

Este sistema de aprendizagem pode ser equiparado com um jogo de quebra-cabeças, onde as âncoras de aprendizagem constituem a base, formando as ideias de figuras e as novas informações são as peças que devem ser encaixadas em locais apropriados nesta base completando de maneira lógica estas figuras.

É possível estabelecer um paralelo entre a evolução histórica da Química, a partir do desenvolvimento do Método Científico, e a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, para que possamos perceber dois pontos importantes relacionados ao caráter experimental da aprendizagem:

- O **primeiro ponto** consiste no fato de que a observação, a elaboração de hipóteses e a experimentação para testar ou validar tais hipóteses constituem uma poderosa ferramenta para desenvolver novos conhecimentos científicos e tecnológicos. Promovem o raciocínio crítico sobre os conteúdos disciplinares relacionados às ciências exatas.
- O **segundo ponto** se refere ao incentivo que a investigação científica confere à aprendizagem. As práticas experimentais atribuem um caráter diferenciado ao estudo e desafiam os educandos a encontrarem soluções para diversos problemas.

Assim, o exercício contínuo do pensamento mediante as observações possibilitam a percepção de pontos trabalhados conceitualmente em salas de aula que se relacionem com as práticas executadas.

Ainda sobre os pressupostos da teoria de Ausubel, o inverso da aprendizagem significativa é a *aprendizagem mecânica*. Este processo de aprendizagem é menos eficiente, pois requer do educando um esforço demasiado para reter, em sua estrutura cognitiva, uma série de informações sem necessariamente haver o reconhecimento de significados.

Para realizar esta tarefa o educando tende a executar diversas atividades repetitivas a fim de decorar as informações e reproduzi-las, mesmo que não compreenda os seus verdadeiros significados.

Os processos mecânicos de aprendizagem tendem a ser frequentes em situações onde o professor, que é dotado de fluência na linguagem própria de sua disciplina, utiliza termos e simbologias com quais os educandos ainda não estão familiarizados.

Em situações desta espécie, o professor muitas vezes não percebe quais são os educandos que possuem dificuldades de acompanhar as aulas. Assim, a

falta de perguntas por parte dos educandos, a tentativa de executarem métodos de aprendizagens mecânicas, o grande esforço exigido para o aprendizado e, muitas das vezes, os resultados ruins nas avaliações, operam em detrimento da aprendizagem significativa e desestimulam os estudos de disciplinas relacionadas.

Não devemos, entretanto, acreditar no fato de que a experimentação é um recurso que incontestavelmente confere, por si só, a redução da aprendizagem mecânica e o aumento da aprendizagem significativa.

A experimentação sem uma abordagem didática e pedagógica adequada pode ser tão ineficiente para a aprendizagem quanto uma aula puramente expositiva e técnica em sala de aula para uma turma de educandos ingressantes no Ensino Médio.

Revela-se então o importante papel do professor em estar constantemente repensando suas práticas didático-pedagógicas. É de fundamental importância, para o professor, ter o domínio dos conteúdos disciplinares; desenvolver estratégias de abordagem e comunicação; saber identificar os principais núcleos de dificuldades dos educandos e utilizar da criatividade para selecionar analogias, vocabulário, criar materiais, ilustrações e experimentos que tornem límpida a troca de informações, evitando concepções e interpretações polissêmicas dos conteúdos disciplinares.

A aprendizagem significativa é uma atividade de percepção de significados, ela se opõe a aprendizagem mecânica (caracterizada pela tentativa de reter grande quantidade de informações com pouco ou nenhum significado). A experimentação é uma atividade que permite, através da observação e dos testes práticos, construir uma base bem alicerçada de subsunçores.

## 4. A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM

Na disciplina de Química, a experimentação em microescala mostra-se como uma excelente ferramenta didática, pois não requer a instalação de um laboratório para a aplicação de experimentos que através do estímulo aos sentidos dos educandos, ajudam a despertar o interesse investigativo e a iniciar o processo construtivo de âncoras de aprendizagens.

Os experimentos permitem ao professor debater questões importantes como a conscientização em relação à segurança, aos rejeitos produzidos, à necessidade de regular o consumo de certas substâncias, à necessidade de pensar em formas alternativas de reciclagem e de reaproveitamento de reagentes, nos principais impactos que podem alterar o meio ambiente, no vínculo entre a ciência e a economia na sociedade, e principalmente, na importância de se estudar Química.

Mediante as opiniões de diferentes professores acerca de suas práticas pedagógicas, e opiniões de educandos acerca de como consideram difícil aprender a disciplina de Química através de abordagens puramente teóricas, foram considerados pontos que permitissem pesquisar e desenvolver um conjunto de experimentos para serem aplicados de modo a potencializar aprendizagens significativas.

A proposta do trabalho considerou vinte experimentos que se englobam na grade de conteúdos programáticos prevista pelo Currículo Mínimo de Química da Secretaria de Educação do Estado - SEEDUC- RJ para o Ensino Médio. O trabalho de elaboração dos experimentos foi dividido em quatro etapas:

**Etapa 1:** Esquematizar o programa letivo de Química previsto pela SEEDUC-RJ para o Ensino Médio:

Mediante a divisão dos conteúdos dispostos neste documento, foram selecionados alguns pontos para o desenvolvimento de experimentos, de propostas metodológicas e abordagens didáticas.

A divisão do conteúdo de Química contido neste documento mostra a seguinte organização programática para as subdivisões desta área do saber:

1° Ano	2° Ano	3° Ano
Química Geral	Química Geral	Físico-Química
	Físico-Química	Química Orgânica

Tabela 1. Subdivisões da Química ao longo do Ensino Médio.

A divisão dos conteúdos bimestrais por Série do Ensino Médio se organiza de acordo com os seguintes eixos temáticos:

	1º Ano	2º Ano	3º Ano
1º Bimestre	Química, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.	Comportamento Químico das substâncias: Ácidos e Bases.	Equilíbrio Químico.
	Constituição da Matéria.	Comportamento Químico das substâncias: Sais e óxidos.	
2º Bimestre	A linguagem da Química – Construção do modelo atômico.	Representação e quantificação da matéria.	Eletroquímica.
	Visão geral da Tabela Periódica.	Cálculos estequiométricos.	
3º Bimestre	Tabela e Propriedades Periódicas.	Misturas Multicomponentes.	Química Orgânica: Grupos Funcionais.
	Ligação Química.	Termoquímica.	
4º Bimestre	Ligações interatômicas.	Termoquímica e espontaneidade de reações químicas.	Química Orgânica: Biomoléculas e Polímeros.
	Interações Intermoleculares.	Cinética.	

Tabela 2. Distribuição dos eixos temáticos bimestrais por série do Ensino Médio.

Ao todo, desde a primeira série ao final da terceira série, há vinte eixos temáticos. Em cada bimestre, dentro de cada eixo temático figuram alguns conteúdos disciplinares que devem ser abordados.

Os conteúdos passíveis de experimentação foram selecionados de acordo com as tabelas 3.1, 3.2 e 3.3.

1º Ano do Ensino Médio		
1º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformações químicas e transformações físicas.</li> <li>- Estados físicos da matéria.</li> <li>- Propriedades físicas da matéria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substâncias Puras e Misturas.</li> <li>- Processos de separação de misturas.</li> <li>- Leis ponderais de Lavoisier e Proust.</li> <li>- Substâncias simples e compostas.</li> </ul>
2º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribuição eletrônica.</li> <li>- Diferenciar íons, átomos e moléculas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Classificações periódicas dos elementos.</li> </ul>
3º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propriedades periódicas e não-periódicas dos elementos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os diferentes tipos de ligações químicas.</li> <li>- Compostos iônicos, metálicos e covalentes e suas propriedades.</li> </ul>
4º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação de ligações interatômicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solubilidade de compostos orgânicos e inorgânicos.</li> <li>- Moléculas orgânicas.</li> </ul>

Tabela 3.1. Seleção de conteúdos por eixos temáticos bimestrais – 1º Ano.



2º Ano do Ensino Médio		
1º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceitos de acidez e de basicidade.</li> <li>- Escala de pH.</li> <li>- Principais ácidos inorgânicos e orgânicos.</li> <li>- Principais bases inorgânicas e orgânicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reações de neutralização.</li> <li>- Principais sais orgânicos e inorgânicos.</li> <li>- Óxidos iônicos e moleculares.</li> <li>- Formação da chuva ácida.</li> </ul>
2º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar massa atômica, massa molecular e massa molar.</li> <li>- Constante de Avogadro.</li> <li>- Estimar a quantidade de matéria de um gás usando a equação do gás ideal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balancear equações químicas.</li> <li>- Utilizar as Leis de Proust e de Lavoisier nos cálculos estequiométricos.</li> <li>- Relacionar a estequiometria com processos industriais ou do dia a dia.</li> </ul>
3º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceitos de soluções, coloides e suspensões.</li> <li>- Concentrações de soluções.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reações endotérmicas e exotérmicas.</li> <li>- Entalpia de reação.</li> <li>- Relação de Energia com número de moles.</li> <li>- Características de propriedades de Estado.</li> </ul>
4º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combustão completa e incompleta.</li> <li>- Eficiência de combustíveis mediante a energia liberada na reação.</li> <li>- Espontaneidade, entropia, entalpia e energia livre de Gibbs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidade de reação.</li> <li>- Processos rápidos e processos lentos.</li> <li>- Efeitos da concentração, temperatura, pressão, estado de agregação e presença de catalisador sobre o tempo de reação.</li> </ul>

Tabela 3.2. Seleção de conteúdos por eixos temáticos bimestrais – 2º Ano.

3º Ano do Ensino Médio	
1º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equilíbrio dinâmico em reações químicas (bioquímica);</li> <li>- Fatores que perturbam o estado de equilíbrio ( Le-Chatelier);</li> <li>- Equilíbrio iônico da água, Acidez e Basicidade de Brønsted-Lowry.</li> <li>- pH e pOH como equilíbrio.</li> </ul>
2º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reações de oxirredução.</li> <li>- Reações químicas que produzem energia elétrica.</li> <li>- Pilhas e Baterias.</li> <li>- Espontaneidade em reações eletroquímicas.</li> <li>- Corrosão e reatividade de oxirredução.</li> <li>- Eletrólise ígnea e aquosa.</li> </ul>
3º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Classificação das cadeias carbônicas.</li> <li>- Propriedades físicas das substâncias e suas estruturas químicas.</li> <li>- Características de substâncias das principais funções orgânicas.</li> </ul>
4º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monômeros e Polímeros comerciais e naturais.</li> </ul>

Tabela 3.3. Seleção de conteúdos por eixos temáticos bimestrais – 3º Ano.

**Etapa 2:** Leitura dos referenciais teóricos e livros-texto;

Esta etapa do trabalho consistiu em reunir artigos, livros e revistas contendo dados históricos e dados de pesquisas que reforçam a visão de que a experimentação é uma excelente ferramenta para o desenvolvimento da aprendizagem e contribui efetivamente para a construção do conhecimento.

Foram considerados alguns trabalhos que buscam interpretar e aplicar, em práticas escolares, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel. Também foram selecionadas obras específicas voltadas para o ensino de Química, que trouxeram contribuições para a elaboração dos experimentos em microescala. Além disso, foram realizadas pesquisas relacionadas com as aparelhagens, com os reagentes e as vias de execuções práticas propostas no trabalho.

**Etapa 3:** Elaborar experimentos, com base nos esquemas de conteúdos disciplinares;

Mediante a análise realizada acerca da estruturação do Currículo Mínimo de Química previsto pela Secretaria de Educação do Estado para o Ensino Médio, os conteúdos disciplinares que são passíveis de experimentações foram destacados e organizados.

Os estudos realizados sobre os referenciais teóricos, a análise dos dados de pesquisa coletados e a reunião de informações relacionadas ao conhecimento específico dentro da disciplina de Química possibilitaram o desenvolvimento de ideias e projetos que culminaram em um total de vinte experimentos em microescala.

Cada experimento se adequa a um dos eixos temáticos, visando estabelecer relações com os conteúdos previstos para cada bimestre.

A disposição de *propostas experimentais* por *eixo temático* para o Primeiro Ano do Ensino Médio pode ser observada na Tabela 4.1.

Série:	Eixo Temático:	Experimento:
1º Ano	B1 Química, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	1 – Transformações da matéria.
		2 – Identifique os componentes.
	B2 A linguagem da Química – Modelos Atômicos.	3 – Perceba os elétrons.
		4 – Metais e Ametais.
	B3 Tabela e Propriedades Periódicas.	5 – Qual é o maior átomo?
		6 – Transformação covalente - iônica.
	B4 Ligações interatômicas.	7 - Rompendo ligações metálicas.
		8 – Semelhante dissolve semelhante.

Tabela 4.1. Disposição das propostas de experimentos por eixo temático - 1º Ano.

A disposição de propostas experimentais por eixo temático para o Segundo Ano do Ensino Médio pode ser observada na Tabela 4.2:

Série:	Eixo Temático:	Experimento:	
2º Ano	B1	Comportamentos Químicos – Ácidos e Bases.	9 – Repolho Roxo ou Colorido?
		Comportamentos Químicos – Sais e Óxidos.	10 – O Ciclo dos Compostos de Cobre.
	B2	Representação e Quantificação da Matéria.	11 – Sobe Balão
		Cálculos Estequiométricos.	12 – Micro-Titulação Ácido-Base.
	B3	Misturas Multicomponentes.	13 – De Metal à Dispersão Coloidal.
		Termoquímica.	14 – Doce Chama.
	B4	Termoquímica e Espontaneidade de Reações.	15 – Uma Reação Quente.
		Cinética.	16 – Erupção Espumante.

Tabela 4.2. Disposição das propostas de experimentos por eixo temático – 2º Ano.

A disposição de propostas experimentais por eixo temático para o Terceiro Ano do Ensino Médio pode ser observada na Tabela 4.3:

Série:	Eixo Temático:	Experimento:	
3º Ano	B1	Equilíbrio Químico.	17 – O cobalto e a dança das cores.
	B2	Eletroquímica	18 – Uma pilha com refrigerante.
	B3	Química Orgânica I – Grupos Funcionais.	19 – Cheiro Ruim X Cheiro Bom.
	B4	Química Orgânica II - Biomoléculas e Polímeros	20 – Um polímero que estremece.

Tabela 4.3. Disposição das propostas de experimentos por eixo temático – 3º Ano.

**Etapa 4:** Proposições de abordagens didáticas para conduzir os experimentos;

Após a elaboração e a construção dos experimentos, foram sugeridas e relacionadas algumas estratégias de abordagens didáticas para estabelecer relativa sintonia entre as experimentações e os conteúdos trabalhados em sala de aula.

Nesta etapa foram considerados aspectos fundamentais dos conteúdos disciplinares e pontos importantes para orientar as investigações científicas e a conscientização dos educandos.

É importante ressaltar que estas propostas não são rígidas e imutáveis e que o professor deve elaborar diferentes metodologias baseando-se nas características da escola, no perfil dos educandos, na sua forma de conduzir os conteúdos e considerando os recursos disponíveis para execução das práticas experimentais relacionadas.

# 5. EXPERIMENTOS DE QUÍMICA PARA TURMAS DA 1º SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

O ingresso no primeiro ano do Ensino Médio é uma etapa crucial da formação do educando. Trata-se de uma inserção em um novo ambiente de informações, onde há novas disciplinas fundamentadas na investigação científica. Assim, as primeiras impressões desenvolvidas pelos educandos em relação à disciplina de Química serão extremamente importantes.

O conjunto de oito experimentos elaborados para esta etapa da educação, visa possibilitar uma investigação passo a passo, explicitando as razões pelas quais muitos fenômenos observados no cotidiano ocorrem. Tal característica visa exprimir que a Química faz parte do dia a dia, está presente e acompanha o indivíduo ao longo de toda a vida.

É fundamental que o professor tenha paciência tanto na elaboração quanto na condução das atividades e na explicação dos exercícios. E que assim, possa ajudar os educandos a desenvolverem boas percepções acerca da disciplina.

Tabela de Experimentos para o Primeiro Ano do Ensino Médio.

Série:	Eixo Temático:	Experimento:	
1º Ano	B1	Química, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	1 – Transformações da matéria.
		Constituição da Matéria.	2 – Identifique os componentes.
	B2	A linguagem da Química – Modelos Atômicos.	3 – Perceba os elétrons.
		Visão Geral da Tabela Periódica.	4 – Metais e Ametais.
	B3	Tabela e Propriedades Periódicas.	5 – Qual é o maior átomo?
		Ligação Química.	6 – Transformação covalente - iônica.
	B4	Ligações interatômicas.	7 - Rompendo ligações metálicas.
		Interações Intermoleculares.	8 – Semelhante dissolve semelhante.

Tabela 4.1. Disposição das propostas de experimentos por eixo temático – 1º Ano.

## 5.1 Experimento 1: Transformações da Matéria

**1º Ano – Primeiro Bimestre - Eixo Temático:** Química, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

### Experimento 1 - Materiais e Reagentes:

- A – Naftalina;
- B - Água;
- C – Cera de vela incolor (parafina);
- D - Queimador (*ver Anexo 1*);
- E - Garrafa Pet de 500 mL;

- F - Espátula;
- G - Sulfato de Cobre;
- H – Suporte para aquecimento (*ver Anexo 2*);
- I – Mangueiras transparentes para aquário;
- J – Pistola e tubos de cola quente;
- K - Latinha de Alumínio;
- L - Tesoura;
- M – Lâmpada incandescente.



Figura 6. Materiais e Reagentes do Experimento 1.

### Experimento 1 - Abordagem Didática Proposta:

O educando deve ser capaz de diferenciar as transformações físicas e as transformações químicas. Além de poder experimentar processos reversíveis, tanto físicos quanto químicos.

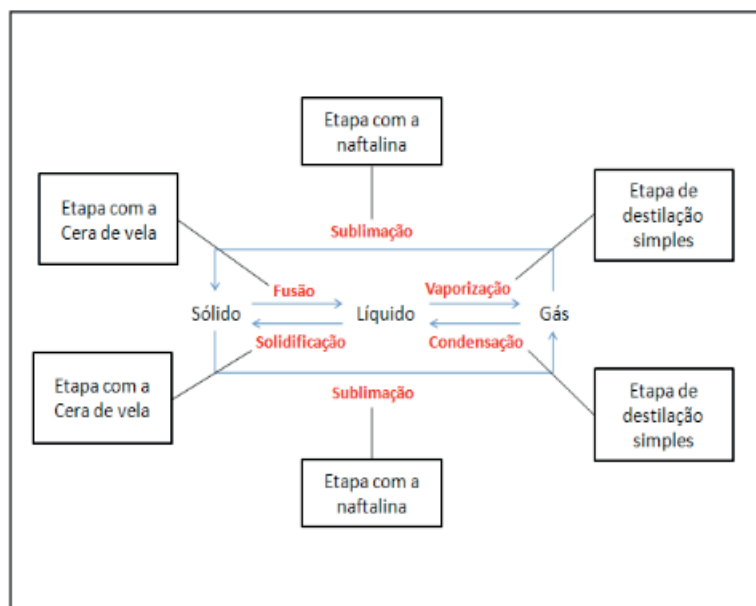


Figura 7. Transformações físicas da matéria.

### Para os processos físicos:

Os educandos deverão observar a sublimação da naftalina, podendo experimentar os efeitos do aquecimento e do aumento da superfície de contato (com naftalina em pó) em relação à velocidade do processo.

A fusão da cera de vela (parafina) pode ser explorada mediante a introdução de diversos pequenos cubos ou fragmentos do material em um recipiente apropriado e mediante o aquecimento. Os fragmentos serão fundidos em uma única porção de cera líquida.

Após cessar o aquecimento e mediante ao lento resfriamento à temperatura ambiente, os educandos poderão observar a solidificação.

A vaporização e a condensação poderão ser acompanhadas em um experimento coletivo que envolve reações químicas. A ideia é executar um processo de destilação simples a partir de uma solução aquosa de sulfato de cobre.

A dissolução (dissociação iônica) do sulfato de cobre é uma reação química que pode ser fisicamente revertida pela retirada de solvente (água) através da técnica de destilação simples.

Ao destilar o solvente da mistura, os educandos observarão a vaporização da água que ao passar pelo tubo será condensada e recolhida sem o sulfato de cobre.

O sulfato de cobre, por sua vez, será precipitado retornando a forma salina sólida.

Ainda utilizando o sulfato de cobre no estado sólido, o aquecimento do sal sobre um suporte adequado pode eliminar moléculas de água coordenadas na estrutura. Esta etapa permite abordar de maneira simples, algumas características químicas de compostos inorgânicos.

Com o aquecimento direto o sólido perderá a coloração azul e tomará a coloração branca. O sólido branco, por sua vez, em presença controlada de água (umidade) retomará a sua cor azul. Reação química reversível.

Como exemplo de uma reação química irreversível, um educando pode aplicar um fragmento de cera de vela diretamente à chama do queimador. Esta etapa permite que os educandos conheçam de maneira simplificada, algumas propriedades de compostos orgânicos.

As moléculas dos hidrocarbonetos serão convertidas em gás carbônico e vapor d'água pela combustão.

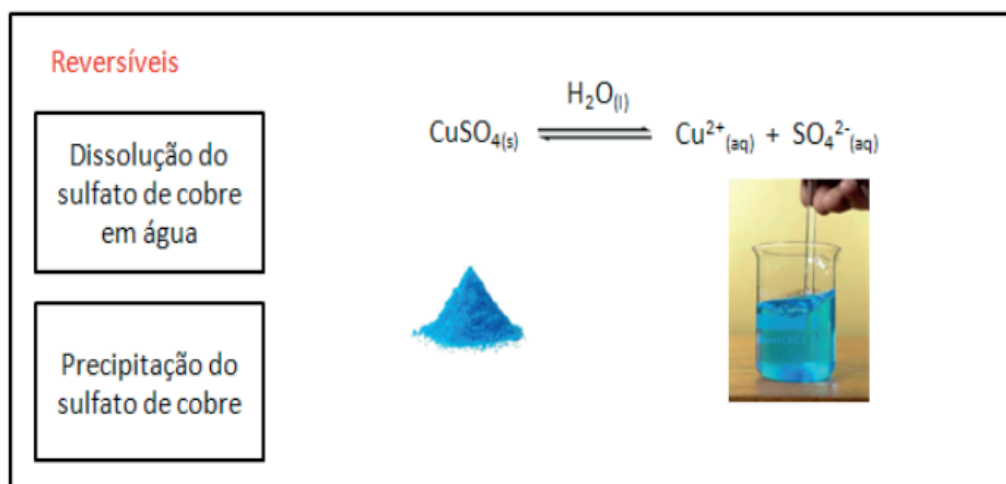


Figura 8. Transformações químicas reversíveis no Experimento 1.

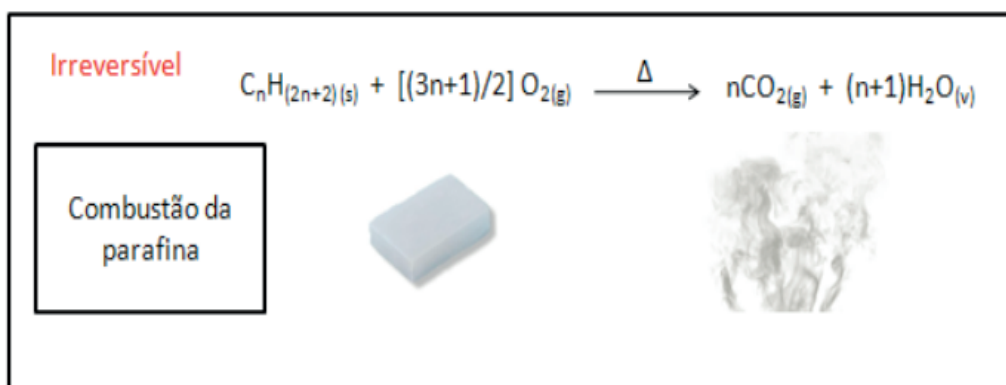


Figura 9. Transformação química irreversível no Experimento 1.

### Experimento 1 - Proposta Experimental:

O primeiro passo é construir uma aparelhagem de destilação em microescala. Para isto precisaremos dos seguintes itens de nosso material:

- B - Água;
- D - Queimador (Ver Anexo 1);
- E - Garrafa Pet de 500 mL;
- H – Suporte para aquecimento (Ver anexo 2);
- I – Mangueiras transparentes;
- J – Pistola e tubos de cola quente;
- K – Latinha de alumínio;



- L - Tesoura;
- M – Lâmpada incandescente.

Com as mãos devidamente protegidas, devemos utilizar a tesoura para retirar o bulbo da lâmpada, de modo que fiquemos com o tubo vazio. Este tubo será o nosso pequeno “balão de fundo redondo”.

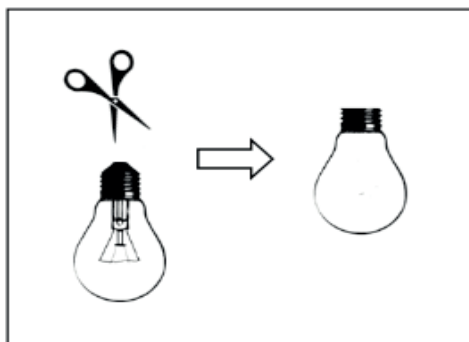


Figura 10. Tubo de fundo redondo.

Em seguida, devemos utilizar a tesoura para furar o centro de uma tampinha de garrafa PET. Esta tampinha deverá ser adaptada ao tubo de lâmpada.

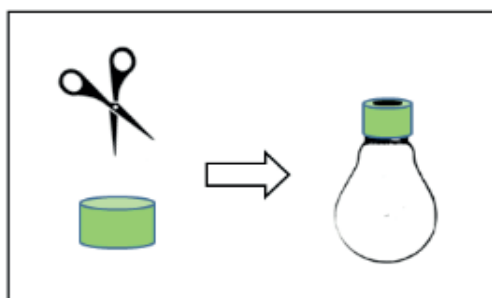


Figura 11. Tubo de fundo redondo com tampa.

Em seguida, devemos utilizar a tesoura e cortar uma fração da mangueira de aproximadamente 65 cm. Uma das pontas da mangueira deve ser adaptada ao orifício tampa utilizando-se cola quente.

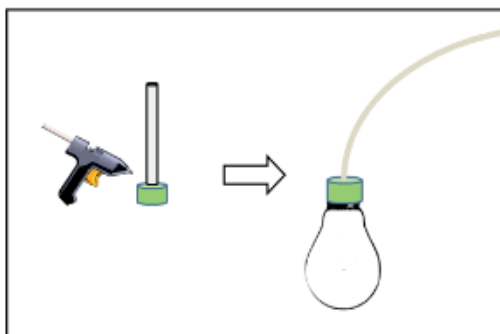


Figura 12. Tubo de fundo redondo com tampa e mangueira.

O próximo passo será a montagem do condensador. Devemos novamente utilizar a tesoura para fazer um orifício em outra tampa de garrafa pet. Em seguida fazemos um furo diretamente no fundo da garrafa Pet. A mangueira deve atravessar a garrafa, de modo que forme uma espiral em seu interior.

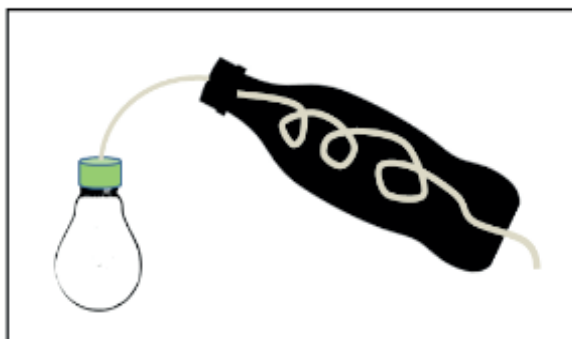


Figura 13. Tubo de fundo redondo com condensador.

Devemos utilizar a cola quente para vedar os orifícios da garrafa PET. É importante completar todo o seu volume com água fria.

Utilizar o queimador e o seu respectivo suporte para acomodar este sistema de modo que ele fique fixo sobre uma mesa ou bancada.

Utilizar a tesoura para recortar a parte de cima da latinha de alumínio. Utilizar a latinha para recolher a água que será destilada.

Preparar uma solução saturada de sulfato de cobre, explorando com os educandos os conhecimentos relacionados à reação de dissociação deste sal. Transferir para o tubo de fundo redondo.

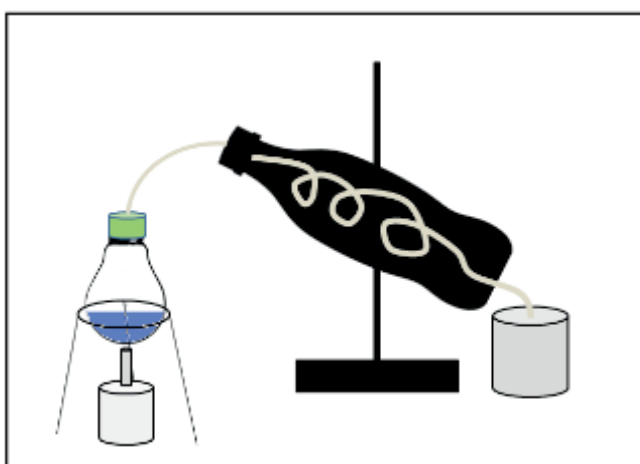


Figura 14. Sistema de destilação em microescala.

No final do processo de destilação, é importante que os educandos observem que o sal sulfato de cobre será precipitado no fundo do tubo.

Debater as mudanças de estado de agregação observadas durante a operação.

Debater, também, a utilização da destilação como uma técnica de separação de misturas homogêneas (soluções) entre líquidos e sólidos não voláteis.

Após a destilação simples, pode-se verificar a desidratação deste sal. Retirar a tampa do tubo e aquecer o sal até que sejam expulsas as moléculas de água coordenadas à estrutura. Este processo será evidenciado quando o sal ficar branco (sulfato de cobre anidro).

Em seguida adicionar um pouco de água ao tubo e verificar que o sal apresentará a coloração azul. Debater os aspectos reversíveis das reações de dissociação e de precipitação. Debater os aspectos reversíveis da hidratação do sulfato de cobre anidro.

A segunda etapa deste experimento busca permitir que o educando observe a reversibilidade dos processos físicos de fusão e de solidificação.

Utilizar o suporte de aquecimento e o queimador para fundir dois pedaços de cera de vela (parafina) acomodados sobre uma placa de alumínio recortada a partir da latinha.

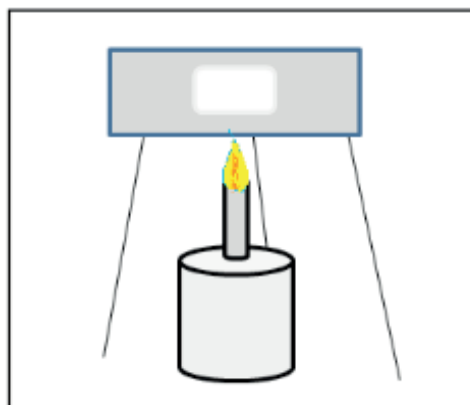


Figura 15. Sistema aquecimento da parafina.

Controlar a chama, cessar o aquecimento e verificar com os educandos a formação de uma única porção sólida de parafina.

Aquecer novamente e mostrar que o processo reversível pode ser repetido por diversas vezes.

A terceira etapa consiste em experimentar o processo de sublimação da naftalina. O processo ocorre naturalmente à temperatura e pressão ambientes, mas podemos fazer alguns testes.

**Atenção:** Devemos realizar este experimento em ambientes abertos e ventilados.

Utilizar 4 esferas de naftalina comercial para formar 4 amostras:

Amostra:	Condição:
I	Exposta ao ambiente
II	Em um pote pequeno e lacrado
III	Pulverizada
IV	Em um suporte sob aquecimento

As amostras devem ser organizadas lado a lado sobre a mesa ou a bancada.

A amostra I pode ser simplesmente posicionada sobre a bancada. A amostra II deve ser colocada em um pequeno frasco com tampa, em um sistema selado (lacrado).

A amostra III deve ser quebrada e reduzida a partículas pequenas, em seguida a porção em pó deve ser colocada ao lado das amostras I e II na bancada.

Por fim, a amostra IV deve ser colocada sobre uma placa de alumínio posicionada no suporte de aquecimento.

Acender o queimador a uma distância em que a placa aqueça com baixa intensidade, para evitar a fusão da naftalina (aquecimento controlado). Solicitar que um dos educandos utilize seu aparelho celular para cronometrar os processos de sublimação.

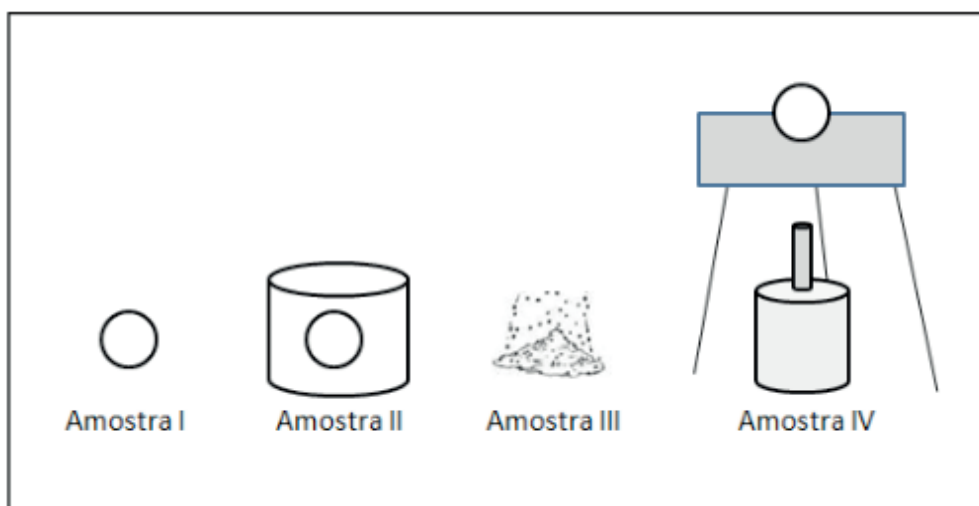


Figura 16. Sistema sublimações de diversas amostras de naftalina

Discutir os fenômenos observados com os educandos. Ressaltar que o processo está associado à temperatura e à pressão.

Ressaltar que no caso da amostra II o ambiente interno ao recipiente tende a manter a quantidade do sólido e dos vapores em equilíbrio. Discutir com a turma os efeitos do aumento da superfície de contato na amostra III, e do aquecimento na amostra IV.

## 5.2 Experimento 2: Identifique os Componentes

**1º Ano – Primeiro Bimestre - Eixo Temático:** Constituição da Matéria.

**Experimento 2 - Materiais e Reagentes:**

- A - Sal de cozinha –  $\text{NaCl}_{(s)}$ .
- B - Açúcar refinado comercial (sacarose) -  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$
- C - Espátulas ou colheres de metal;

- D - Imã;
- E - Pregos de ferro;
- F - Folhas secas de diversas árvores;
- G - Pedras;
- H - Queimador (ver Anexo 1);
- I - Peneira com orifícios grandes que retenham apenas as folhas;
- J - Suporte para aquecimento (ver Anexo 2);
- K – Fundo de latinha de refrigerante;
- L – Pregadores.



Figura 17. Materiais e Reagentes do Experimento 2.

### Experimento 2 - Abordagem Didática Proposta:

Este experimento busca desafiar o educando a encontrar um meio eficiente de separar os componentes das duas amostras semelhantes visualmente, porém contendo ingredientes distintos, mediante o uso das ferramentas fornecidas.

Além disso, busca levar o educando ao raciocínio crítico para decidir um meio de identificar dois compostos visualmente iguais (sacarose e cloreto de sódio), mas que possuem propriedades físico-químicas distintas.

### Experimento 2 - Proposta Experimental:

Solicitar que a turma se organize em grupos (duplas ou trios);

Distribuir, para cada um dos grupos, duas amostras contendo as misturas A e B respectivamente.

**Amostra de Mistura A:** Sal + folhas + pregos de ferro + pedras.

**Amostra de Mistura B:** Açúcar + folhas + pregos de ferro + pedras.

**Observação:** Os educandos não devem acompanhar os processos de preparação das misturas. O professor deve preparar previamente as misturas A e B.

Solicitar que os educandos observem cada uma das misturas A e B, destacando aspectos e características visuais em cada amostra e anotando em uma *ficha de observações* (uma folha de caderno organizada para ser entregue no final da aula).

Solicitar que os educandos pensem em formas de separar os componentes de cada mistura, isolando em cada amostra apenas os sólidos em pó de cor branca.

**Ordem padrão esperada para escolha dos processos de separação:**

- Peneiração para a retenção das folhas;
- Catação para a retenção das pedras;
- Separação magnética para a retenção dos pregos.

Após a separação e classificação dos componentes, o professor deve revelar aos educandos que os sólidos brancos, apesar de parecidos são substâncias diferentes, sal e açúcar.

Fornecer alguns dados como Pontos de Fusão, Pontos de ebulição, Densidade aproximada e dizer que ambos se dissolvem em água. Para fins didáticos, vamos considerar que as substâncias são puras.

Propriedades	Sal de cozinha (NaCl)	Açúcar (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> )
Massa molar:	58,443 g/mol	342.296 g/mol
Densidade:	2,17 g/cm <sup>3</sup>	1,58 g/cm <sup>3</sup>
Ponto de Fusão:	800,7 °C	185,5 °C
Ponto de Ebulição:	1465 °C	-
Solúvel em água?	Sim	Sim

Tabela 6. Propriedades físico-químicas do cloreto de sódio e da sacarose.

Solicitar que os educandos pensem em um método de identificar qual das substâncias é o sal e qual é o açúcar.

**Método padrão de resolução:**

Utilizar o suporte e o queimador para aquecer uma alíquota de cada uma das substâncias, acomodando-as nos fundos das latinhas de alumínio (utilize o pregador para segurar o fundo da latinha). Aquela Substância que possuir o ponto de fusão menor passará para o estado líquido primeiramente (neste caso será o açúcar comercial).

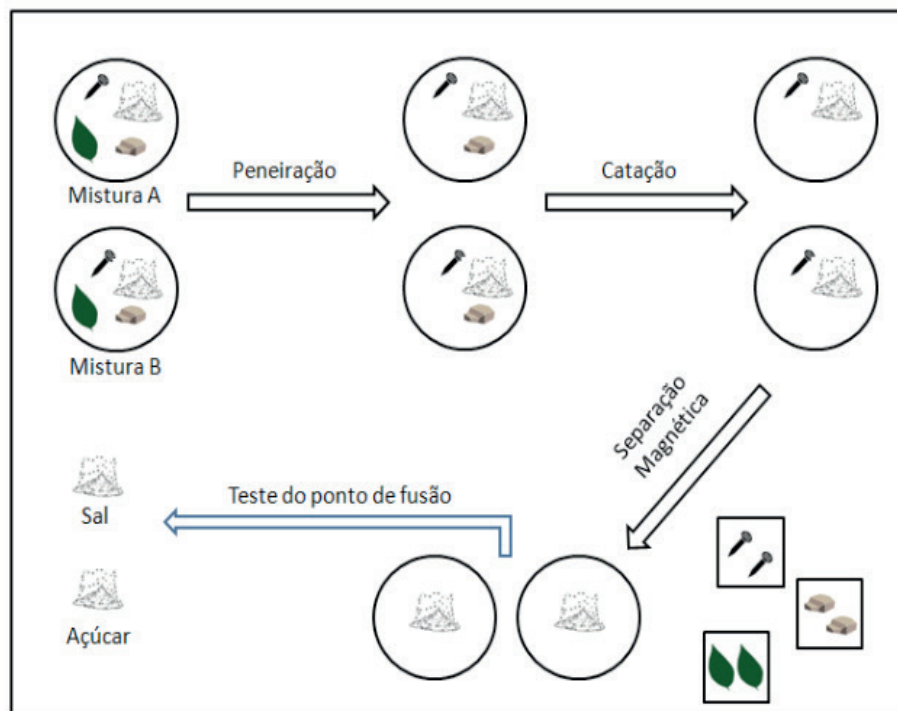


Figura 18. Esquema do experimento 2.

### 5.3 Experimento 3: Perceba os Elétrons

1º Ano – Segundo Bimestre - Eixo Temático: A Linguagem da Química – Modelos Atômicos.

#### Experimento 3 - Materiais e Reagentes:

- A – Sulfato de cobre –  $\text{CuSO}_{4(s)}$ ;
- B – Cloreto de potássio –  $\text{KCl}_{(s)}$ ;
- C – Cloreto de sódio – Sal de Cozinha –  $\text{NaCl}_{(s)}$ ;
- D – Latinhas de alumínio;
- E – Tesoura;
- F – Álcool gel;
- G – Imã;
- H- Pregos de Ferro;
- I – Fios de Cobre;
- J – Caixa com palitos de fósforo;
- K – Espátula.





Figura 19. Materiais e Reagentes do Experimento 3.

### Experimento 3 - Abordagem Didática Proposta:

Uma das maneiras de relacionar a teoria da distribuição eletrônica em níveis de energia, que é trabalhada durante o estudo das teorias atômicas, especificamente se tratando do modelo atômico de Rutherford-Bohr, é através da observação das cores emitidas por certos elementos metálicos em compostos salinos submetidos ao teste de queima.

Outra forma está em associar a distribuição eletrônica de elementos que possuem elétrons  $d$  desemparelhados e suas propriedades magnéticas.

O professor pode utilizar o experimento 3 para investigar as relações entre as transições eletrônicas, os níveis de energia das camadas eletrônicas e as cores apresentadas.

Além disso, é possível analisar as distribuições eletrônicas teóricas de elementos metálicos e analisar fisicamente, mediante a utilização de um ímã, as relações com as propriedades magnéticas.

O ferromagnetismo e o paramagnetismo são propriedades que podem ser observadas pela forte interação da matéria com um campo magnético aplicado.

Os pregos de ferro imantados são corpos materiais que possuem características ferromagnéticas, deste modo eles produzem campo magnético e podem ser atraídos pelo campo magnético externo, produzido por um ímã.

Os pregos feitos de ligas de ferro e não imantados, possuem propriedades paramagnéticas. Não produzem campo magnético, mas são atraídos pela ação de um campo magnético externo produzido por um ímã, independentemente da aproximação orientada com polo norte ou sul do mesmo.

Já o cobre é um tipo de metal que apresenta propriedades diamagnéticas, ou seja, há uma tendência repulsiva quando um ímã é aproximado a este material. Porém, esta

propriedade possui intensidade tão fraca que este efeito só pode ser observado em experimentos que utilizem campos magnéticos muito intensos. Assim, ao aproximar um ímã comum de uma peça feita de cobre metálico, esta peça ficará parada e não demonstrará reação mensurável em relação à ação do campo magnético aplicado.

Outro ponto interessante é que este experimento abre margem para debater sobre as estruturas atômicas (Níveis, subníveis, formatos dos orbitais etc.), sobre natureza da luz, sobre os diferentes processos de manifestação das cores (emissão e transmissão) além de permitir debater sobre diversos tipos de ligas metálicas.

### Experimento 3 - Proposta Experimental:

A primeira parte do experimento 3 consiste na avaliação das cores emitidas pelas transições eletrônicas dos elementos metálicos ao submeter os sais ao teste de queima.

Primeiramente o professor deve preparar a base que será utilizada para a queima dos sais. Para isto, deve proteger suas mãos e utilizar a tesoura para cortar os fundos das latinhas de alumínio. Esta parte da latinha será utilizada como suporte para as amostras salinas.

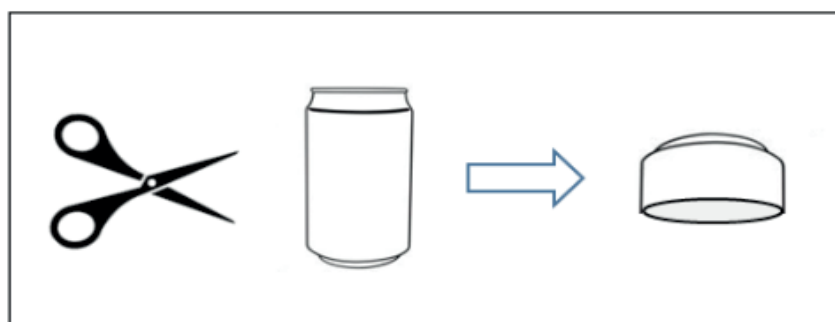


Figura 20. Suporte para a Queima de sais.

Utilizar a espátula para transferir sulfato de cobre, cloreto de potássio e cloreto de sódio para três diferentes suportes de alumínio. Adicionar álcool gel sobre cada um dos sais.

Com cuidado, utilizar os palitos de fósforo para iniciar a queima dos sais.

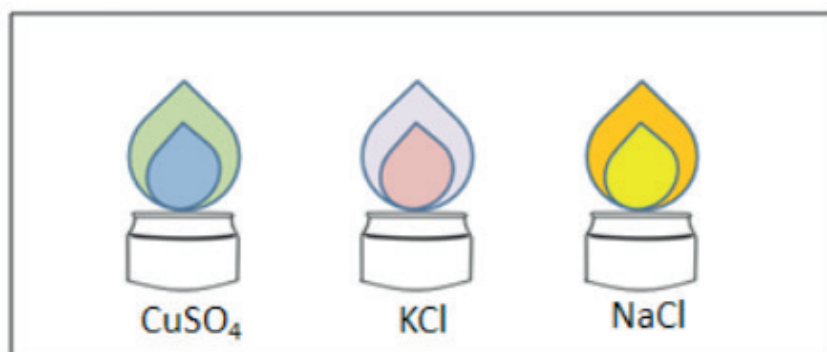


Figura 21. Teste de queima de sais.

Elemento:	Configuração eletrônica	Cor da chama
Cobre – Cu	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$	Verde e azul
Potássio – K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	Roxa/violeta
Sódio – Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	Amarela/Laranja

Tabela 7. Elementos metálicos do experimento 3, suas configurações e cores emitidas no teste de queima.

Estimular o educando a utilizar a Tabela Periódica para localizar os elementos metálicos contidos nestes sais e identificar a quantidade de elétrons presentes.

Discutir com os educandos as configurações eletrônicas por camadas, identificando os níveis de valência.

Relacionar as cores observadas com os níveis de energia das transições dos elétrons entre o estado fundamental e o estado excitado. Utilizar as representações destes elementos metálicos segundo o modelo atômico de Rutherford-Bohr.

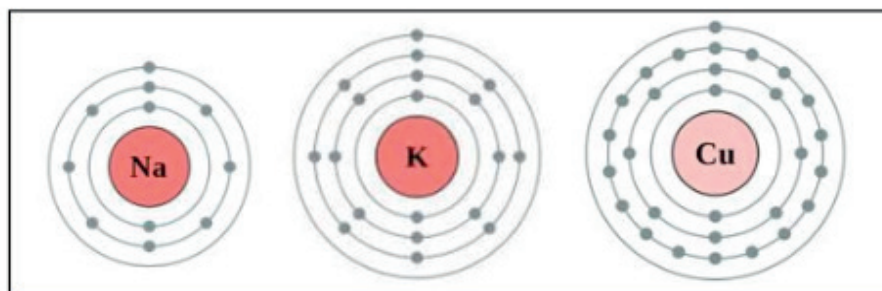


Figura 22. Modelo atômico de Bohr para representar os metais.

A segunda parte do experimento se concentra em verificar as propriedades magnéticas de duas amostras metálicas e comparar com suas distribuições eletrônicas.

O primeiro passo é utilizar a tesoura para cortar pequenos pedaços de fios de cobre, e misturar com os pregos de ferro. A seguir os educandos devem responder o que irá ocorrer quando o ímã for aproximado da mistura.

Solicitar que um dos educandos realize esta aproximação.

Discutir os resultados analisando as configurações eletrônicas dos elementos ferro e cobre.

Elemento:	Configuração eletrônica	Atraído pelo ímã?
Ferro – Fe	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$	Sim
Cobre – Cu	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$	Não

Tabela 8. Elementos metálicos ferro e cobre, suas configurações eletrônicas e propriedades magnéticas.

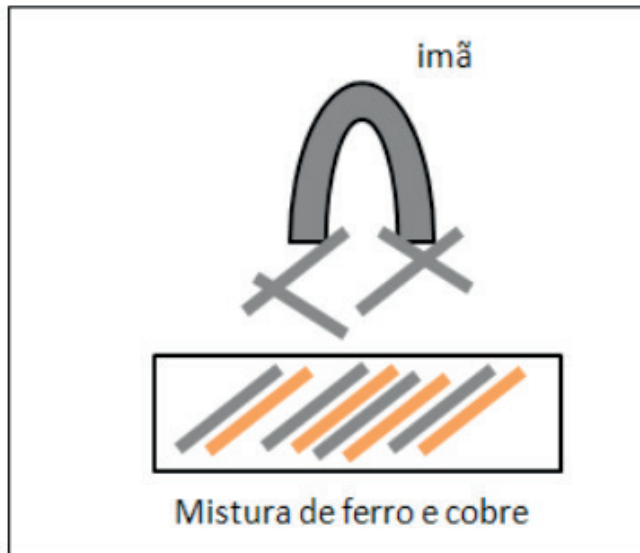


Figura 23. Evidenciando o paramagnetismo.

Para o ferro, a distribuição eletrônica mostra um grande número de elétrons desemparelhados nos orbitais d, que constituem o subnível mais energético.

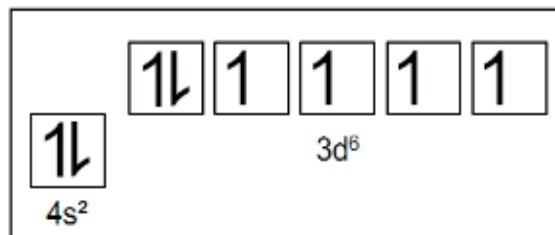


Figura 24. Diagrama de caixas para o nível de valência e o subnível mais energético do ferro.

De maneira análoga, teríamos a distribuição eletrônica feita para o cobre. Entretanto, neste caso há um detalhe. Como o subnível mais energético estaria quase completo com os 9 elétrons, uma situação energética mais estável é alcançada mediante a promoção de um dos elétrons do subnível  $4s^2$  para um dos orbitais 3d.

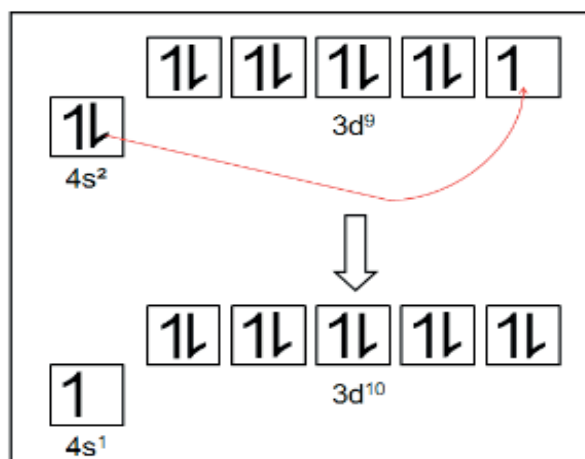


Figura 25. Diagrama de caixas para o nível de valência e o subnível mais energético do cobre

Assim, podemos associar as propriedades ferromagnéticas e paramagnéticas à configuração eletrônica dos orbitais d do elemento ferro. As mesmas propriedades são observadas para os elementos níquel e cobalto.

A principal diferença entre o ferromagnetismo e o paramagnetismo está na estrutura sólida dos objetos metálicos. Ambos se destacam por possuírem configurações eletrônicas contendo elétrons desemparelhados. O movimento dos elétrons desemparelhados promove a produção de um campo magnético em nível microscópico.

Os objetos ferromagnéticos são sólidos que possuem conformações estruturais em que os campos magnéticos produzidos nas escalas microscópicas estão alinhados e bem orientados no espaço. O sólido macroscópico é um ímã permanente possuindo polo norte e polo sul magnéticos.

Já os objetos paramagnéticos possuem estruturas sólidas em que as conformações dos campos magnéticos gerados em nível microscópico não estão alinhadas e tendem a anular a existência de um campo magnético resultante. Porém, a exposição de tais sólidos a um campo magnético externo pode fazer com que estes pequenos campos magnéticos se alinhem. Em outras palavras, um objeto paramagnético macroscópico não produz um campo magnético resultante, mas pode ser atraído tanto pelo polo norte quanto pelo polo sul de um ímã.

No caso do diamagnetismo, esta propriedade pode ser associada à configuração eletrônica dos orbitais d do elemento cobre, que possuem pares de elétrons com spins opostos, anulando a existência de um campo magnético resultante no sólido macroscópico.

## 5.4 Experimento 4: Metais e Ametais

**1º Ano – Segundo Bimestre – Eixo Temático:** Visão geral da Tabela Periódica.

### **Experimento 4 - Materiais e Reagentes:**

- A – Carvão Vegetal;
- B – Grafite;
- C – Enxofre;
- D – Fio de cobre;
- E – Fita de magnésio metálico;
- F – Alumínio;
- G – Pregos de Ferro;
- H – Sulfato de cobre;
- I – Vinagre;
- J – Açúcar;



Figura 26. Materiais e Reagentes do Experimento 4.

#### Experimento 4 - Abordagem Didática Proposta:

O objetivo do 4º experimento é permitir que os educandos explorem as principais classes de substâncias estudadas na Química.

O educando deve exercitar seus conhecimentos sobre as classificações periódicas dos elementos, observando características das substâncias disponíveis.

Amostra:	Principais elementos:	Classificação:
Carvão Vegetal	Carbono, Oxigênio, Hidrogênio, Nitrogênio e Enxofre	Orgânico Molecular
Grafite	Carbono	Inorgânico Molecular
Enxofre	Enxofre	Inorgânico Molecular
Fios de Cobre	Cobre	Inorgânico Metálico
Fita de Magnésio	Magnésio	Inorgânico Metálico
Alumínio	Alumínio	Inorgânico Metálico
Pregos de Ferro	Ferro	Inorgânico Metálico
Sulfato de Cobre	Cobre, Enxofre e Oxigênio	Inorgânico Iônico
Vinagre	Carbono, Hidrogênio e Oxigênio	Orgânico Molecular
Açúcar	Carbono, Hidrogênio e Oxigênio	Orgânico Molecular

Tabela 9. Substâncias utilizadas no experimento 4 e suas classificações.

As amostras das substâncias devem ficar expostas sobre uma mesa, ou uma bancada, agrupadas de acordo com as suas classificações. Se possível, destacar placas ou fichas informativas ao lado de cada substância contendo seus principais dados físico-químicos, tais quais:

- Ponto de fusão;
- Ponto de ebulição;
- Densidade;
- Solubilidade em água (qualitativa);
- Condutividade elétrica (qualitativa);
- Fórmulas moleculares;
- Modelo estrutural químico (ilustração);

Ao lado de cada substância deve ter sugestões de testes. Os educandos deverão observar as classificações e as propriedades das substâncias e executar os testes.

É importante que os estudantes questionem as classificações químicas das substâncias, comparando o fato de que as composições químicas de algumas destas substâncias são semelhantes. Por exemplo, o carvão e o grafite possuem carbono, mas pertencem a grupos de classificações diferentes.

Este tipo de questionamento abre margem para ser discutida a alotropia, como por exemplo, a que ocorre entre o grafite e o diamante.

Também permite debater sobre as origens das substâncias. Além disso, é possível despertar a curiosidade para a investigação acerca das suas estruturas químicas e das formas como os átomos se interligam nas estruturas.

Os educandos devem participar deste experimento, utilizando uma tabela periódica para identificar as classificações químicas dos elementos que compõem cada uma das substâncias. Devem refletir a respeito das substâncias serem classificadas como simples ou compostas e sobre as distribuições e configurações eletrônicas dos elementos.

#### **Experimento 4 - Proposta Experimental:**

Inicialmente é necessário organizar as substâncias sobre uma bancada, agrupando-as de acordo com as suas classificações.

Em seguida, deve-se dispor ao lado de cada grupo, uma placa mostrando o grupo de classificação de tais substâncias.

Ao lado de cada substância, deve ser disposta uma ficha contendo informações sobre suas principais propriedades físico-químicas.



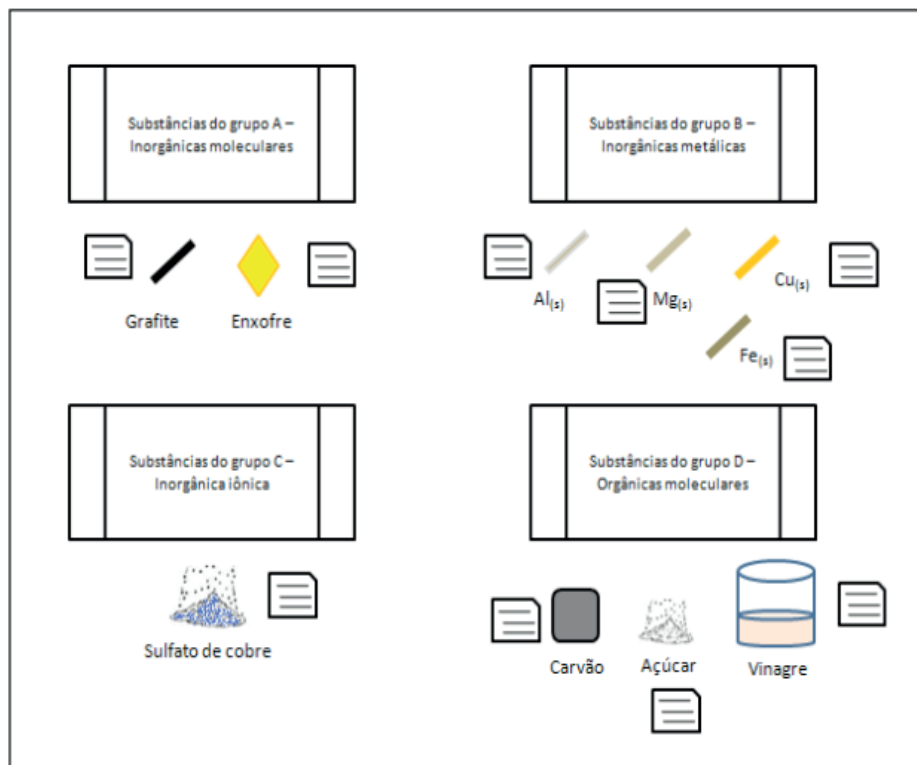


Figura 27. Organização dos materiais utilizados no experimento 4.

#### Testes sugeridos:

- Solubilidade em água;
- Resistência Mecânica a impactos;
- Maleabilidade;
- Resistência ao aquecimento sobre uma placa;
- Queima direta dos metais;
- Odor;
- Textura tátil;
- Condutividade elétrica (opcional).

Para o teste de condutividade elétrica, será necessário construir um dispositivo de teste da seguinte maneira:

#### Materiais necessários para o dispositivo de teste de condutividade elétrica:

- Bateria elétrica ou pilha (fonte de corrente contínua);
- Fios condutores;
- Tesoura;
- Fita isolante;
- Pequena lâmpada (compatível com a voltagem da fonte ou vice-versa).

### Construção do dispositivo de teste de condutividade elétrica:

- 1 – Utilizar a tesoura e cortar três partes iguais de aproximadamente 10 cm, de um fio condutor.
- 2 – Desencapar as pontas dos fios.
- 3 – Conectar dois fios aos terminais da lâmpada;
- 4 – Conectar a outra ponta, de um dos fios ligados à lâmpada, diretamente no polo negativo da pilha e prender com um pedaço de fita isolante.
- 5 – O terceiro fio deve ter uma de suas extremidades conectada ao pólo positivo da pilha. Analogamente, fixar com um pedaço de fita isolante.

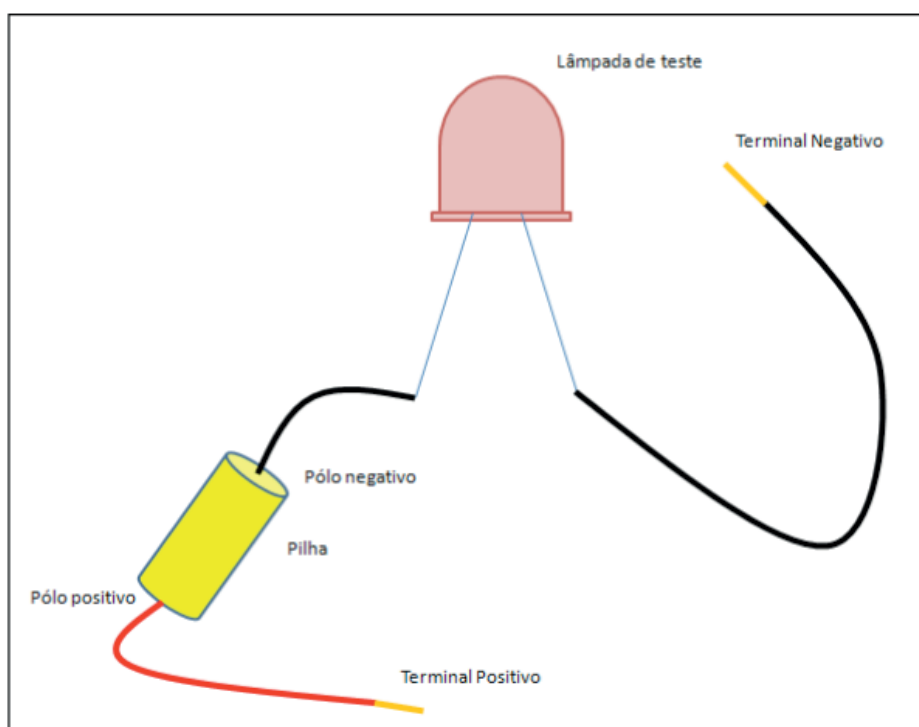


Figura 28. Dispositivo para teste de condutividade elétrica.

O teste de condutividade elétrica pode ser feito mediante a ligação das pontas dos terminais positivo e negativo na estrutura da amostra.

Se a lâmpada for acesa, está comprovado que o material em questão é um bom condutor, caso contrário pode-se considerar que o material é isolante.

No caso do teste da condutividade elétrica da fita de magnésio, talvez seja necessário raspar as pontas da fita, pois com o oxigênio atmosférico cria-se uma camada de óxido de magnésio pela superfície do metal.

### 5.5 Experimento 5: Qual é o Maior Átomo?

**1º Ano – Terceiro Bimestre - Eixo Temático:** Tabela e Propriedades Periódicas.  
**Experimento 5 - Materiais:**

- A – Proveta graduada de 50 mL;
- B – Fio de cobre;
- C – Latinha de Alumínio;
- D – Tesoura;
- E – Água;
- F – Funil;
- G – Balança digital portátil;



Figura 29. Materiais do Experimento 5.

### Experimento 5 - Abordagem Didática Proposta:

O intuito do experimento 5 é que o educando possa relacionar algumas propriedades físicas das substâncias como massa, densidade e volume, para decidir dentre duas amostras metálicas, qual delas é feita do elemento que deve possuir o maior raio atômico.

Os elementos químicos em questão são o cobre e o alumínio:

Elemento (símbolo):	Massa Molar (g/Mol):	Densidade (g/cm <sup>3</sup> ):
Alumínio (Al)	26,98	2,69
Cobre (Cu)	63,55	8,96

Tabela 10. Dados físicos dos elementos Alumínio e Cobre.

Estes dados serão fornecidos aos educandos. Eles deverão mensurar volumes iguais das duas substâncias utilizando a técnica do deslocamento do líquido.

Mediante os valores das densidades e dos volumes aferidos para as substâncias, os educandos deverão descobrir a massa de cada amostra.

Neste momento eles devem perceber que mesmo com volumes iguais, as massas são diferentes. Ou seja, a amostra de cobre tem uma maior massa, pois possui a maior densidade.

Eles devem, então, utilizar a balança para conferir se suas estimativas em relação às massas estão corretas.

Feito isto, os alunos agora devem utilizar a balança para obter amostras de massas iguais para o cobre e para o alumínio. Eles observarão que os volumes são diferentes. Sendo necessário um maior volume de Alumínio para que as massas se igualem.

Os dois metais apresentam empacotamento compacto cúbico (face centrada) para as suas células unitárias.

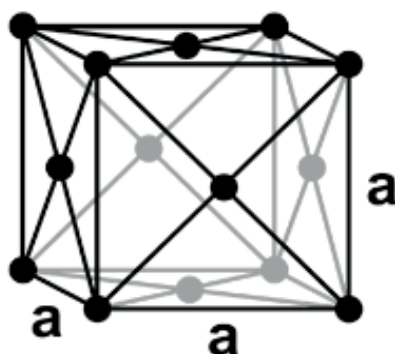


Figura 30. Empacotamento compacto cúbico

Pra um mesmo número de átomos, a amostra de cobre apresenta massa maior do que a amostra de alumínio. Entretanto, o volume da amostra de alumínio será maior do que o volume da amostra de cobre:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol de Cu}_{(s)} &\sim 6,022 \times 10^{23} \text{ átomos de Cobre} \sim 63,55 \text{ g} ; V_{\text{amostra}} \sim m/d = 7,1 \text{ cm}^3 \\ 1 \text{ mol de Al}_{(s)} &\sim 6,022 \times 10^{23} \text{ átomos de Alumínio} \sim 26,98 \text{ g} ; V_{\text{amostra}} \sim m/d = 10,0 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Tal fato evidencia que a célula unitária formada pelos átomos de Alumínio deve ser maior do que a célula unitária formada pelos átomos de cobre.

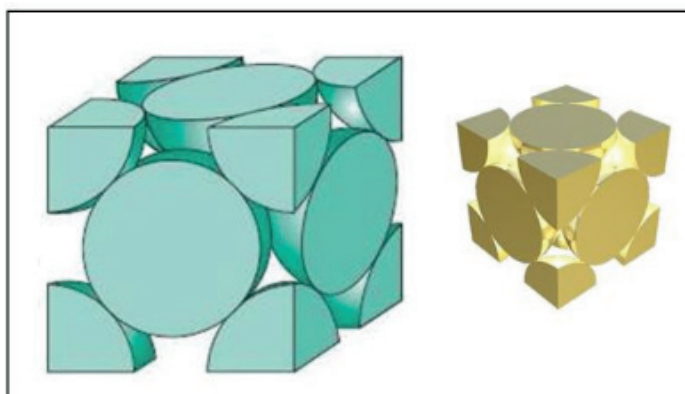


Figura 31. Representação dos volumes das células unitárias.

Para fins didáticos, os educandos podem estabelecer a relação dos volumes das amostras de mesmos números de átomos diretamente com os raios dos átomos.

**Observação:** Este experimento pode ser aplicado como uma introdução para o conteúdo de estequiometria, que será abordado no Segundo Ano do Ensino Médio.

### Experimento 5 - Proposta Experimental:

Primeiramente, utilizar a tesoura para cortar pequenos pedaços de fios de cobre e de tiras de alumínio.

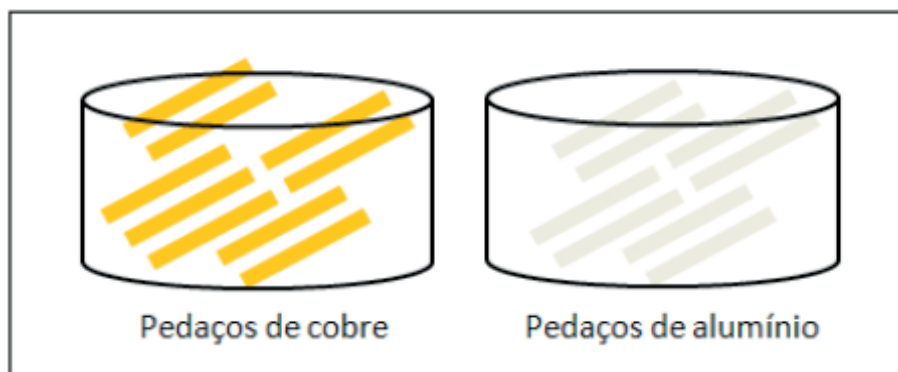


Figura 32. Tiras de cobre e de alumínio.

Em seguida, deve-se utilizar o funil para adicionar água na proveta, até completar um volume de 30 mL.

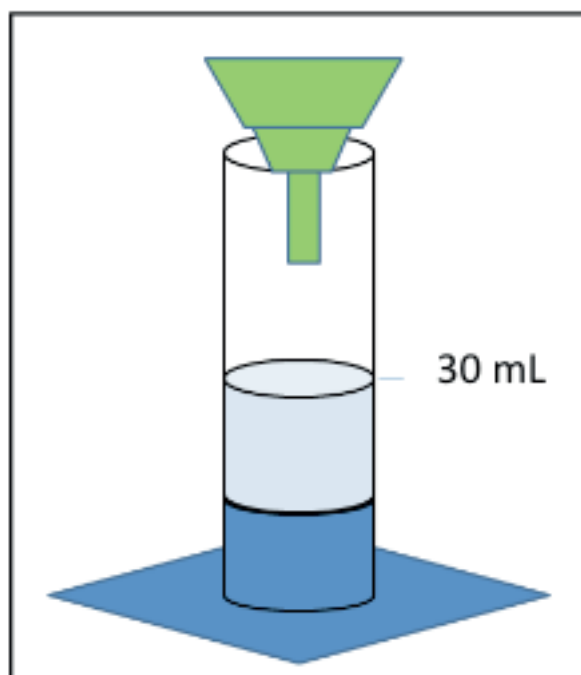


Figura 33. Proveta com 30 mL de água.

O educando deverá adicionar, cuidadosamente, as tiras de cobre na proveta, até

que o volume de água atinja 35 mL.

Recolher o cobre inserido na proveta, para um recipiente à parte.

Em seguida, repetir o processo para as tiras de alumínio.

Após secar, comparar qualitativamente as massas das amostras de cobre e de alumínio metálicos. Utilizar as densidades para calcular as massas estimadas das amostras.

$$\begin{aligned}d_{\text{cobre}} = 8,96 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow m_{\text{amostra}} &= d_{\text{cobre}} \times V_{\text{amostra}} = 8,96 \text{ g/cm}^3 \times 5 \text{ cm}^3 = 44,8 \text{ g.} \\d_{\text{alumínio}} = 2,69 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow m_{\text{amostra}} &= d_{\text{alumínio}} \times V_{\text{amostra}} = 2,69 \text{ g/cm}^3 \times 5 \text{ cm}^3 = 13,35 \text{ g.}\end{aligned}$$

Assim, ressaltar que para mesmos valores de volumes destes metais, o cobre possui massa muito maior do que a massa do alumínio.

Em seguida, utilizar a balança portátil para aferir as massas e comparar os valores experimentais com os valores calculados. (Atenção, utilizar devidamente a função tara da balança para não incluir as massas dos recipientes).

Solicitar que os educandos, então, adicionem mais tiras na amostra de alumínio, até que as massas se igualem.

Observar as diferenças nos volumes:

$$\begin{aligned}V_{\text{alumínio}} &= m_{\text{amostra}} / d_{\text{alumínio}} \Rightarrow V_{\text{alumínio}} = 44,9 \text{ g} / 2,69 \text{ g/cm}^3 \\V_{\text{alumínio}} &= 16,7 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Adicionar esta massa final obtida de alumínio, numa proveta contendo 30 mL de água e verificar se o volume do líquido será deslocado até aproximadamente 46,7 mL.

Por fim, comentar que a **Lei de Avogadro** diz que o número de átomos existentes em 26,98 gramas de alumínio é igual ao número de átomos existentes em 63,55 g de cobre. (para fins didáticos e aproximativos desconsideramos os erros e ajustes da Lei).

Pesar 2,70 g de tiras de alumínio;

Pesar 6,36 g de tiras de cobre;

Calcular e medir os volumes por deslocamento:

$$\begin{aligned}V_{\text{cobre}} &= 6,36 \text{ g} / 8,96 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow V_{\text{cobre}} = 0,7 \text{ mL} \\V_{\text{alumínio}} &= 2,70 \text{ g} / 2,69 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow V_{\text{Alumínio}} \sim 1,0 \text{ mL}\end{aligned}$$

Com base nos volumes, e considerando a Lei de Avogadro que diz que os números de átomos nas duas amostras são iguais, perguntar aos estudantes qual elemento possui o maior raio atômico.

## 5.6 Experimento 6: Transformação Covalente-Iônica

1° Ano – Terceiro Bimestre - Eixo Temático: Ligações Químicas.

**Experimento 6 - Materiais e Reagentes:**

- A – Bexiga de festa de aniversário;

- B – Canudos;
- C - Fita adesiva;
- D – Água;
- E – Cloreto de cálcio –  $\text{CaCl}_{2(s)}$
- F – Tubo vazio de lâmpada incandescente;
- G – Queimador (ver Anexo 1);
- H – Suporte para queimador (ver Anexo 2);

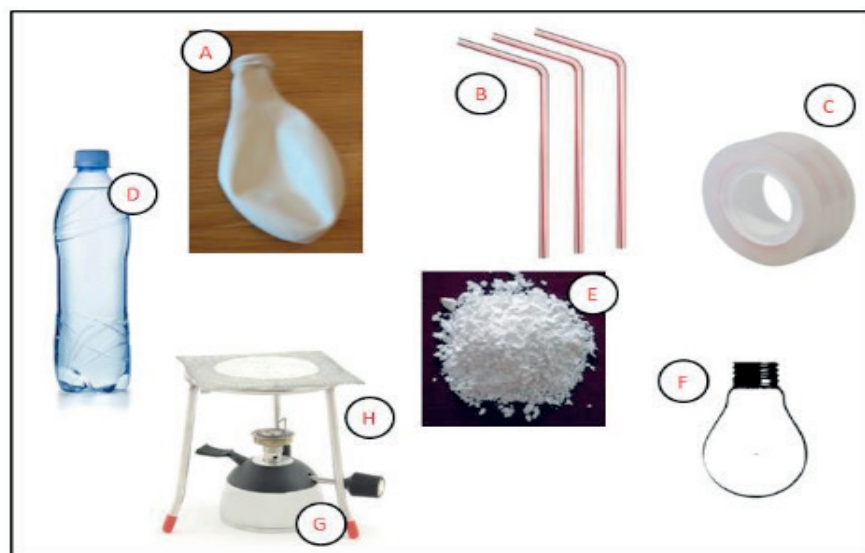


Figura 34. Materiais do experimento 6.

### Experimento 6 - Abordagem Didática Proposta:

O experimento 6 busca explorar algumas características relacionadas aos compostos covalentes e aos compostos iônicos.

A respiração humana tem como principal característica o consumo de gás oxigênio atmosférico e a produção de gás carbônico. Estas duas substâncias são moléculas, isto é realizam ligações interatômicas do tipo covalente.

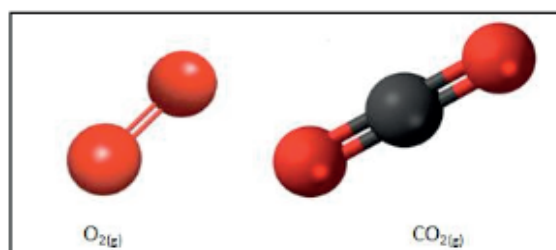
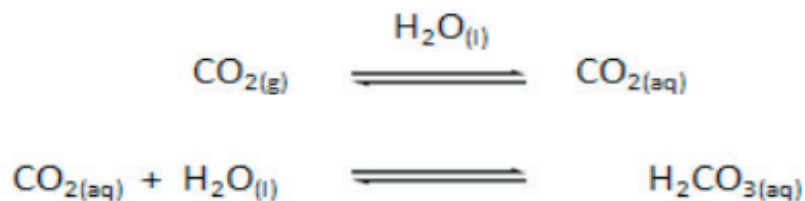


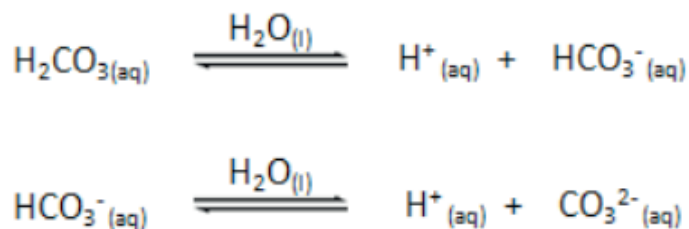
Figura 35. Moléculas dos gases oxigênio e carbônico.

O gás carbônico possui uma propriedade bastante especial. Quando borbulhado em água suas moléculas se dissolvem formando ácido carbônico.





O ácido carbônico, por sua vez, é um ácido fraco e estabelece equilíbrios de dissociação ácida que levam a formação de íons hidrogenocarbonato e carbonato respectivamente.



O ânion carbonato é capaz de estabelecer ligações com o cátion cálcio, formando um composto iônico pouco solúvel em água. O sal inorgânico carbonato de cálcio.

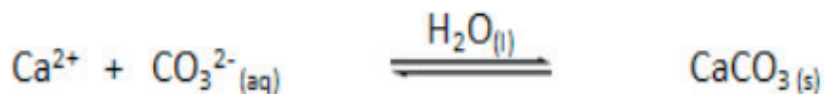


Figura 36. Formação de precipitado de carbonato de cálcio.

Podemos utilizar o sal cloreto de cálcio, que é muito solúvel, para liberar por dissociação iônica, íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Cl}^-$  em solução.

Esta é uma forma fácil de mostrar a conversão de um composto puramente covalente em um composto de natureza iônica.

### Experimento 6 - Proposta Experimental:

Primeiramente, deve-se organizar devidamente o tubo de lâmpada vazio, que será o nosso balão de fundo redondo, e o posicionar no suporte para o queimador. Em seguida, deve-se posicionar o queimador diretamente sob o tubo.

Transferir um pouco de água para o interior do tubo. Ligar o queimador até iniciar a fervura da água. Esta etapa tem por finalidade expulsar o gás carbônico que se dissolve naturalmente na água.

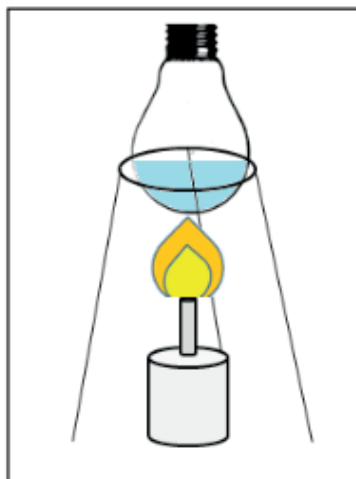


Figura 37. Expulsando  $\text{CO}_2$  dissolvido na água.

Após o processo de expulsão do gás carbônico, desligar o queimador, transferir um pouco de cloreto de cálcio para o tubo, e agitar para formar uma mistura homogênea.

Enquanto o sistema esfria, o educando deve encher a bexiga de festa de aniversário, ele deve ser orientado para não amarrar a bexiga.

Quando a bexiga estiver cheia de ar (rico em gás carbônico), a sua ponta deve ser segurada e presa em um canudo.

Utilizar a fita adesiva para fixar o canudo ao balão, sem que se deixe escapar o ar.

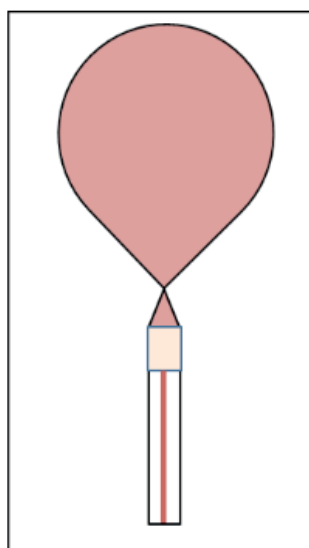


Figura 38. Bexiga contendo  $\text{CO}_{2(g)}$  acoplada ao canudo.

Solicitar que o educando insira a ponta do canudo no interior do tubo, de modo esteja imersa na solução aquosa de cloreto de cálcio.

Liberar, de maneira controlada, a saída de ar do balão, de modo que o gás carbônico seja borbulhado na solução.

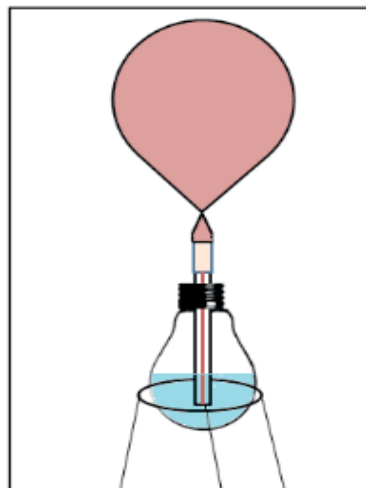


Figura 39. Sistema para borbulhar  $\text{CO}_{2(g)}$  na solução de  $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ .

Observar que a solução ficará turva. Esperar a sedimentação do sólido promovida pela ação da gravidade e então decantar a água.

Discutir com a turma sobre a natureza do sólido formado a partir do gás liberado pela respiração.

## 5.7 Experimento 7: Rompendo Ligações Metálicas

**1° Ano – Quarto Bimestre - Eixo Temático:** Ligações Interatômicas.

### **Materiais e Reagentes:**

- A – Fita de Magnésio;
- B – Tesoura;
- C – Tubos de ensaio;
- D – Pregador com haste comprida;
- E – Vela;
- F – Ácido clorídrico 10% (V/V);
- G – Estante de madeira para tubo de ensaio;
- H – Pinça;
- I – Funil de vidro;
- J – Caixa de palitos de fósforo;

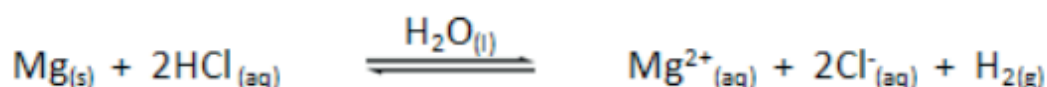


Figura 40. Materiais do experimento 7.

### Experimento 7 - Abordagem Didática Proposta:

O objetivo do experimento 7 é permitir que o educando observe a reação que o ácido clorídrico pode realizar com alguns metais.

Este experimento consiste em produzir uma solução aquosa de cloreto de magnésio a partir da reação entre o magnésio metálico e o ácido clorídrico.



Cada mol de Magnésio metálico reage com dois moles de ácido clorídrico. Um dos produtos formados é o gás hidrogênio.

Este gás é combustível, sua produção pode ser atestada capturando-o em pequena escala num um tubo de ensaio e expondo à chama de uma vela.



Quando o vapor d'água formado, atinge uma superfície de baixa temperatura, a água é condensada e forma gotículas sobre a superfície. Como a queima ocorre no interior do tubo, é possível atestar gotículas de água formadas em suas paredes internas.

Como podemos perceber, este experimento abre margem para discutir as ligações metálicas, o rompimento entre a ligação covalente do gás hidrogênio e a do gás oxigênio para a formação de ligações covalentes entre átomos de hidrogênio e oxigênio na água, além de permitir discutir a formação de íons magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) que permanecerão em solução aquosa.

### Experimento 7 - Proposta Experimental:

O primeiro passo é utilizar a tesoura para cortar pequenos pedaços da fita de magnésio metálico. Utilizar a pinça para adicionar estes pequenos pedaços do metal diretamente no fundo de um tubo de ensaio.

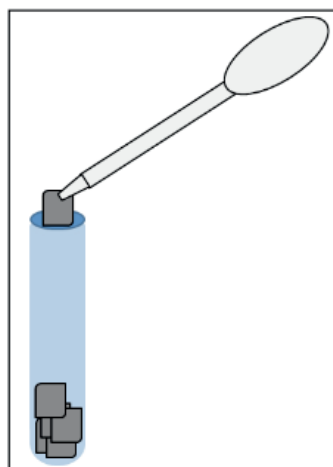


Figura 41. Tubo de ensaio com plaquetas de magnésio.

Acomodar devidamente o tubo na estante. Adaptar o funil de vidro no tubo de ensaio e, cuidadosamente adicionar gotas de ácido clorídrico até cobrir a amostra. Perguntar aos educandos a natureza das bolhas formadas no meio reacional.

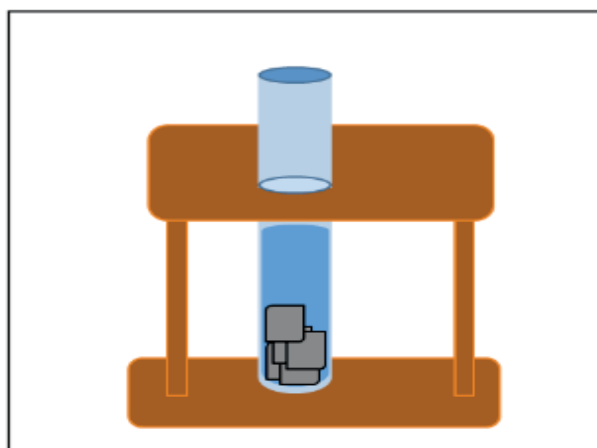


Figura 42. Reação do ácido clorídrico com o magnésio.

Enquanto a reação está sendo processada, solicitar que um educando adapte outro tubo de ensaio ao pregador de haste longa. Em seguida solicitar ao educando que posicione a abertura deste segundo tubo de ensaio diretamente sobre a abertura do tubo onde a reação está sendo processada.

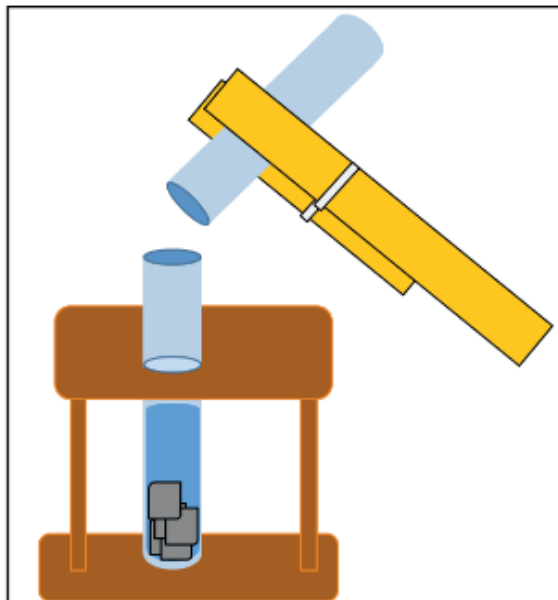


Figura 43. Captação de  $H_{2(g)}$  para o segundo tubo de ensaio.

Enquanto isso, solicitar que um terceiro educando utilize os palitos de fósforo para acender a chama em uma vela, em uma região um pouco afastada de onde ocorre a reação do metal com o ácido.

Se necessário, adicione mais algumas gotas do ácido clorídrico até que todo o metal reaja.

Após alguns minutos o professor deve levar o tubo contendo gás hidrogênio para perto da vela e, cuidadosa e ligeiramente, aproximar a abertura do tubo sobre a chama.

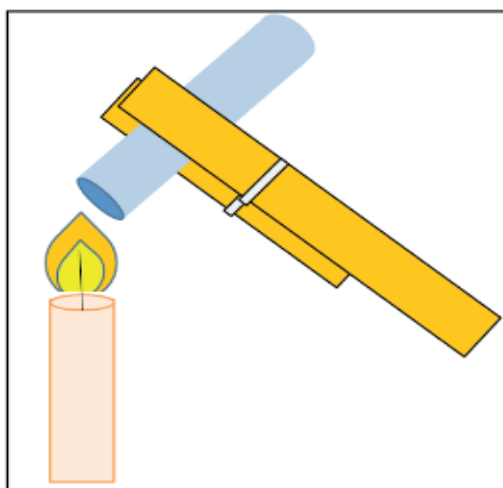


Figura 44. Combustão do  $H_{2(g)}$ .

Deve ser ouvido um estampido, e deve ser observada a formação de gotículas de água nas paredes internas do tubo.

Discutir com os educandos acerca das ligações químicas rompidas e formadas durante os processos, bem como as naturezas das substâncias participantes.

## 5.8 Experimento 8: Semelhante Dissolve Semelhante

1º Ano – Quarto Bimestre - Eixo Temático: Interações Intermoleculares.

### Experimento 8 - Materiais e Reagentes:

- A – Tubos de Lâmpadas incandescentes (8 unidades);
- B – Propanona Pura (acetona P.A.);
- C – Água;
- D – Raspas de isopor (poliestireno);
- E – Funil de vidro;
- F - Suporte para o Queimador;
- G - Detergente;
- H - Óleo de soja;
- I - Azeite de Oliva;



Figura 45. Materiais experimento 8.

### Experimento 8 - Abordagem Didática Proposta:

O experimento 8 tem por objetivo investigar as interações intermoleculares de solventes polares e apolares com diversos tipos de substâncias. Também é de interesse discutir acerca dos detergentes e como suas moléculas interagem com substâncias polares e apolares capturando as partículas de gordura em água.

A primeira etapa deste experimento consiste em adicionar raspas de isopor (poliestireno) em dois tubos de ensaio, e em seguida, adicionar água em um deles e acetona (propanona) P. A. ao outro.

Poderá ser observado que, no tubo contendo água, a raspa de isopor ocupará a



superfície do líquido. Enquanto que no tubo contendo acetona pura, a raspa de isopor será completamente dissolvida.

O isopor é um polímero, derivado do petróleo, denominado de poliestireno, ou seja, é a repetição de diversas unidades monoméricas de estireno:

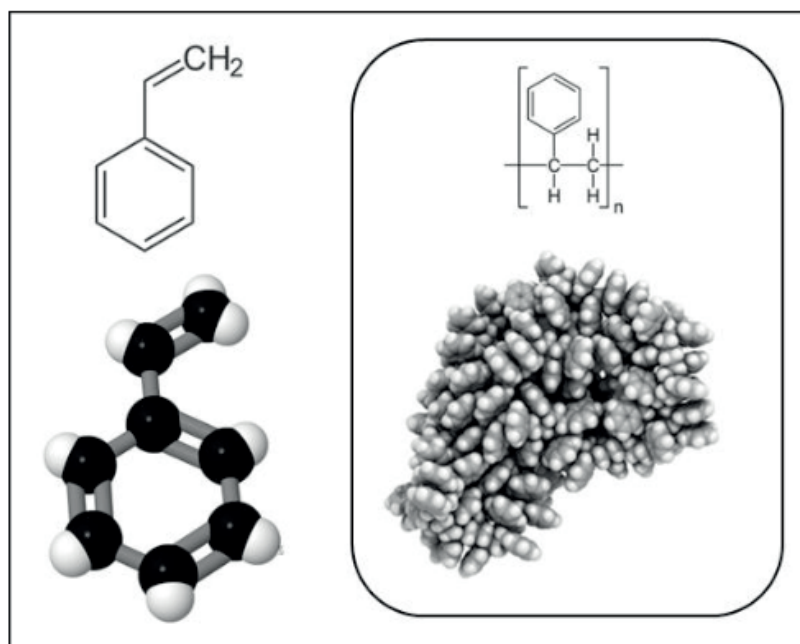


Figura 46. Estireno e Polímero, respectivamente.

O isopor é o produto de um procedimento industrial em que o poliestireno, em forma de pequenas esferas, é tratado com solventes extremamente voláteis em condições especiais de temperatura e pressão.

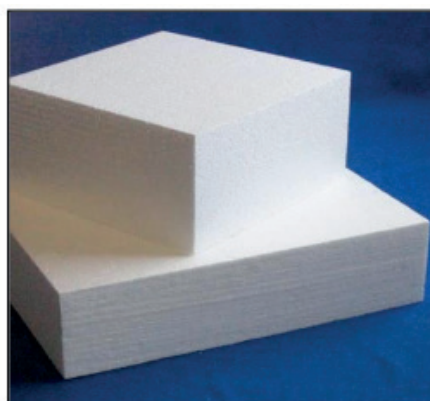


Figura 47. Isopor – Poliestireno e ar aprisionado.

Nesta forma, grande parte da estrutura do isopor é composta de ar, portanto a estrutura final possui um grande volume e uma massa relativamente pequena. Este fato atribui baixa densidade ao material.

Observe que o estireno é uma molécula, ou seja, é um composto covalente. Ele é formado por um anel aromático ligado com uma cadeia lateral de dois carbonos insaturados por uma ligação dupla.

No polímero, esta ligação dupla é rompida de modo que várias unidades do monômero estabeleçam ligações simples entre si.

Devido a sua baixa densidade, o isopor flutua na água. A água é um composto inorgânico em que as moléculas realizam interações fortemente polares, as denominadas Ligações de Hidrogênio.

As interações intermoleculares na água são muito diferentes das interações intermoleculares que ocorrem no isopor. As moléculas de isopor possuem, relativamente, baixa polaridade.

Portanto, as moléculas de água interagem preferencialmente entre si, e não dissolvem o isopor.

No caso da acetona pura, as moléculas possuem uma carbonila localizada entre dois átomos de carbonos saturados:

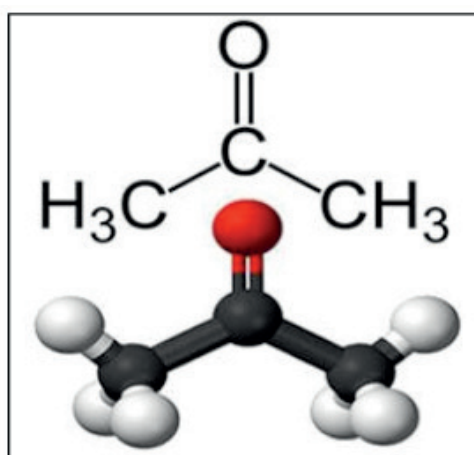


Figura 48. Estrutura da propanona.

Trata-se de uma molécula orgânica (composto covalente), com polaridade inferior a da água e, capaz de enfraquecer as ligações entre os monômeros do poliestireno.

Com o enfraquecimento das ligações entre os monômeros, o ar aprisionado na estrutura do isopor escapa. É possível observar vapores exalando da mistura enquanto o isopor é dissolvido.

A segunda etapa do experimento é baseada nas interações entre óleo de soja, água, azeite de oliva e detergente.

Realizam-se seis misturas:

Mistura:	Componentes:
I	Água + óleo
II	Água + Azeite
III	Água + Detergente
IV	Óleo + Azeite
V	Óleo + Detergente
VI	Azeite + Detergente

Tabela 11. Misturas do experimento 8 – segunda etapa.

**Atenção:** Este teste é puramente qualitativo, não é necessário que seja realizado em larga escala.

Os educandos devem observar que em I e II as amostras são imiscíveis, portanto permanecem como misturas heterogêneas onde o componente menos denso ocupa a superfície.

Conforme mencionado anteriormente, as moléculas de água realizam interações intermoleculares extremamente polares (Ligações de Hidrogênio). Enquanto que as interações entre as moléculas dos componentes do azeite e do óleo possuem determinada semelhança, pois ambas as substâncias possuem estruturas químicas que apresentam longas cadeias carbônicas.

Sendo assim, os educandos devem observar que a amostra IV possui componentes miscíveis.

Os detergentes são constituídos por moléculas que possuem uma parte estrutural polar e uma parte estrutural apolar, são sais orgânicos de cadeias longas. Assim sendo, esta substância tem a possibilidade de se misturar com moléculas polares e com moléculas apolares.

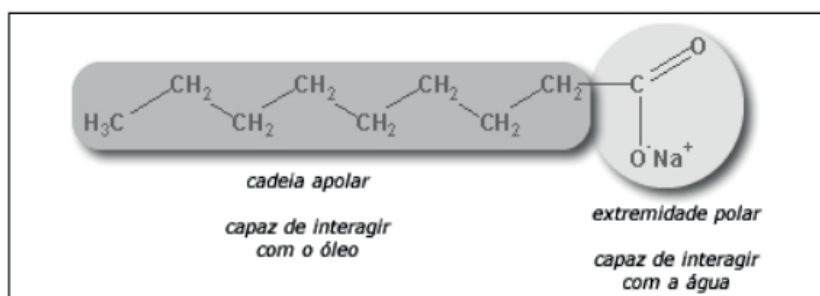


Figura 49. Estrutura molecular genérica de um detergente.

Dependendo da natureza da substância misturada ao detergente, ocorre a orientação das moléculas do detergente de forma a envolver as moléculas do componente adicionado.

Esta orientação se dá, logicamente com a parte que possui maior afinidade intermolecular pelas moléculas do componente adicionado. As estruturas formadas são denominadas micelas.

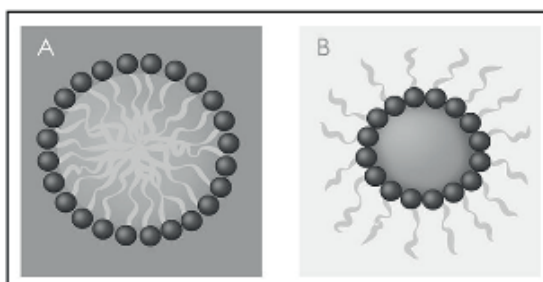


Figura 50-A. Micelas formadas por afinidade a partículas apolares; Figura 50-B. Micela formada por afinidade a partículas polares.

Os educandos devem evidenciar que as amostras III, V e VI são miscíveis.

### Experimento 8 - Proposta Experimental:

#### Etapa 1 – Interações intermoleculares com o poliestireno.

Primeiramente é necessário separar dois tubos de Lâmpadas incandescentes que estejam vazios e devidamente higienizados.

Em seguida, devem-se adicionar raspas de isopor em ambos os tubos. Colocam-se ambos os tubos contendo as raspas de isopor sobre dois suportes de queimador.

Em seguida, os educandos devem utilizar o funil para transferir respectivamente água e acetona para ambos os tubos. Solicitar que os educandos observem o que ocorre e que anotem suas observações.

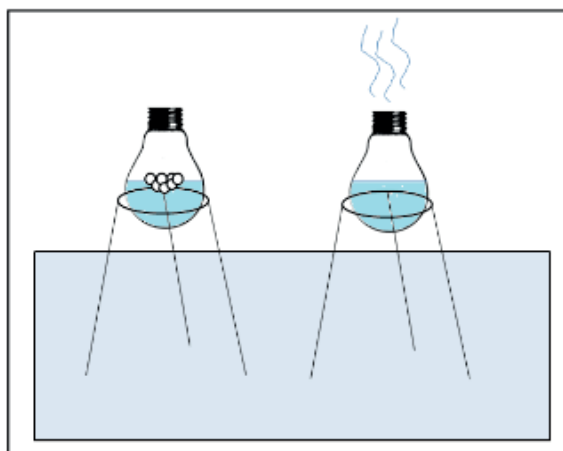


Figura 51. Sistemas Água + Isopor e Acetona + Isopor, respectivamente.

Requisitar que eles elaborem respostas que justifiquem os fatos de o isopor não ter se dissolvido na água, mas ter se dissolvido na acetona pura. Perguntar para onde foi o isopor que inicialmente estava no tubo antes da acetona ter sido adicionada.

Adicionar mais raspas de isopor no tubo da acetona até que se forme corpo de fundo.

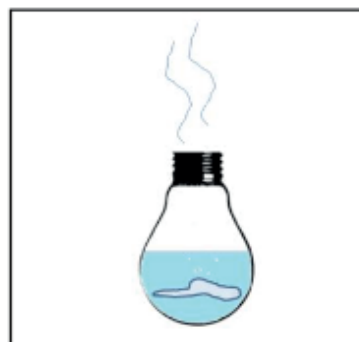


Figura 52. Formação de corpo de fundo no tubo com acetona.

- Discutir acerca da natureza do sólido formado e da solubilidade máxima

com os alunos.

- Discutir sobre a formação de corpos de fundo em soluções saturadas.

**Etapa 2** – interações intermoleculares com água, óleo, azeite e detergente:

Após higienizar todo o material utilizado na Etapa 1, devem-se organizar seis tubos de lâmpadas incandescentes vazios sobre seis suportes para queimador. Estas estruturas devem ser dispostas lado a lado sobre uma bancada ou uma mesa.

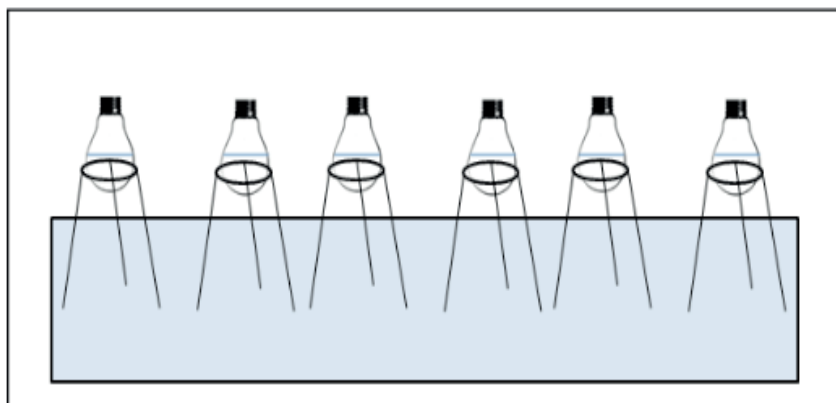


Figura 53. Disposição dos tubos para a segunda etapa do experimento 8.

Numerar os tubos de I a VI. Utilizar o funil para transferir respectivamente, volumes iguais de:

- Água + Óleo – Tubo I;
- Água + Azeite – Tubo II;
- Água + Detergente – Tubo III;
- Óleo + Azeite – Tubo IV;
- Óleo + Detergente – Tubo V;
- Azeite + Detergente – Tubo VI;

Solicitar que os educandos observem o que ocorre, e que anotem os resultados em seus cadernos.

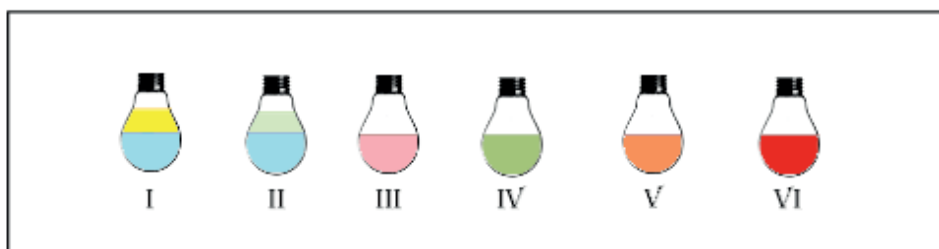


Figura 54. Observações após misturar os componentes nos respectivos tubos enumerados de I a VI.

Solicitar que eles forneçam respostas, individuais, que justifiquem o fato de que algumas das amostras são de componentes miscíveis enquanto que outras são de imiscíveis.

Relacionar as composições químicas das substâncias aos tipos de interações intermoleculares realizadas.

**Observação:** Utilizar o detergente para limpar todos os tubos.

## 6. EXPERIMENTOS DE QUÍMICA PARA TURMAS DA 2º SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Conforme problematizado nos capítulos anteriores: *o exercício do magistério em uma perspectiva puramente expositiva e dogmática contribui para a falta de interesse dos educandos pela disciplina de Química.*

Ao buscarem uma aprendizagem mecânica, nas perspectivas da Teoria da Aprendizagem significativa, os educandos em geral, tendem a executar esforços para decorar conceitos e mecanismos abstratos. A tentativa de reter informações com pouco ou nenhum significado implica em desgaste mental e desmotivação, o que por sua vez conduz ao insucesso na aprendizagem. Isto é preocupante, pois, analisando os impactos em ampla escala, podemos perceber os reflexos diretamente sobre a qualidade da educação em nível nacional.

Para a segunda etapa do Ensino Médio, os conteúdos relacionados são mais trabalhosos e abstratos em relação àqueles trabalhados no ano letivo antecessor. Assim, é importante explorar ao máximo o caráter investigativo durante os experimentos, ressaltando os aspectos observados com os fundamentos teóricos explicativos para os fenômenos. Baseando-se nestes preceitos, elaborou-se um conjunto de oito experimentos, dois deles para cada bimestre.

**Tabela de Experimentos para o Segundo Ano do Ensino Médio.**

Série:	Eixo Temático:	Experimento:	
2º Ano	B1	Comportamentos Químicos – Ácidos e Bases.	9 – Repolho Roxo ou Colorido?
		Comportamentos Químicos – Sais e Óxidos.	10 – O Ciclo dos Compostos de Cobre.
	B2	Representação e Quantificação da Matéria.	11 – Sobe Balão
		Cálculos Estequiométricos.	12 – Micro-Titulação Ácido-Base.
	B3	Misturas Multicomponentes.	13 – De Metal à Dispersão Coloidal.
		Termoquímica.	14 – Doce Chama.
	B4	Termoquímica e Espontaneidade de Reações.	15 – Uma Reação Quente.
		Cinética.	16 – Erupção Espumante.

Tabela 4.2. Disposição das propostas de experimentos por eixo temático - 2º Ano.

### 6.1 Experimento 9: Repolho Roxo ou Colorido?

**2º Ano – Primeiro Bimestre – Eixo Temático:** Comportamentos Químicos – Ácidos e Bases.

#### **Materiais e Reagentes:**

- A – Extrato de repolho roxo;
- B – 7 Pequenos recipientes de vidro (copos de requeijão);
- C – Vinagre incolor;



- D – Água;
- E – 1 Proveta graduada de 100 mL;
- F – Hidróxido de Sódio NaOH.
- G – Limões verdes;
- H – Água Sanitária;
- I – Bicarbonato de Sódio ( $\text{NaHCO}_3$ );



Figura 55. Materiais e Reagentes do Experimento 9 – Repolho Roxo ou Colorido?

### Experimento 9 – Abordagem Didática Proposta:

O intuito deste experimento é possibilitar que os educandos investiguem os aspectos do indicador ácido-base, extrato de repolho roxo, na presença de diversas substâncias que conferem diferentes valores de pH às soluções.

O extrato de repolho roxo pode ser facilmente obtido colocando-se folhas de repolho em uma panela com água quente e deixando em repouso por alguns minutos. Tal procedimento pode ser executado antecipadamente pelo professor, ou em conjunto com os educandos de modo a explicar a técnica de extração.

O extrato de repolho roxo é um indicador ácido-base extremamente versátil devido ao fato de apresentar compostos orgânicos que exibem cores extremamente diferentes para cada tipo de pH, ácido ou alcalino.

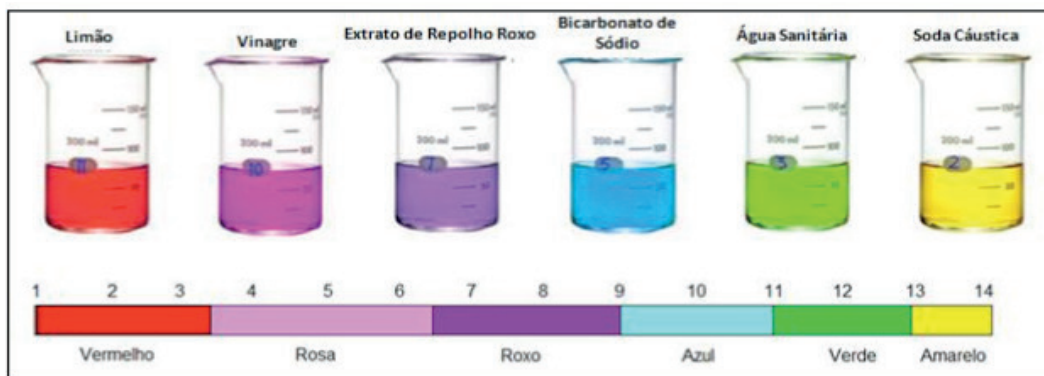


Figura 56. Cores Manifestadas pelo Indicador de pH – Extrato de Repolho Roxo.

É fundamentalmente importante discutir com os educandos as diferenças entre as forças dos ácidos e bases orgânicos e inorgânicos, escrevendo as equações de dissociação iônica e resgatando os fundamentos previstos durante a Primeira Série do Ensino Médio.

O professor poderá aproveitar o momento para ressaltar diferenças entre a ionização de eletrólitos fortes e de eletrólitos fracos; abordar as escalas de pH e de pOH; mencionar as características moleculares de um indicador ácido-base e introduzir as principais características da Química Analítica Qualitativa.

### Experimento 9 – Proposta Experimental:

O professor pode orientar os educando a formarem seis grupos, sendo cada um dos grupos responsável por escolher uma das substâncias:

- Grupo 1 – Suco de limão;
- Grupo 2 – Vinagre;
- Grupo 3 – Água;
- Grupo 4 – Solução de Bicarbonato de sódio;
- Grupo 5 – Água sanitária;
- Grupo 6 – Solução de Hidróxido de sódio (Soda cáustica);

Cada grupo deverá preparar um dos copos de vidro com uma quantidade razoável (cerca de 150 mL) das substâncias relacionadas acima.

Poder-se-á conferir um cartão de informações contendo algumas características das substâncias escolhidas, como: fórmula química dos principais componentes, tipos de uso no cotidiano, importância para a sociedade, informações sobre possíveis riscos associados ao consumo e ao uso irregular etc.

O professor, então, solicitará que os educandos se organizem lado a lado, mantendo os copos com as respectivas substâncias, próximos uns dos outros.

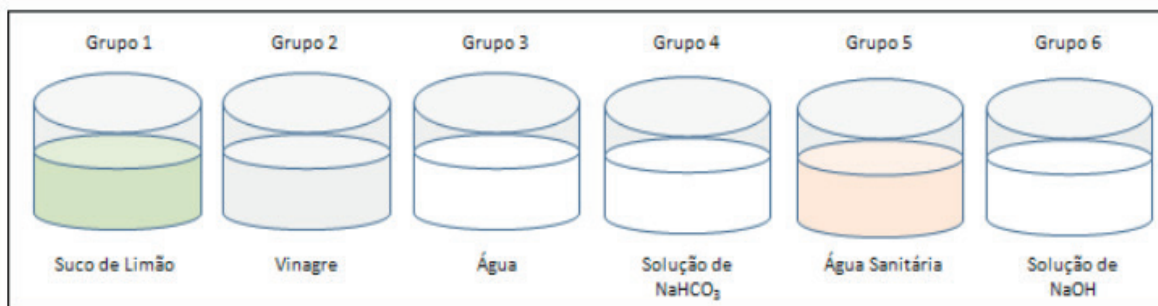


Figura 57. Preparação dos Copos Contendo Cada Substância Escolhida Pelos Respectivos Grupos.

Utilizando a proveta, o professor distribuirá cerca de 50 mL do extrato de repolho roxo para cada grupo, e solicitará que um dos educandos adicione este extrato diretamente no copo recém preparado contendo a substância escolhida.

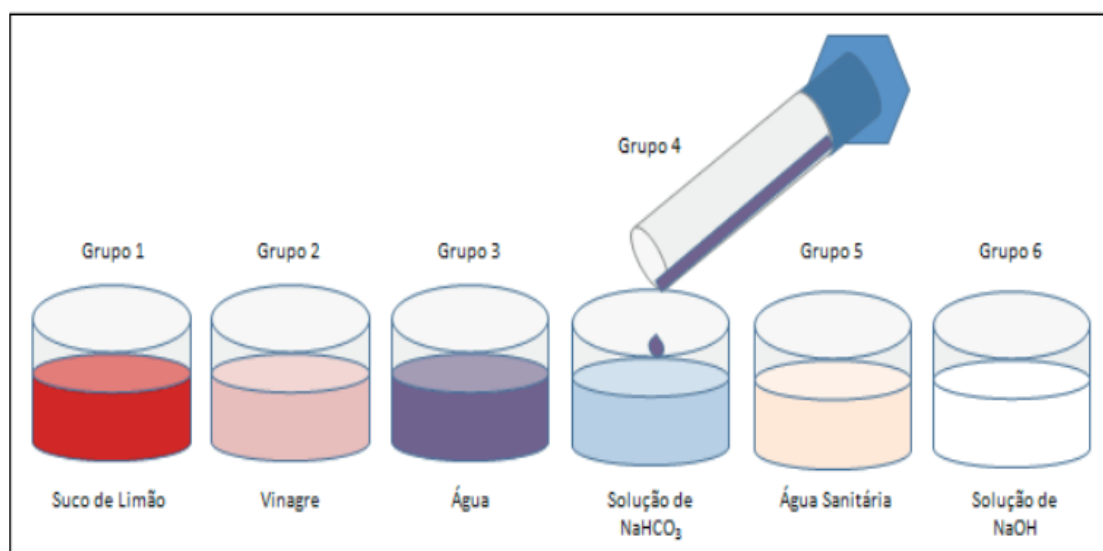


Figura 58. Transferindo o Indicador de Repolho Roxo Para Cada Copo.

Em seguida, o professor poderá discutir acerca das diferenças entre as cores, mencionando o caráter ácido ou básico das substâncias, a escala de pH, as peculiaridades dos diferentes tipos de indicadores de pH etc.

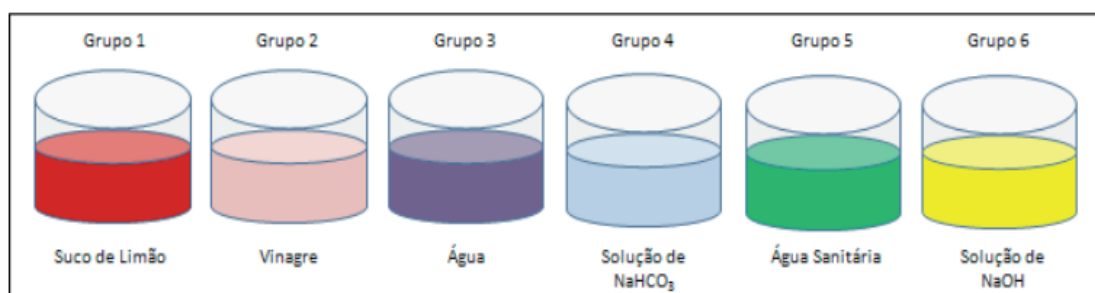


Figura 59. As Cores Conferidas Pelas Substâncias Ao Indicador.

Os educandos deverão anotar suas observações, refletindo sobre as possíveis

razões para que a mesma substância (extrato de repolho roxo) apresente diferentes colorações devido às diferenças nas concentrações de íons  $H^+$  ou  $OH^-$ .

Assim, o experimento abre margem para a terceira série do Ensino Médio, onde será discutida a Química Orgânica.

Poder-se-á estabelecer relações entre as estruturas das moléculas orgânicas de cadeias longas e que apresentam ligações duplas conjugadas com a teoria ácido-base, para compreender que esta variação de cores ocorre devido ao fato de que o próprio indicador possui compostos orgânicos que são protonados ou desprotonados, alterando as configurações eletrônicas em função do pH.

Além disso, há uma excelente oportunidade para investigar a interação da luz com a matéria, diferenciando conceitos como absorção, emissão e reflexão (transmissão) de ondas eletromagnéticas.

## 6.2 Experimento 10: O Ciclo dos Compostos de Cobre

**2º Ano – Primeiro Bimestre – Eixo Temático:** Comportamentos Químicos – Sais e óxidos.

### **Materiais e Reagentes:**

- A – Água;
- B – Sulfato de Cobre ( $CuSO_{4(s)}$ );
- C – Carbonato de sódio ( $Na_2CO_{3(s)}$ );
- D – Queimador (*ver Anexo 1*)
- E – Latinha de alumínio;
- F – Tesoura;
- G – Espátula;
- H – Suporte para aquecimento;
- I – Papel de filtro (cafeteira);
- J – Ácido Sulfúrico 1 Molar –  $H_2SO_{4(aq)}$ ;
- K – 2 Copos de vidro (requeijão);



Figura 60. Materiais e Reagentes do Experimento 10 – O Ciclo dos Compostos de Cobre.

### Experimento 10 – Abordagem Didática Proposta:

Os educandos deverão observar características dos sais sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), as diferentes colorações dos sólidos e das respectivas soluções aquosas e deverão equacionar as reações de dissociação destes sais em água;

Posteriormente, as soluções aquosas de ambos os sais serão misturadas. Assim, a combinação do cátion cobre (II) com o ânion carbonato produzirá o sal carbonato de cobre (II), o qual é pouco solúvel.

O carbonato de cobre (II) possui uma coloração verde, é diferente tanto do sulfato de cobre (II) (azul), quanto do carbonato de sódio (branco). Os educandos realizarão uma filtração simples para reter o sólido carbonato de cobre (II).

O sólido retido, então, sofrerá uma reação de decomposição térmica no fundo da latinha de alumínio, liberando gás carbônico e formando óxido de cobre (II) ( $\text{CuO}_{(s)}$ ), o qual apresenta cor negra. Os educandos deverão equacionar a reação de decomposição térmica do carbonato de cobre (II).

Por fim, o óxido formado deverá ser transferido para um recipiente de vidro contendo ácido sulfúrico 1M ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ ) previamente aquecido. Assim, os educandos poderão observar a transformação do óxido em um dos reagentes de partida, isto é, no sulfato de cobre (II). A solução final ficará azul.

A reação do óxido de cobre (II) com o ácido sulfúrico formando um sal e água permite que o professor discuta as propriedades de óxidos ácidos, óxidos básicos e anfóteros. Além disso, os educandos podem resgatar os princípios de ligações químicas, classificação de reações químicas e de nomenclatura de compostos inorgânicos.

### Experimento 10 – Proposta Experimental:

O primeiro passo é preparar duas soluções, uma contendo sulfato de cobre (II)

em água, e outra contendo carbonato de sódio em água. O ideal é utilizar a balança portátil do experimento 9, bem como a proveta graduada, para ter controle em relação as massas, volumes e demais quantidades de reagentes a serem utilizados.

- I – 3,2 gramas de sulfato de cobre  $\rightarrow$  0,02 mol ( $MM_{\text{CuSO}_4} = 160 \text{ g}$ )
- II – 2,2 gramas de carbonato de sódio  $\rightarrow$  0,02 mol ( $MM_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106 \text{ g}$ )

Cada uma das soluções deverá conter 15 mL de água. (Soluções  $\sim$  1,3M)

O experimento também pode ser realizado apenas qualitativamente, utilizando a espátula para transferir pouca quantidade de cada sal para um respectivo copo. Não será necessário controlar precisamente as quantidades se o intuito do professor é optar por não introduzir conceitos de estequiometria por enquanto.

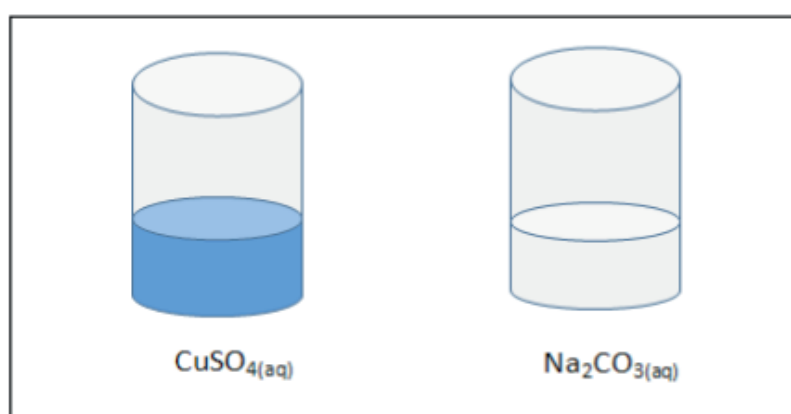
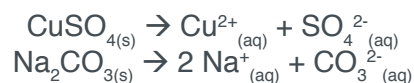


Figura 61. Soluções de sulfato cúprico e, de carbonato de sódio.



O Professor deverá solicitar que os educandos transfiram uma das soluções para o copo contendo a outra, e que agitem vigorosamente para homogeneizar a mistura. Formar-se-á uma solução saturada com precipitado de cor verde.



Uma reação de dupla troca entre os dois sais produzindo um sal pouco solúvel e uma solução com íons espectadores (sódio e sulfato).

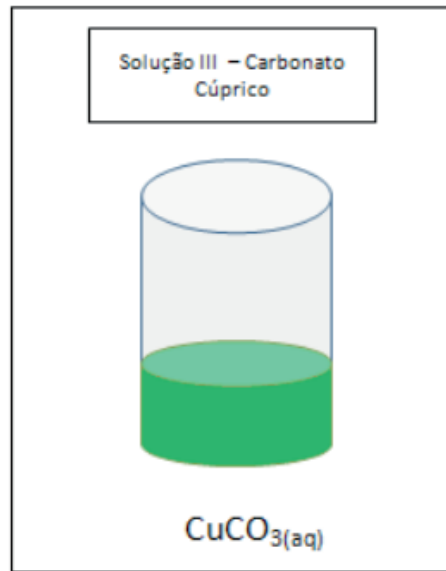


Figura 62. Solução (III) de carbonato cúprico.

Solicitar que os educandos posicionem o filtro de cafeteira sobre um dos copos e que despejem a solução (III) de carbonato cúprico ( $\text{CuCO}_3$ ) de modo a reter o máximo possível de sólido formado. Caso haja pouco precipitado, pode-se aquecer a solução para vaporizar a água.

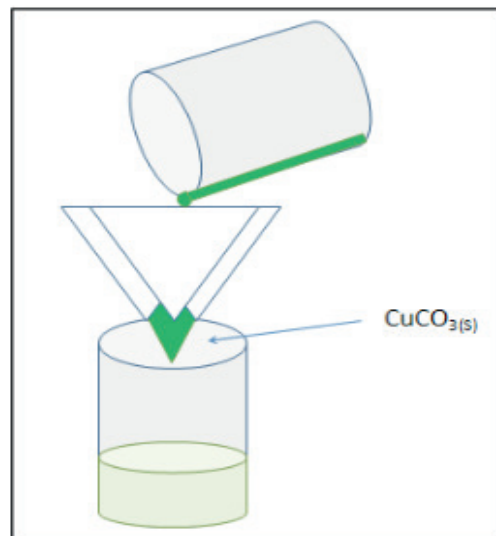


Figura 63. Filtrando a Solução (III) Para Reter Carbonato Cúprico Sólido.

Utilizar a tesoura para cortar o fundo da latinha de alumínio, fazendo um pequeno copo de alumínio. Em seguida, acomodar o fundo da latinha de alumínio sobre o suporte do queimador.



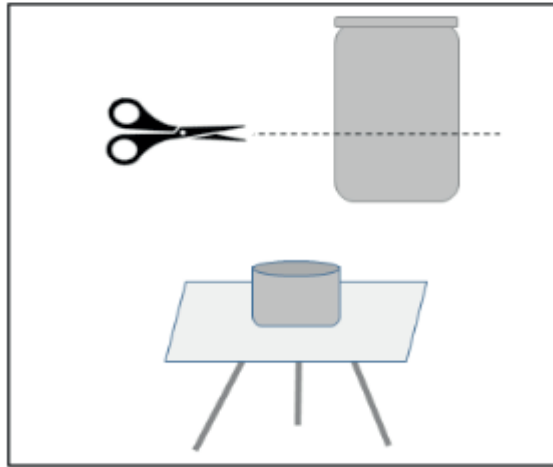


Figura 64. Preparando o Aparato de Calcinação.

Utilizando a espátula, os educandos deverão raspar todo o carbonato cúprico sólido contido no papel de filtro, diretamente para dentro do copo de alumínio posicionado sobre o suporte do queimador. Então, o sólido deverá ser aquecido.

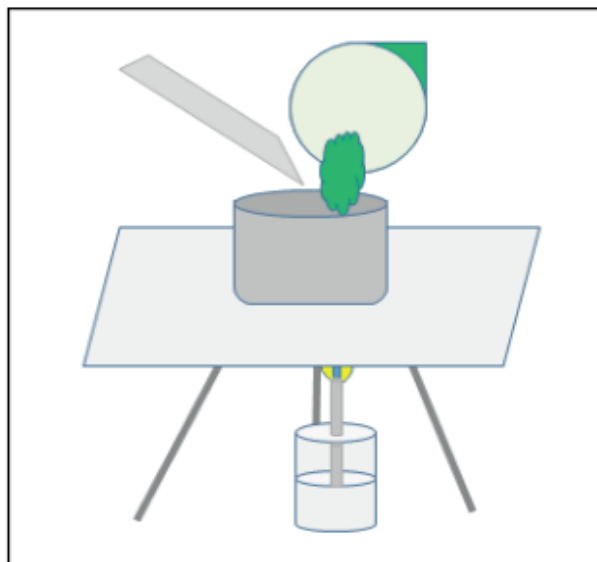


Figura 65. Calcinação (Decomposição Térmica) do Carbonato Cúprico.

Os educandos acompanharão a transição de cor do sólido, do verde para o negro. Tal substância final corresponde ao óxido cúprico.

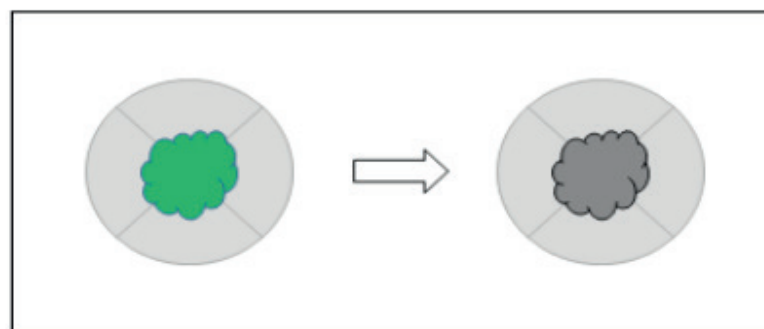


Figura 66. Transição de Cor do Carbonato para o Óxido.



Após os educandos analisarem os aspectos físicos do óxido cúprico, transferir um pouco do ácido sulfúrico 1 M para um **recipiente de vidro**, posicionar sobre o suporte do aquecedor para elevar a temperatura.

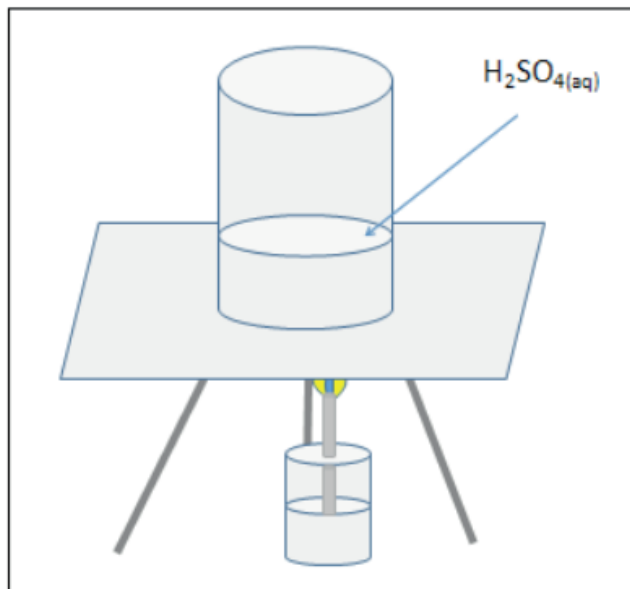


Figura 67. Aquecimento do Ácido Sulfúrico.

**Atenção:** Nunca adicione o ácido na latinha de alumínio, utilize sempre recipientes de vidro devidamente seguros e resistentes.

Utilizar a espátula para transferir o sólido negro para o interior do frasco de vidro contendo o ácido. Assim, dissolver-se-á, à quente, todo o óxido cúprico no ácido sulfúrico 1 M. Os educandos poderão observar que a amostra ficará azul, semelhante a solução de sulfato cúprico preparada inicialmente.

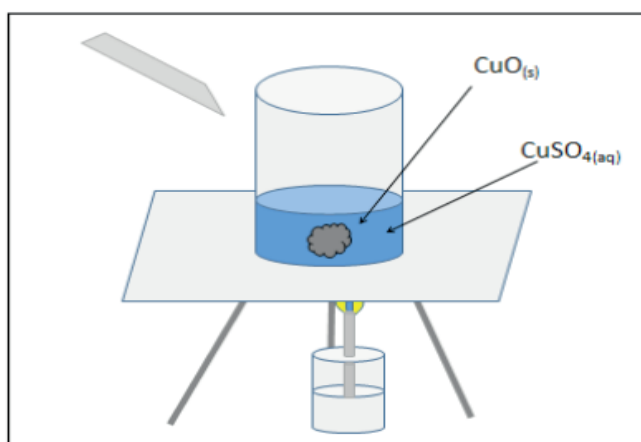


Figura 68. Dissolvendo o Óxido no Ácido Aquecido.



Este experimento permite analisar aspectos de sais que possuem ânions moleculares, bem como as características de reações químicas de dupla-troca onde ocorre precipitação. Assim, o professor terá margem para introduzir conceitos de equilíbrio químico, constante de solubilidade e o Princípio de Le-Chatelier.

Além disso, na reação de decomposição térmica do carbonato de cobre, são formados dois óxidos: o óxido de cobre (II) e o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), um iônico e o outro molecular (respectivamente), um óxido-básico e o outro óxido-ácido (respectivamente).

### 6.3 Experimento 11: Sobe Balão

**2º Ano – Segundo Bimestre – Eixo Temático: Representação e Quantificação da Matéria.**

#### **Materiais e Reagentes:**

- A – Garrafa PET de 500 mL;
- B – Bicarbonato de Sódio;
- C – Vinagre;
- D – Bexigas de Festas de Aniversário;
- E – Proveta de 100 mL;
- F – Fita Adesiva;
- G – Espátula;
- H – Um Carretel de Linha;



Figura 69. Materiais Para o Experimento 11 – Sobe Balão.

#### **Experimento 11 – Abordagem Didática Proposta:**

Neste experimento os educandos irão confeccionar um aparato para preparar balões capazes de flutuar. Para isto, utilizarão uma garrafa PET de 500 mL, bicarbonato de sódio, vinagre comercial e uma bexiga de festas de aniversário.

Considerando-se que a percentagem de ácido acético no vinagre comercial é de cerca de 5% V/V, e que a densidade deste ácido é  $D_{Ac.Acético} = 1,1 \text{ g/mL}$ , o educando deverá estimar através de cálculos o número de moles deste ácido em 300 mL de vinagre.

Uma vez conhecido o número de moles de ácido acético presente em 300 mL de vinagre, o educando deverá equacionar a reação química que representa a reação entre o bicarbonato de sódio e o ácido acético.

Em seguida, os educandos irão calcular estequiometricamente a quantidade de bicarbonato de sódio que reagiu com o ácido acético contido nos 300 mL de vinagre.

Para finalizar, mediante a equação química, deverá ser estimado o volume de gás carbônico  $\text{CO}_2$  Liberado na reação, considerando-se as condições naturais de temperatura e pressão CNTP.

O experimento consiste em aprisionar o gás carbônico, produzido na garrafa PET, em uma bexiga de festas de aniversário, de modo que o balão flutuará.

O professor pode aproveitar o experimento, solicitando que um dos educandos assope e encha outra bexiga. Em seguida questionar o motivo pelo qual a bexiga com  $\text{CO}_2$  da garrafa flutuou, mas a bexiga com  $\text{CO}_2$  proveniente da respiração não flutuou.

### Experimento 11 – Proposta Experimental:

Inicialmente, utilizar a proveta graduada para transferir 300 mL de vinagre comercial para o interior da garrafa PET de 500 mL.

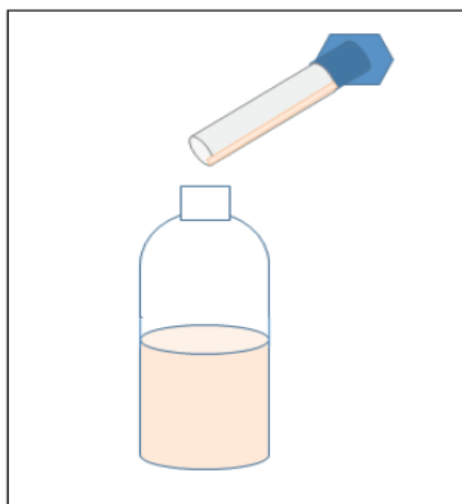


Figura 70. Adição de Vinagre na Garrafa PET.

Em seguida, calcular em conjunto com os educandos, o número de moles de ácido acético contidos neste volume de vinagre comercial:

Se sabemos que  $V_{\text{vinagre}} = 0,3 \text{ L}$  e sabemos que 5% deste volume corresponde

ao ácido, então :

$$V_{\text{Ác. Acético}} = V_{\text{Vinagre}} \times 0,05$$

$$V_{\text{Ác. Acético}} = 0,3 \text{ L} \times 0,05$$

$$V_{\text{Ác. Acético}} = 0,015 \text{ L ou } 15 \text{ mL}$$

Então, do volume de vinagre contido na garrafa (300 mL), apenas 15 mL corresponde ao ácido acético.

O próximo passo é utilizar os dados de densidade e massa molar do ácido para obter a massa em gramas e o número de moles, respectivamente.

Sabendo que  $D_{\text{Ác. Acético}} = 1,1 \text{ g/mL}$ , e que a massa molar do ácido acético é  $MM_{\text{Ác. Acético}} = 60 \text{ g/mol}$ . Então:

$$D_{\text{Ác. Acético}} = m_{\text{Ác. Acético}} / V_{\text{Ác. Acético}}$$

$$D_{\text{Ác. Acético}} \times V_{\text{Ác. Acético}} = m_{\text{Ác. Acético}}$$

$$m_{\text{Ác. Acético}} = 1,1 \text{ g/mL} \times 15 \text{ mL}$$

$$m_{\text{Ác. Acético}} = 16,6 \text{ g}$$

Então o número de moles será:

$$n_{\text{Ác. Acético}} = m_{\text{Ác. Acético}} / MM_{\text{Ác. Acético}}$$

$$n_{\text{Ác. Acético}} = 16,6 \text{ g} / 60 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{Ác. Acético}} = 0,28 \text{ mol}$$

Assim conhecemos o número de moles de ácido acético inserido na garrafa PET.

O passo seguinte consiste em utilizar a espátula para adicionar bicarbonato de sódio no interior da bexiga.

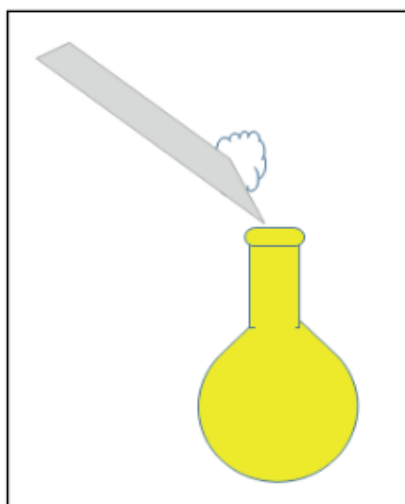


Figura 71. Adição de Bicarbonato de Sódio na Bexiga.

Posteriormente deve-se solicitar que um dos educandos acople a bexiga no gargalo da garrafa PET. Utilizar a fita adesiva para vedar a conexão da bexiga com o gargalo.

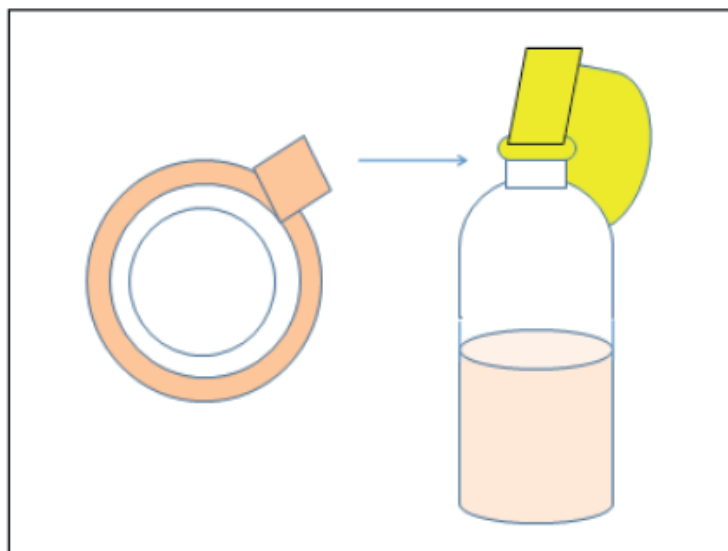
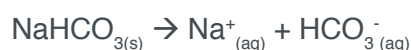


Figura 72. Acoplando a Bexiga na Garrafa PET.

Balancear as equações das reações químicas que ocorrerão no interior da garrafa. Em seguida, solicitar que o educando despeje todo o bicarbonato contido na bexiga, no interior da garrafa.

Inicialmente o bicarbonato de sódio será dissociado liberando o ânion monovalente **hidrogenocarbonato**.



O ânion **hidrogenocarbonato** possui caráter básico e reage com o ácido acético formando o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), este é um ácido que se dissocia em gás carbônico e água:



Então, calcular em conjunto com os educandos, a massa de bicarbonato que irá reagir com os 0,28 moles de ácido:

Podemos observar, através da equação balanceada, que a estequiometria reacional é de 1:1, ou seja, se há 0,28 moles de ácido acético, será necessário inserir 0,28 moles de bicarbonato de sódio.

A massa molar do bicarbonato de sódio é  $\text{MM}_{\text{NaHCO}_3} = 84 \text{ g/mol}$ . Assim, para 100%

de rendimento, será necessário inserir uma massa de:

$$m_{\text{NaHCO}_3} = \text{MM}_{\text{NaHCO}_3} \times n_{\text{NaHCO}_3}$$

$$m_{\text{NaHCO}_3} = 84 \text{ g/mol} \times 0,28 \text{ mol}$$

$$m_{\text{NaHCO}_3} = 23,52 \text{ g do sal.}$$

Retirar o balão inflado do gargalo da garrafa e, com cuidado amarrar uma linha para prender o balão flutuante.

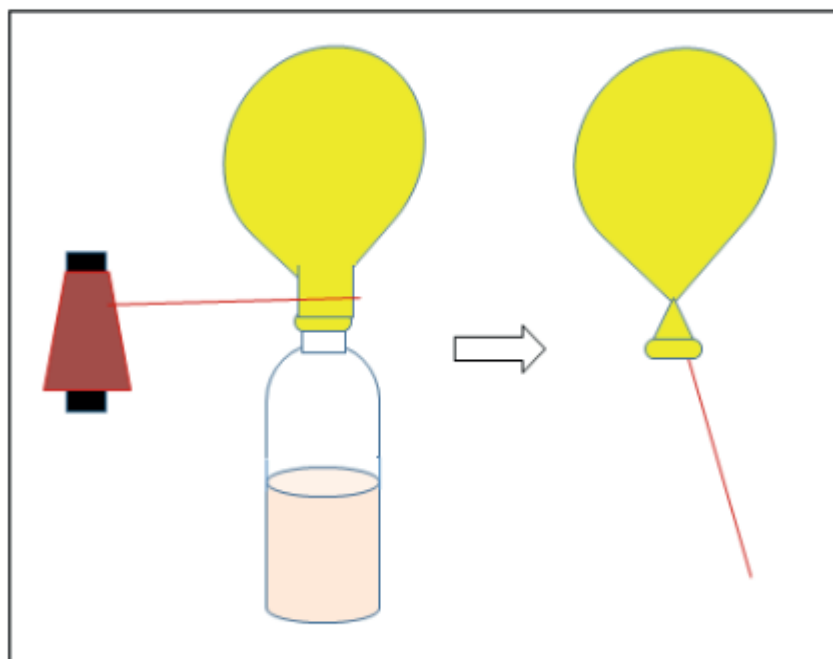


Figura 73. Recolhendo o Balão Flutuante.

Para firmar os conceitos de estequiometria, estimar em conjunto com os educandos, o volume de gás carbônico produzido. Considerar 100% de rendimento, e, que a reação ocorre nas CNTP.

Podemos observar na equação química balanceada, que a proporção de produção deste gás também é de 1:1.

0,28 moles de CO<sub>2</sub> nas CNTP apresentam o seguinte volume:

$$V_{\text{CO}_2} = 22,4\text{L /mol} \times 0,28 \text{ mol}$$

$$V_{\text{CO}_2} = 6,27 \text{ L.}$$

O gás contido neste balão será praticamente CO<sub>2</sub>, com uma leve fração do gás previamente contido na garrafa PET.

Se outro balão for inflado com gases provenientes da respiração de um dos educandos, a amostra de gás dentro do balão será uma mistura com a presença de outros gases mais densos em frações distintas.

Assim, o balão inflado pelo sistema da garrafa armazena um gás com menor



densidade em relação ao ar atmosférico. Isto faz com que este balão flutue.

## 6.4 Experimento 12: Microtitulação Ácido-Base

2º Ano – Segundo Bimestre – Eixo Temático: Cálculos Estequiométricos.

### Materiais e Reagentes:

- A – 1 Seringa de vidro de 10 mL;
- B – Espátula;
- C – Balança digital portátil;
- D – Suporte retangular de madeira (30 cm X 20 cm);
- E – Cano de PVC (30 cm);
- F – Parafuso com cabeça de argola;
- G – 2 Suportes de metal em L para prateleiras;
- H – 4 pequenos parafusos com ponta;
- I – Chave de fenda ou Philips compatível com os parafusos;
- J – 1 Proveta graduada de 100 mL;
- K – Hidróxido de Sódio NaOH.
- L – Fenolftaleína;
- M – Vinagre Comercial Incolor;
- N – Água;
- O – 2 Copos de vidro (requeijão);



Figura 74. Materiais Experimento 12 – Micro-Titulação Ácido-Base.

## Experimento 12 – Abordagem Didática Proposta:

Este experimento permite introduzir conceitos de análise química. Especificamente em se tratando de um método de titulação no qual uma solução de base forte, o hidróxido de sódio (NaOH) será utilizada como titulante.

Durante o processo de titulação, ocorrerá uma reação de neutralização, em etapas, de um ácido fraco. O ácido acético contido no vinagre comercial.

O indicador de pH utilizado será a fenolftaleína, uma substância que em meio ácido é incolor, porém em meio básico expressa uma coloração rósea.

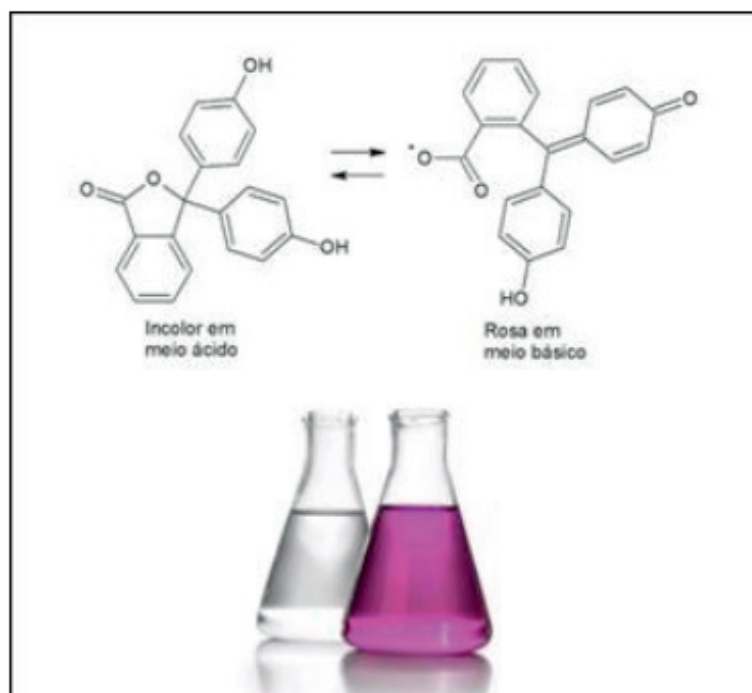


Figura 75. Fenolftaleína – Indicador Ácido-Base.

Professor e educandos poderão trabalhar em conjunto na construção de um sistema que será utilizado para realizar a micro-titulação. No decorrer das etapas de montagem do equipamento podem ser discutidas as funções dos componentes.

A titulação permite, através da concentração previamente conhecida da solução titulante, estipular a concentração de analito ácido na solução da amostra titulada. Então, esta prática consiste na preparação de uma solução de NaOH 0,5 Molar para determinar experimentalmente o teor de ácido acético no vinagre comercial.

Inicialmente serão determinadas estequiometricamente as relações em números de moles. Posteriormente será determinada a porcentagem V/V utilizando-se dados sobre a densidade e a massa molar do ácido acético, bem como o volume de vinagre comercial utilizado.

Esta é uma boa oportunidade para ressaltar os aspectos quantitativos da química em um método associado com conceitos de ácido e base previamente trabalhados.

## Experimento 12 – Proposta Experimental:

### Preparação do Sistema de Titulação:

Parte 1 – Construção de um equipamento de micro-titulação:

Inicialmente, o professor deve instruir os educandos no processo de confecção de um sistema que será utilizado para realizar um procedimento de titulação ácido-base.

A primeira etapa da confecção consiste em utilizar a chave de fenda para fixar dois suportes em formato de L, na base de madeira. Utilize um lápis para marcar os suportes a uma distância igual ao diâmetro do cano de PVC.

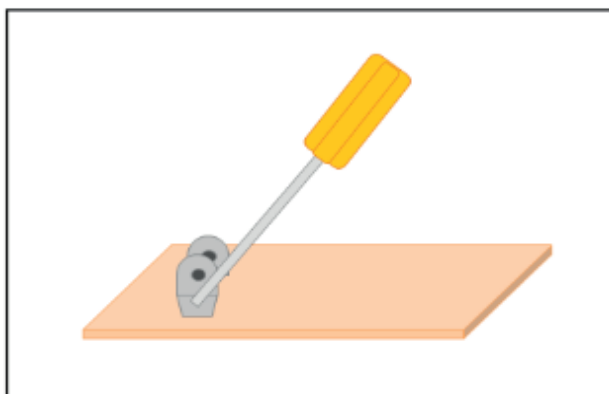


Figura 76. Fixando os Suportes L na base de madeira.

A seguir, deve-se inserir o cano de PVC verticalmente entre os suportes e prender utilizando a chave de fenda dois dos parafusos de cada um dos lados, para evitar que o cano venha a rodar e cair sobre a base de madeira.

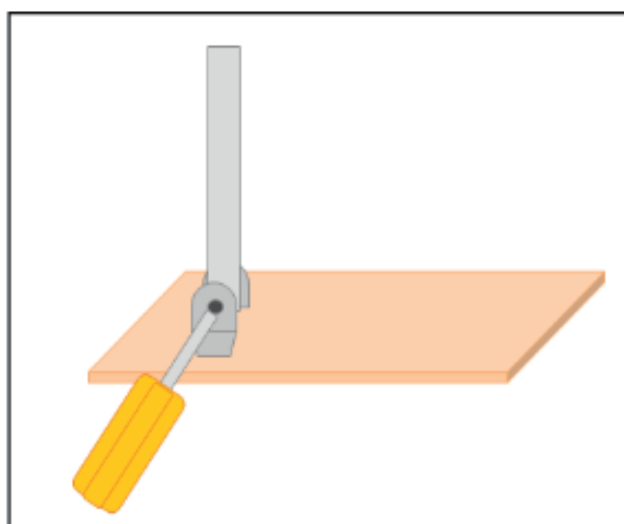


Figura 77. Fixando o Cano de PVC nos Suportes em formato L.

Então, fixamos o parafuso com cabeça de argola na extremidade superior do cano de PVC, como mostra a figura abaixo:

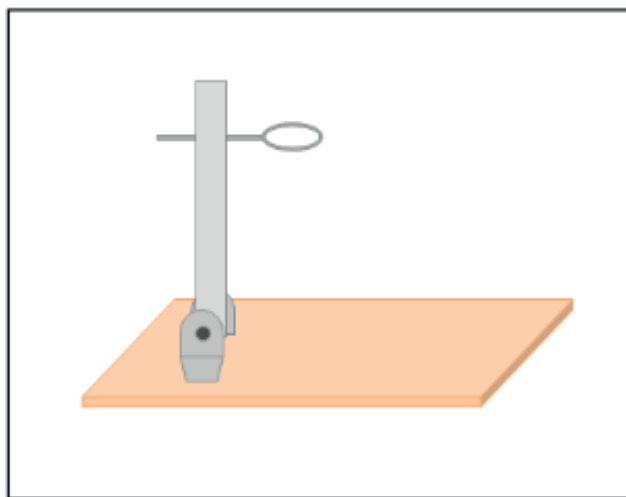


Figura 78. Fixando o Parafuso Argola no Cano de PVC.

Esta argola deve permitir a inserção da seringa de vidro em seu interior, porém deve ser ajustada para fixar a seringa a uma altura relativamente confortável para a observação do processo de titulação.

Parte 2 – Preparação da solução ácida (A amostra a ser titulada):

Utilizar a proveta para medir cerca de 5 mL de vinagre incolor comercial, e transferir para um dos pequenos copos de vidro.

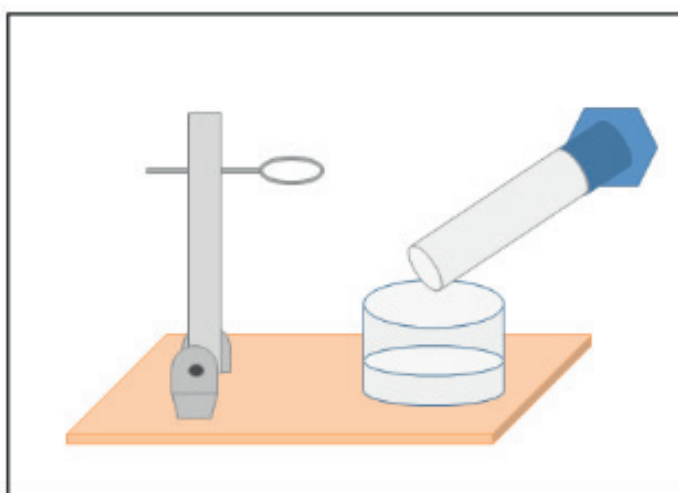


Figura 79. Transferindo o Vinagre para o Copo.

Adicionar algumas gotas de fenolftaleína no interior deste copo e debater com os educandos que esta substância é incolor em meio ácido, mas a alcalinização do meio transforma sua estrutura química e a substância passará a conferir uma coloração rósea em meio básico.

Parte 3 – Preparação da solução básica (O Titulante):

Utilizando a balança portátil, pesar 0,2 gramas de hidróxido de sódio (NaOH). Transferir para o outro copo de vidro e adicionar 10 mL de H<sub>2</sub>O.

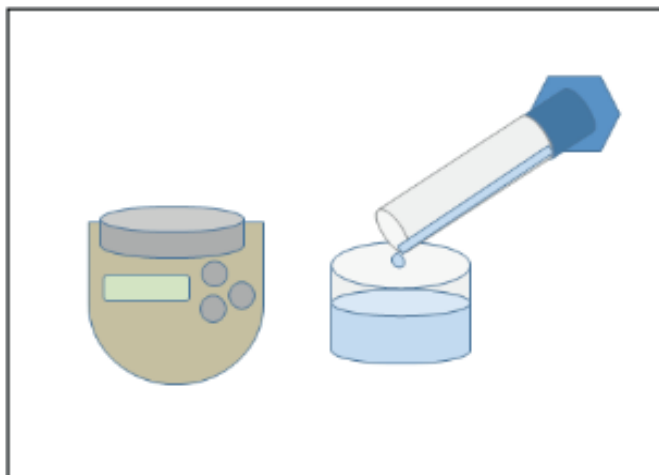


Figura 80. Preparando a Solução Básica de Titulante.

Transferir os 10 mL de solução do titulante para a seringa de vidro. Em seguida, posicionar a seringa no interior da argola fixada ao cano. Posicionando o copo contendo a mistura de ácido acético e a fenolftaleína, diretamente abaixo da seringa, completamos a montagem do sistema de titulação.

#### **Execução da prática de micro-titulação ácido-base:**

Organizar os detalhes para o início da titulação. Ressaltar aos educandos que a pressão exercida na seringa deve ser precisamente controlada de modo que a cada volume de titulante transferido seja possível observar criteriosamente os aspectos da cor do titulado.

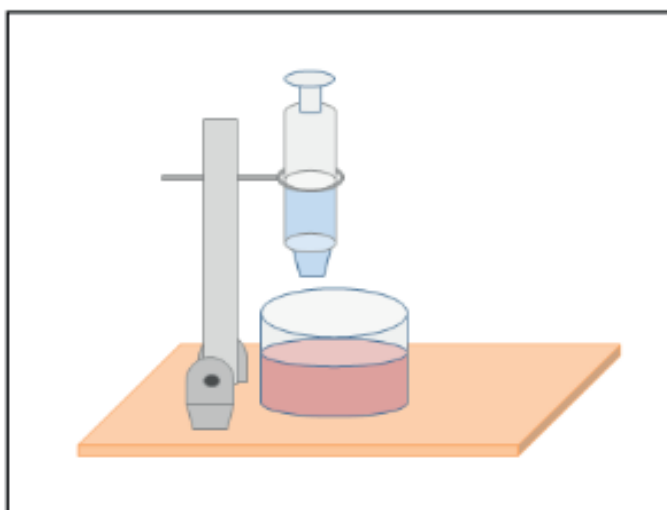


Figura 81. Sistema de Titulação em Microescala Completo – Logo Após o Ponto de Viragem.

**Atenção:** Não utilizar seringas plásticas para realizar este experimento.

Esta prática titulométrica proposta é baseada na utilização da seringa como uma bureta, onde os educandos deverão controlar bem a taxa de transferência da solução

básica (titulante) para o interior do copo de vidro contendo a solução ácida (amostra).

O trabalho deve ser realizado por equipes com três ou quatro integrantes, os quais deverão ficar responsáveis por:

- Adicionar lentamente o titulante na amostra;
- Registrar precisamente as características da mistura durante a titulação;
- Identificar precisamente o ponto de viragem;
- Registrar precisamente o volume de titulante transferido até que se atinja um pH próximo do neutro, ou seja, quando a mistura no titulado manifestar uma cor levemente rósea.

Os educandos deverão esquematizar corretamente as reações químicas de ionização e de neutralização, devendo prestar atenção nas situações em que ocorrem equilíbrios; atribuir a nomenclatura correta aos compostos; saber representar os tipos de ligações químicas que ocorrem nas substâncias e as geometrias dos compostos.

#### **Determinação da porcentagem de ácido acético no vinagre:**

Experimentalmente, o ponto de viragem deve ser atingido quando cerca de 8 mL da solução titulante for inserido na amostra ácida.

$$\begin{aligned} 0,2 \text{ g NaOH} &\rightarrow 10 \text{ mL titulante} \\ X &\rightarrow 8 \text{ mL titulante} \\ 10 X &= 0,2 \times 8 \\ \mathbf{X = 0,16 \text{ g de NaOH}} \end{aligned}$$

Assim, sabendo-se que a massa molar do NaOH é de 40 g/Mol, temos que:

$$\begin{aligned} n_{\text{NaOH}} &= 0,16 \text{ g} / 40 \text{ g/Mol} \\ n_{\text{NaOH}} &= 0,004 \text{ mol de NaOH} \end{aligned}$$

Esta quantidade corresponde a mesma quantidade de moles de ácido acético contidos nos 5 mL de vinagre comercial, uma vez que a reação tem estequiometria de 1:1



Assim, como:

$$1 \text{ mol CH}_3\text{COOH} = 60 \text{ g/Mol}$$

$$\text{Então, } 0,004 \text{ moles de ácido acético} = 0,24 \text{ g}$$

A densidade do ácido acético é aproximadamente  $D = 1,1 \text{ g/mL}$ , logo:

$$D = m/V \Rightarrow V = m/D$$
$$V = 0,24 \text{ g} / 1,1 \text{ g/mL}$$
$$V = 0,218 \text{ mL}$$

Assim, dos 5 mL de vinagre comercial, 0,218 mL correspondem apenas ao ácido acético:

$$5 \text{ ml} \Rightarrow 100 \%$$
$$0,218 \text{ mL} \Rightarrow y$$
$$5y = 21,8$$
$$y = 21,8 / 5$$
$$y \sim 4,4 \%$$

Então, estima-se que o teor de ácido acético no vinagre comercial flutua próximo de 4 a 5%.

## 6.5 Experimento 13: De Metal à Dispersão Coloidal

**2º Ano – Terceiro Bimestre – Eixo Temático:** *Misturas Multicomponentes.*

### **Materiais e Reagentes:**

- A – Fita de Magnésio Metálico;
- B – 2 longos copos de vidro (de requeijão);
- C – Ácido Clorídrico 10%;
- D – Hidróxido de Sódio (Soda Cáustica);
- E – Proveta graduada de 100 mL;
- F – Água;
- G – Laser;
- H – Espátula;



Figura 82. Materiais do Experimento13 – De metal a solução coloidal.

### Experimento 13 – Abordagem Didática Proposta:

O experimento em questão consiste em examinar os aspectos do magnésio em sua forma metálica, bem como sua dissolução em ácido clorídrico para a formação de cloreto de magnésio.

O cloreto de magnésio é um sal bastante solúvel em água e a solução deste composto é totalmente límpida e incolor.

A presença do cátion bivalente de magnésio ( $Mg^{2+}$ ) será atestada mediante a adição passo a passo de hidróxido de sódio na solução.

O hidróxido de sódio é uma base forte. A liberação de ânions hidróxido ( $OH^-_{(aq)}$ ) possibilita a formação de complexos com o cátion magnésio, bem como a formação de um particulado extremamente fino na amostra. Tal fato confere a esta mistura multicomponente um aspecto gelatinoso em uma textura denominada dispersão coloidal.

Para finalizar o experimento, os educandos utilizarão o laser para observar a ocorrência do **efeito Tyndall**, quando a passagem de luz através de um meio fluido exibe um caminho óptico derivativo da reflexão da radiação eletromagnética no fino particulado.

### Experimento 13 – Proposta Experimental:

O primeiro passo consiste em utilizar a proveta graduada para transferir 150 mL de ácido clorídrico (HCl/ 10%) para o longo copo de vidro.



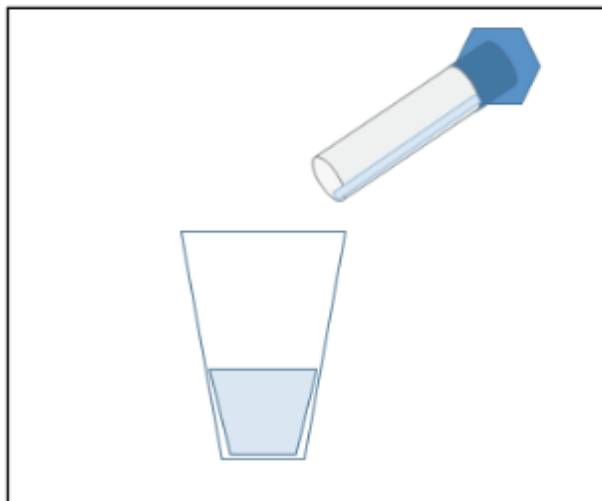


Figura 83. Adição do HCl 10% no Copo de Vidro.

Em seguida, solicitar que um dos educandos destaque um fragmento da fita de magnésio.

Permitir que os educandos manuseiem e examinem este material, e depois introduzir o fragmento da fita metálica, com cautela, no interior do ácido contido no copo.

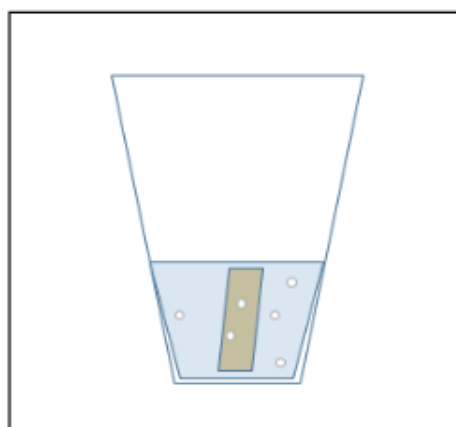
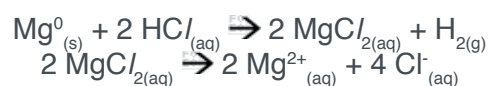


Figura 84. Reação do Magnésio metálico com o Ácido Clorídrico.

Discutir com os educandos acerca da formação de bolhas. Ressaltar o fato de que com o passar do tempo todo o metal reagirá com o ácido produzindo sal cloreto de magnésio. Esquematizar, juntamente com os educandos, a equação química que representa esta reação, destacando os pontos importantes acerca da estequiometria e do balanceamento.



O cloreto de magnésio é um sal extremamente solúvel em água, assim sendo, após a reação total do ácido clorídrico com o magnésio metálico, a solução final apresentará

um aspecto límpido, incolor e translúcido, semelhante ao da água pura.

No outro copo de vidro, adicionar cerca de 200 mL de água. Utilizar a espátula para transferir um pouco de soda cáustica formando uma solução de caráter básico, porém diluída.

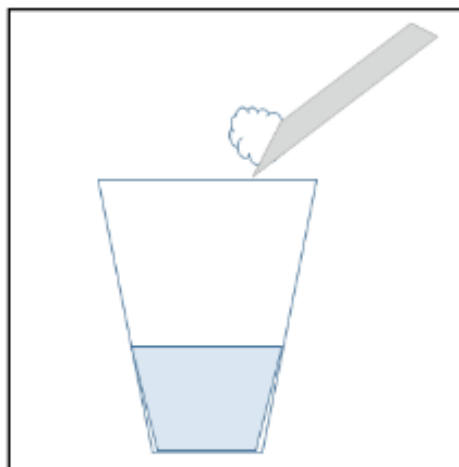


Figura 85. Preparação da Solução de Hidróxido de Sódio.

Em seguida, após todo o metal da fita de magnésio ter reagido, auxiliar um dos educandos a transferir pequenas alíquotas desta solução básica, diretamente para o interior da solução contendo o cloreto de magnésio.

Os educandos observarão que a mistura assumirá um aspecto turvo. Este fenômeno indica a formação de um particulado, onde as partículas de hidróxido de magnésio ( $Mg(OH)_{2(s)}$ ) possuem diâmetro próximo ao comprimento de onda da luz visível (entre 1 e 1000 nanômetros).

A luz incidente na solução é interceptada pelas superfícies das partículas, tornando-as visíveis no corpo da dispersão de modo a evidenciar o caminho óptico percorrido pela luz.

Este fenômeno é conhecido como **Efeito Tyndall**, e pode ser observado mediante a aplicação de um feixe de luz monocromático, tal qual um laser portátil.

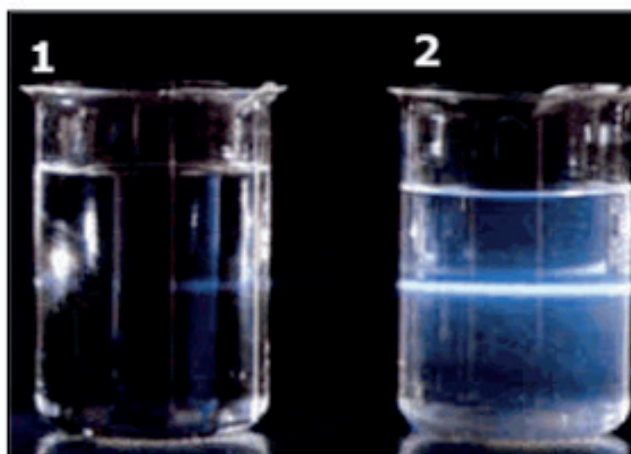


Figura 86. Solução (1) e o Efeito Tyndall em uma Dispersão Coloidal (2).

## 6.6 Experimento 14: Doce Chama

2º Ano – Terceiro Bimestre – Eixo Temático: *Termoquímica*.

### Materiais e Reagentes:

- A – Açúcar Refinado;
- B – Permanganato de Potássio ( $\text{KMnO}_{4(s)}$ );
- C – Uma cuba de barro ou de porcelana;
- D – Papel higiênico;
- E – Espátula;
- F – Serrote;
- G – Cabo de vassoura (de madeira);



Figura 87. Materiais do Experimento 14 – Doce Chama.

### Experimento 14 – Abordagem Didática Proposta:

O experimento em questão permite a observação dos fenômenos associados à reação química de combustão que ocorrerá entre o permanganato de potássio e o açúcar refinado, ambos no estado sólido.

A mistura de volumes iguais de açúcar refinado e de permanganato de potássio em sua forma sólida, quando submetida ao atrito realizado com o pedaço de madeira, provocará a ocorrência de uma chama. A qual deverá ser alimentada mediante a inserção de pequenos pedaços de papel higiênico.

O permanganato de potássio é um forte agente oxidante de compostos orgânicos. O açúcar refinado é constituído principalmente por sacarose.

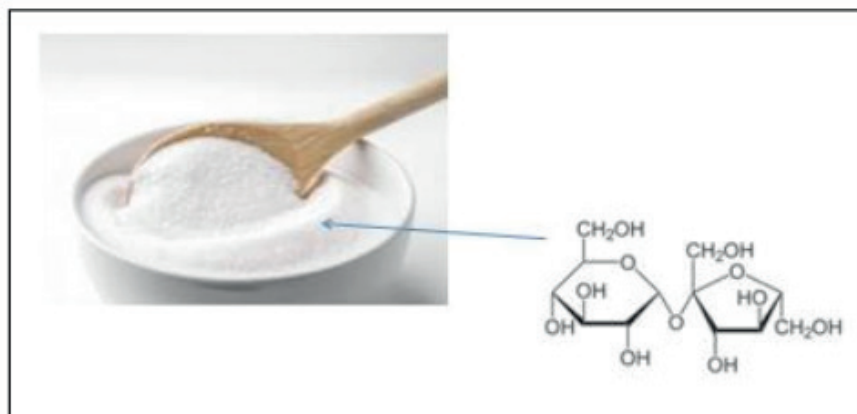


Figura 88. Sacarose.

A sacarose é um dissacarídeo, nos fornece a glicose, a qual é um dos principais combustíveis para o corpo humano e está presente na dieta diária de milhões de brasileiros.

A oxidação da sacarose pelo permanganato é uma reação extremamente energética. É facilitada devido ao fato de as duas substâncias estarem em contato na forma de grãos, ou seja, há uma grande superfície de contato.

O atrito promovido, entre os sólidos utilizando-se um pedaço de madeira, faz com que mais partículas se choquem aumentando a taxa de colisões e, assim, intensificando a oxidação.

A energia liberada na forma de calor sobre a mistura e a presença de oxigênio atmosférico, faz com que ocorra uma reação de combustão, produzindo uma chama. Esta pode ser alimentada por mais substâncias combustíveis externas a reação, como folhas secas, gravetos ressecados e papel.

Este experimento deve ser realizado no interior de uma cuba de barro, a qual suporta altas temperaturas, e sob a supervisão adequada do professor.

O ambiente deve ser adequado para a execução da prática, ou seja, deve estar isento de gases inflamáveis e deve-se ter em mãos um extintor de incêndio, bem como relativo volume de água, para se prevenir acidentes.

#### **Experimento 14 – Proposta Experimental:**

Primeiramente, é fundamental organizar o ambiente no qual será realizado o experimento. Para isto é importante que o ambiente:

- Esteja isento de gases inflamáveis;
- Não possua líquidos ou sólidos inflamáveis próximo da cuba de barro;
- Tenha uma porta de acesso de fácil abertura;
- Disponha de extintores de incêndio;
- Seja devidamente ventilado;

- Disponha de torneiras ou qualquer outra forma de obtenção de água.

Atendidas estas precauções, podemos iniciar o experimento.

Posicionar a cuba de barro em uma reação onde todos os educandos possam observar. Em seguida, utilizar a espátula para transferir volumes aproximadamente iguais de açúcar refinado e de permanganato de potássio para o interior da cuba.

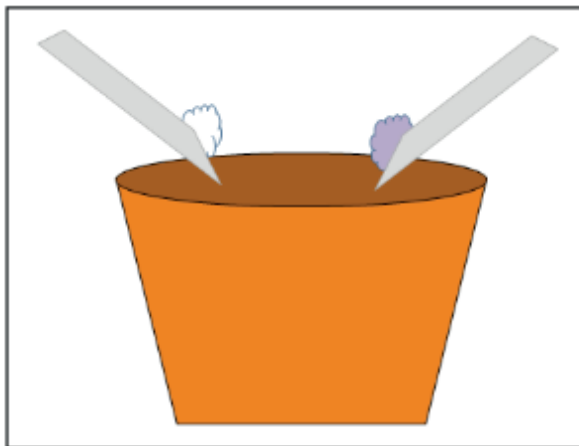


Figura 89. Transferindo Volumes Iguais de Sacarose e Permanganato de Potássio.

Utilizar a espátula para homogeneizar a mistura dentro da cuba de barro. Não é necessário exercer pressão, apenas misturar bem as partículas dos sólidos adicionados.

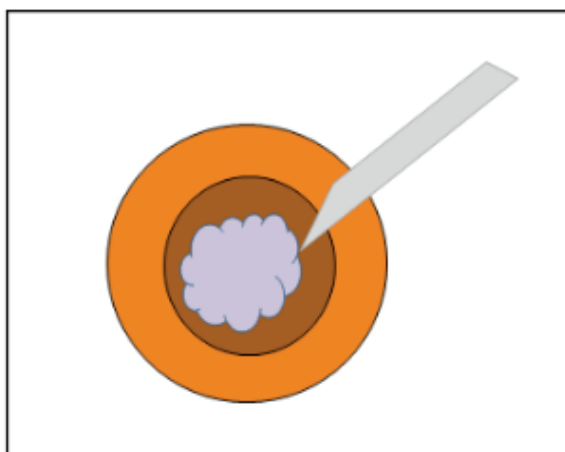


Figura 90. Açúcar e Permanganato de Potássio, bem misturados.

Utilizar o serrote para cortar um pedaço do cabo de vassoura de aproximadamente 30 cm de comprimento.

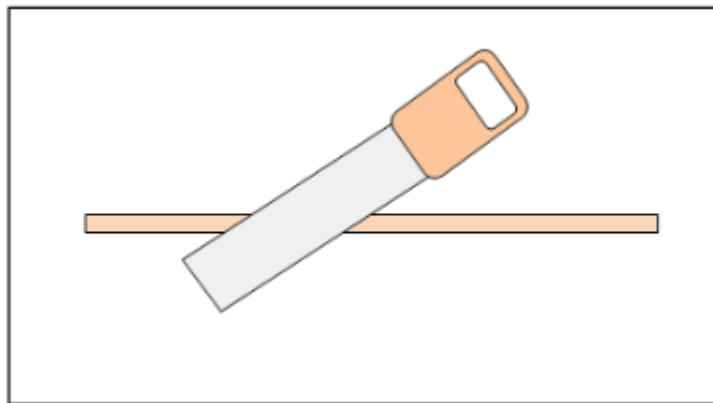


Figura 91. Serrando o Cabo de Madeira.

Solicitar que um dos educandos rasgue o papel higiênico em pequenos pedaços e junte-os próximo da cuba de barro.

Organizar os educandos em círculo ao redor da cuba, solicitando que um deles se posicione próximo aos pedaços de papel higiênico.

Explicar que irá utilizar o pedaço do cabo de madeira para promover atrito na mistura de sólidos. Instruir o educando para adicionar os papéis na cuba logo após a manifestação da chama.

O atrito deve ser promovido exercendo pressão contra o fundo da cuba, e, de modo a rotacionar o cabo de madeira no sentido horário e anti-horário, alternadamente.

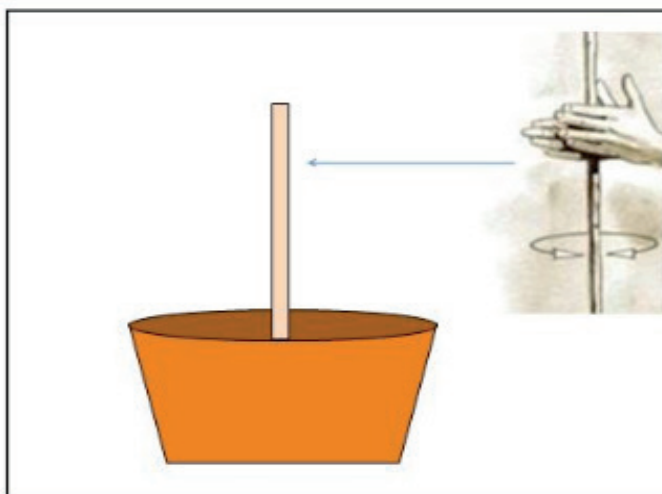


Figura 92. Utilizando a Madeira para Provocar Atrito na Mistura.

Neste momento será provocada uma reação química de oxidação de composto orgânico (sacarose) através da ação do permanganato de potássio.

A energia liberada pelo rompimento e estabelecimento de ligações químicas é suficientemente alta para provocar a combustão dos compostos orgânicos na cuba.

Esta é uma boa oportunidade para equacionar reações de combustões utilizando-se representações de moléculas orgânicas simples, bem como para mencionar as diferenças entre as combustões parciais e combustões totais.

Também é indicado, discutir acerca da tríade de combustão, ou seja, especificar os importantes papéis dos combustíveis, do comburente e da energia de ignição.

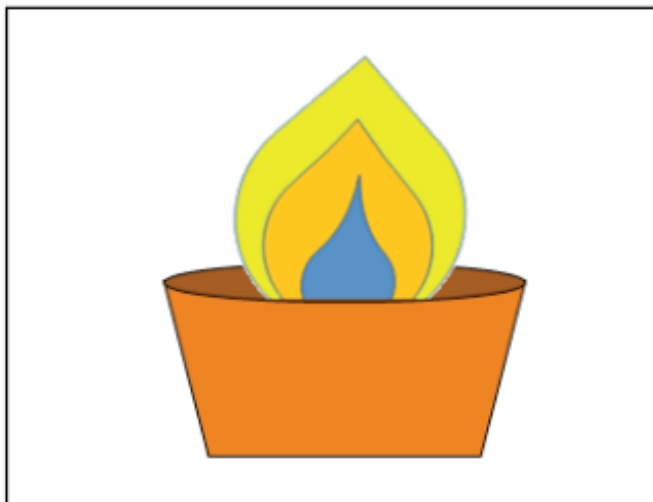


Figura 93. Fogo Provocado a Partir de Açúcar e Permanganato de Potássio

O professor terá respaldo para tratar de reações de oxidação de compostos orgânicos.

### 6.7 Experimento 15: Uma Reação Quente

**2º Ano – Quarto Bimestre – Eixo Temático:** *Termoquímica e Espontaneidade de Reações.*

#### **Materiais e Reagentes:**

- A – Cuba de Barro ou de Porcelana;
- B – Permanganato de Potássio ( $\text{KMnO}_{4(s)}$ );
- C – Glicerina Comercial;
- D – Papel Higiênico;
- E – Copo de Vidro;
- F – Espátula;



Figura 94. Materiais do Experimento 15 – Uma Reação Quente.

### Experimento 15 – Abordagem Didática Proposta:

A proposta do experimento em questão é mostrar que algumas reações de combustão podem se proceder espontaneamente, sem a necessidade de atritar a mistura.

Neste caso substituímos a sacarose por outro composto orgânico, a glicerina. As moléculas de glicerina são muito menores do que as moléculas da sacarose, sua textura é oleosa e viscosa, e seu aspecto é incolor.

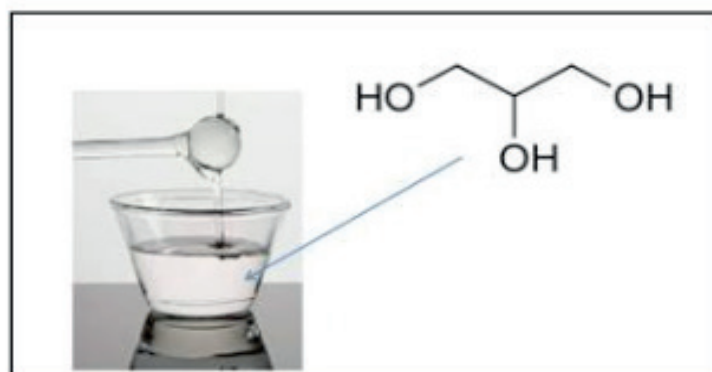


Figura 95. Glicerina.

As moléculas de glicerina, apesar de relativamente pequenas, interagem fortemente por ligações de hidrogênio devido à presença dos grupos hidroxila.

Isto contribui para que o composto, que possui apenas três átomos de carbonos, seja líquido e não gasoso.

Cada molécula de glicerina possui três grupos hidroxila, e a alta concentração de moléculas por volume da substância implica que haja uma grande concentração de grupos hidroxila.



Em cada molécula de glicerina, dois grupos hidroxila possuem caráter de alcoóis primários, e um dos grupos hidroxila possui caráter de álcool secundário.

A reação destas moléculas com o agente oxidante permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_{4(s)}$ ) libera grande quantidade de energia devido as ligações químicas que se rompem e as que se formam durante a reação.

O calor liberado é tão intenso que provoca a combustão da mistura de compostos orgânicos na presença do gás oxigênio da atmosfera.

Esta é uma reação química semelhante a que ocorre no experimento anterior, porém neste caso ocorre espontaneamente.

É uma boa oportunidade para investigar a entalpia das ligações químicas, além de representar os gráficos de energia por coordenada de reação, ressaltando as características de diagramas endotérmicos e exotérmicos, diferenciando graficamente estes tipos de reações e aprendendo a interpretar o conceito de energia de ativação.

### **Experimento 15 – Proposta Experimental:**

Antes de iniciar o experimento é necessário tomar as medidas preventivas descritas no experimento anterior:

É fundamental organizar o ambiente no qual será realizado o experimento. Para isto é importante que o ambiente:

- Esteja isento de gases inflamáveis;
- Não possua líquidos ou sólidos inflamáveis próximo da cuba de barro;
- Tenha uma porta de acesso de fácil abertura;
- Disponha de extintores de incêndio;
- Seja devidamente ventilado;
- Disponha de torneiras ou qualquer outra forma de obtenção de água.

Atendidas estas precauções, podemos iniciar o experimento.

O primeiro passo é utilizar a espátula para transferir um pouco do permanganato de potássio sólido para o fundo da cuba de barro.

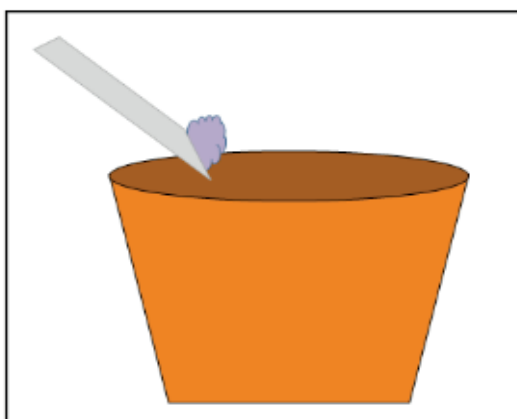


Figura 96. Transferindo o Permanganato de Potássio Para a Cuba.

É necessário utilizar a espátula para espalhar bem o sólido ao longo do fundo da cuba de barro, de modo a evitar que se forme um amontoado. Isto facilitará maior contato das partículas com o líquido.

Em seguida, solicitar que um dos educandos rasgue o papel higiênico em pequenos pedaços e junte-os próximo da cuba de barro.

Transferir um pouco da glicerina líquida para o copo de vidro. Reunir os educandos em volta da cuba, e explicar que o líquido será despejado sobre as partículas do permanganato de potássio.

Instruir um dos educandos a adicionar os papéis picados logo após a manifestação da chama.

Despejar a glicerina contida no copo diretamente sobre o permanganato de potássio sólido contido no fundo da cuba de barro.

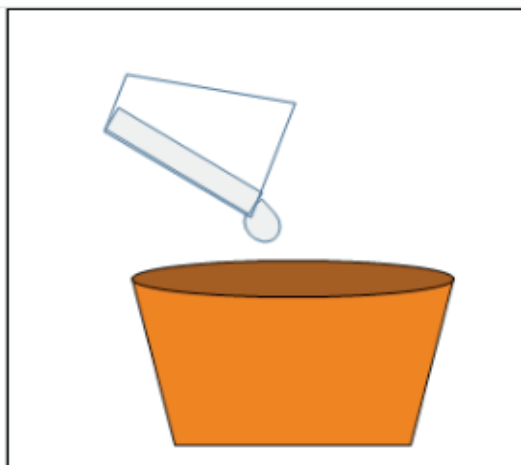
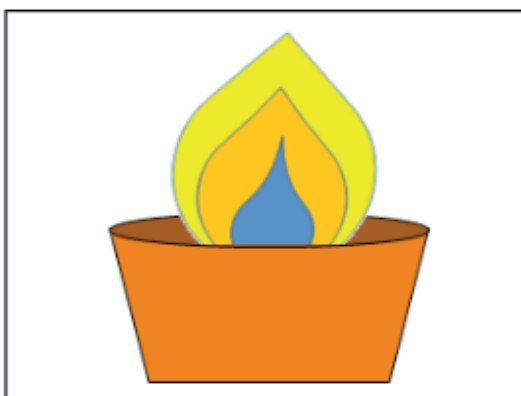


Figura 97. Despejando a Glicerina no Permanganato de Potássio.

Logo após a mistura, os educandos possivelmente pensarão que nada ocorrerá, pois o início da reação de oxidação é lento.

A reação vai procedendo e a velocidade vai aumentando rapidamente até que a energia necessária para a combustão seja atingida.

Neste momento será visualizada a formação de fumaça e, em seguida, a liberação de uma chama intensa dentro da cuba.



A discussão comparativa entre os experimentos 14 e 15, abre margem para o tópico relacionado ao experimento 16.

## 6.8 Experimento 16: Erupção Espumante

2° Ano – Quarto Bimestre – Eixo Temático: *Cinética.*

### Materiais e Reagentes:

- A – Água Oxigenada Concentrada;
- B – Água Oxigenada 10 Volumes;
- C – 3 Tubos longos de vidro;
- D – Detergente;
- E – Iodeto de Potássio ( $KI_{(s)}$ )
- F – Bacia grande;
- G – Corante de alimentos;
- H – Espátula;



Figura 99. Materiais do Experimento 16 – Erupção Espumante.

### Experimento 16 – Abordagem Didática Proposta:

Esta experimentação tem como proposta observar os efeitos da concentração e da presença de catalisadores sobre uma mesma reação química.

Para isso serão posicionados lado a lado, três longos tubos de vidro, no interior da bacia. Os tubos serão rotulados como I, II e III.

- TUBO I – 40 mL de água oxigenada 10 Volumes + Detergente + Corante;

- TUBOS II e III – 40 mL de água oxigenada concentrada + Detergente + Corante.

Em seguida, deve ser adicionado um pouco de iodeto de potássio sólido no interior dos tubos I e III.

O professor e os educandos deverão discutir o que ocorre nos tubos, construindo as respostas para as seguintes perguntas:

- Qual tipo de reação química ocorreu?
- Quais os dos reagentes utilizados e suas funções?
- Em qual dos tubos há um catalisador e como ele impacta na reação?
- Porque forma-se uma espuma tão intensa no tubo III?

Este experimento permite discutir sobre as formas de se alterar a velocidade com a qual se processa uma reação química.

Permite discutir acerca dos impactos de se variar as concentrações dos reagentes. Também permite explorar a função de um catalisador em uma reação química.

### **Experimento 16 – Proposta Experimental:**

Rotular os três longos tubos de vidro como: Tubo I, Tubo II e Tubo III, respectivamente.

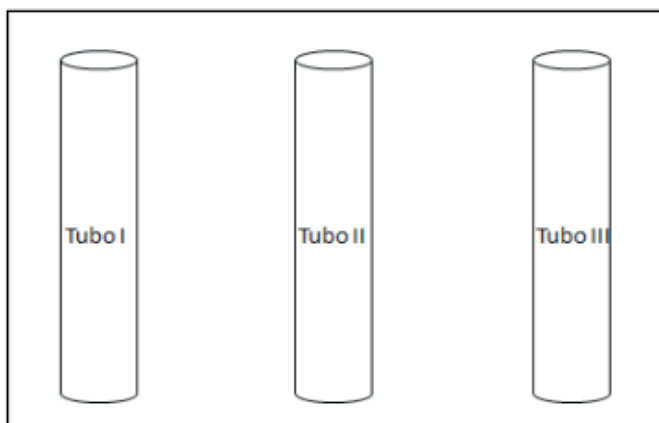


Figura 100. Rotulando os Tubos de Vidro.

A seguir, posicione-os lado a lado no interior da bacia de plástico.

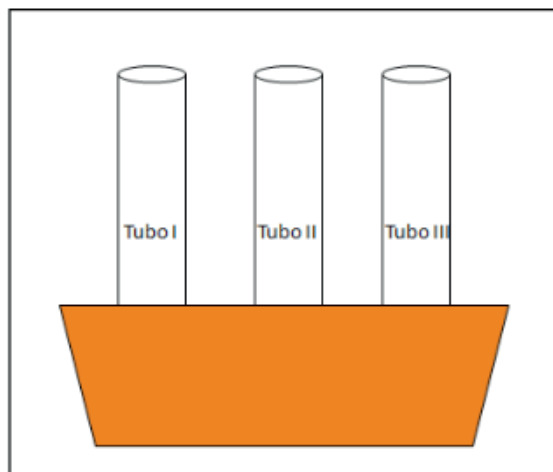


Figura 101. Posicionando os Tubos na Bacia.

No Tubo I, adicionar 40 mL de água oxigenada 10 Volumes. Em seguida, adicionar um pouco de detergente e corante e misturar bem.

No Tubo II, adicionar 40 mL de água oxigenada concentrada. Em seguida, adicionar um pouco de detergente e corante e misturar bem.

No Tubo III, adicionar 40 mL de água oxigenada concentrada. Em seguida, adicionar um pouco de detergente e corante e misturar bem.

Os educandos deverão comparar os aspectos das misturas contidas nos três tubos. Nos tubos II e III as misturas deverão estar idênticas e com mais bolhas em relação a mistura contida no tubo I.

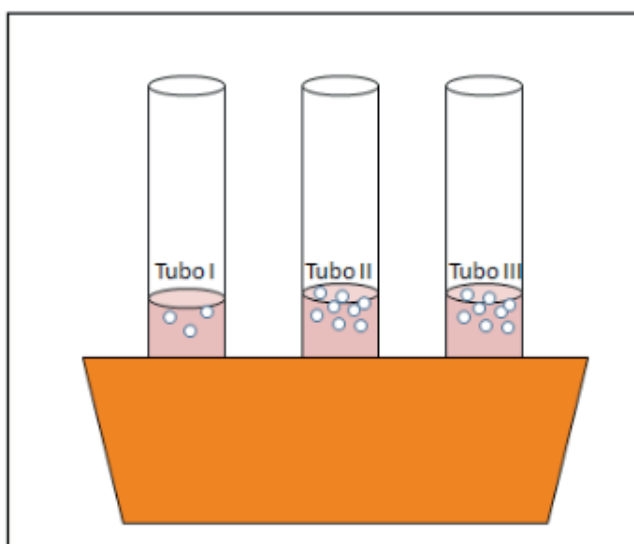
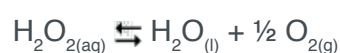


Figura 102. Misturas Adicionadas nos Tubos I, II e III.

Indagar aos educandos o motivo de estarem sendo formadas bolhas nas misturas. Escrever em conjunto com eles, a equação química de decomposição da água oxigenada.



Explicar que este equilíbrio é deslocado para a direita, e que isto pode ser

evidenciado, pois como o gás escapa, com o passar do tempo a quantidade de oxigênio na água diminui.

Perguntar aos educandos o que deve ocorrer se for adicionado o sal iodeto de potássio no interior dos tubos I e III.

Utilizar a espátula para adicionar pequena quantidade deste sal nos tubos I e III e observar o que ocorre.

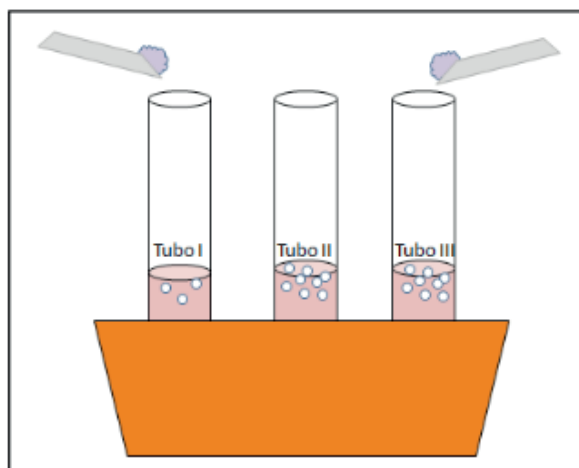
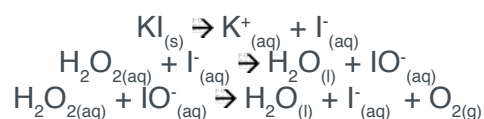


Figura 103. Adicionando  $KI_{(s)}$  nos tubos I e III.

Poderá ser observado que no tubo I surgiram mais algumas bolhas aumentando um pouco mais o volume da mistura no interior. Já no tubo III ocorrerá uma vigorosa formação de bolhas, causando o incrível aparecimento de uma espuma que aumentará intensamente de volume.

Tal fato ocorre porque no tubo III a concentração do peróxido de hidrogênio é muito maior em relação a mistura contida no tubo I. A inserção do iodeto de potássio acelera o processo de decomposição do peróxido de hidrogenio. Este sal é considerado um catalisador pois não é consumido no processo.



A intensificação da taxa de decomposição libera rapidamente o gás oxigênio, o que por sua vez atua na solução contendo detergente formando inúmeras bolhas e expandindo assim, o volume da mistura.

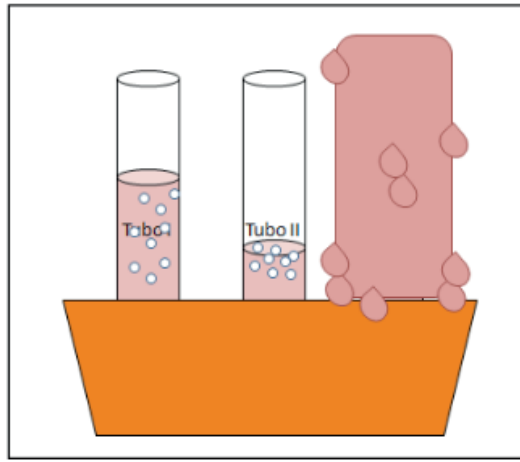


Figura 104. Erupção Espumante no Tubo III.

Para finalizar, perguntar aos educandos o que ocorrerá se um pouco da mistura contida no tubo I for adicionada no tubo II. Deixar que eles realizem esta tarefa.

# 7. EXPERIMENTOS DE QUÍMICA PARA TURMAS DA 3º SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Aproveitando o ritmo das atividades aplicadas nas séries anteriores, o educando do Terceiro Ano terá desenvolvido um senso investigativo. Deste modo, para esta etapa da educação, serão ressaltadas discussões sobre os experimentos, exercitando o **pensar sobre o fazer**, o que é uma das habilidades desenvolvidas pelos estudiosos de ciências ao longo da história.

Este grupo de quatro experimentos é destinado aos educandos do Terceiro Ano, a etapa conclusiva da Educação Básica, assim as propostas experimentais desenvolvidas buscam, através de reflexões, incentivar maior integração entre ciência, natureza e sociedade para que os educandos tenham uma ampla formação cidadã.

Tabela de Experimentos para o Terceiro Ano do Ensino Médio.

Série:	Eixo Temático:	Experimento:	
3º Ano	B1	Equilíbrio Químico.	17 – O cobalto e a dança das cores.
	B2	Eletroquímica	18 – Uma pilha com refrigerante.
	B3	Química Orgânica I – Grupos Funcionais.	19 – Cheiro Ruim X Cheiro Bom.
	B4	Química Orgânica II - Biomoléculas e Polímeros	20 – Um polímero que estremece.

Tabela 4.3. Disposição das propostas de experimentos por eixo temático – 3º Ano.

## 7.1 Experimento 17: O Cobalto e a Dança das Cores

**3º Ano – Primeiro Bimestre - Eixo Temático:** *Equilíbrio Químico.*

**Materiais e Reagentes:**

- A – Jarra de vidro – capacidade: 2 L;
- B – Copos de Vidro – Requeijão;
- C – Água;
- D – Cloreto de cobalto (II) ( $\text{CoCl}_{2(s)}$ )
- E – Ácido Clorídrico;
- F – Proveta graduada - 100 mL;
- G – Espátula;
- H – Conta gotas de vidro;



- I – Tábua de madeira 30 cm X 30 cm – Cor clara;
- J – Longo bastão de vidro;



Figura 105. Materiais e Reagentes do Experimento 17 – O cobalto e a dança das cores.

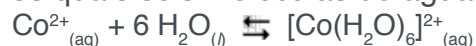
### Experimento 17 - Abordagem Didática Proposta:

O cobalto é um elemento que pertence ao grupo dos metais de transição externa, está na **família 9** da tabela periódica. O cátion bivalente formado por este elemento possui propriedades eletrônicas que possibilitam a ocorrência de diferentes tipos de complexos coloridos.

O sal cloreto de cobalto (II) se enquadra no grupo de compostos inorgânicos muito solúveis em água. Uma vez que o sal é inserido neste solvente, ocorre a dissociação iônica:



Assim, o cátion cobalto (II) é liberado em solução e ocorrem equilíbrios para a formação de complexos, nos quais seis moléculas de água atuam como ligantes.



A espécie que se forma é denominada complexo hexaaquocobalto (II), trata-se de um composto químico catiônico formado por ligações coordenadas, em que as moléculas de água são ligantes que interagem com o centro metálico de cobalto devido à presença de elétrons isolados nos átomos de oxigênio.

A organização das seis moléculas de água em torno do centro metálico define um arranjo de geometria octaédrica e, diz-se que o número de coordenação do cobalto (II) neste composto é igual a seis (N. C. = 6).

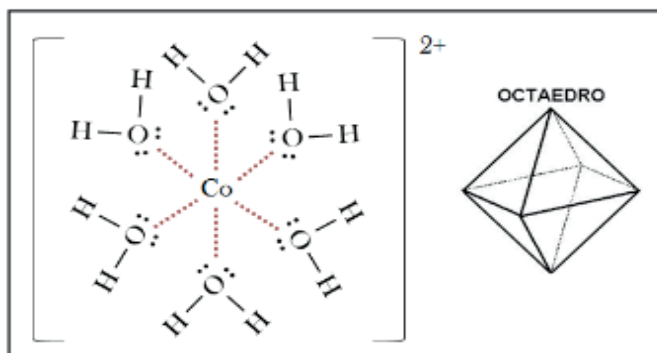
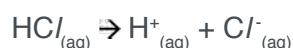


Figura 106. Representação do Complexo hexaaquocobalto(II) e sua Geometria.

Quando há concentração deste complexo em solução aquosa, a incidência de luz branca sobre a solução promove interações dos fótons da luz em níveis eletrônicos correlacionados com as ligações coordenadas.

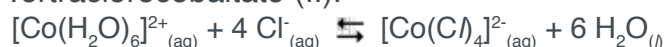
Deste modo, parte da radiação incidente é absorvida, enquanto que outra parte é transmitida. A captação da radiação transmitida em nossas células relacionadas com a percepção de cores permite interpretar que a solução aquosa de hexaaquocobalto (II) apresenta cor levemente rosada.

Ao acidificarmos a solução aquosa de hexaaquocobalto (II) mediante a introdução de ácido clorídrico (HCl), estaremos aumentando a população de íons cloreto em solução, pois o HCl é um ácido forte, sua dissociação ocorre facilmente em solução aquosa.



O aumento de íons cloreto na solução proporciona um efeito sobre o complexo hexaaquocobalto (II), de modo que as ligações coordenadas entre o centro metálico de cobalto e as moléculas de água são substituídas por ligações coordenadas entre o centro metálico de cobalto e os íons cloreto.

Assim, há a conversão do complexo catiônico hexaaquocobalto (II) para o complexo aniônico Tetraclorocobaltato (II).



Este complexo aniônico possui características eletrônicas diferentes em relação ao hexaaquocobalto (II), devido ao fato de que os ligantes, agora, são íons cloreto, ou seja, são espécies químicas que apresentam raios iônicos diferentes do raio molecular da água, e possuem carga formal negativa.

O arranjo dos ânions cloreto ao redor do centro metálico de cobalto confere uma geometria tetraédrica para o composto.

A interação de uma solução de tetraclorocobaltato (II) com a luz branca nos permite interpretar a cor azul.

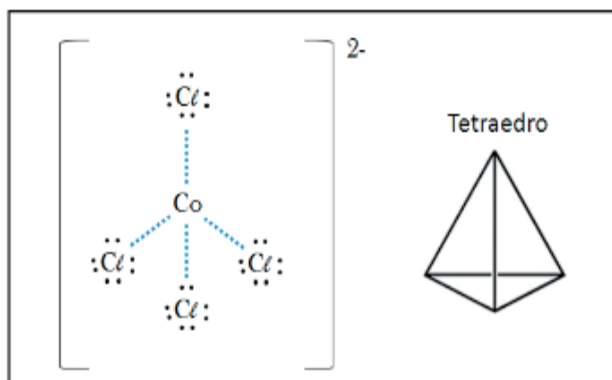


Figura 107. Representação do Complexo tetraclorocobaltato (II) e sua Geometria.

É possível controlar facilmente o equilíbrio de conversão entre os complexos citados, mediante a introdução de água para formar o hexaaquocobalto (II) ou a introdução de ácido clorídrico para formar tetraclorocobaltato (II).

Os efeitos deste controle são facilmente perceptíveis devido ao fato dos complexos manifestarem colorações distintas em solução aquosa.

Esta prática é uma divertida experiência que apresenta aos educandos a química de compostos de coordenação, bem como conceitos de deslocamento de equilíbrio, estudando os principais fatores que podem afetar a produção de cada um dos complexos relacionados.

### Experimento 17 - Proposta Experimental:

Apoiar a jarra de vidro sobre o centro da placa de madeira. Utilizar a proveta graduada para transferir 100 mL de água para a jarra.

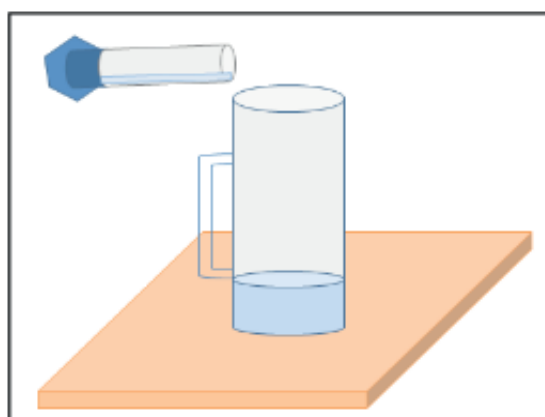


Figura 108. Preparando a Jarra com água.

Em seguida, preparar um dos copos de vidro adicionando água. Posicionar o copo com água ao lado da jarra, e então posicionar o frasco de ácido clorídrico no outro lado da jarra, como mostrado a seguir.

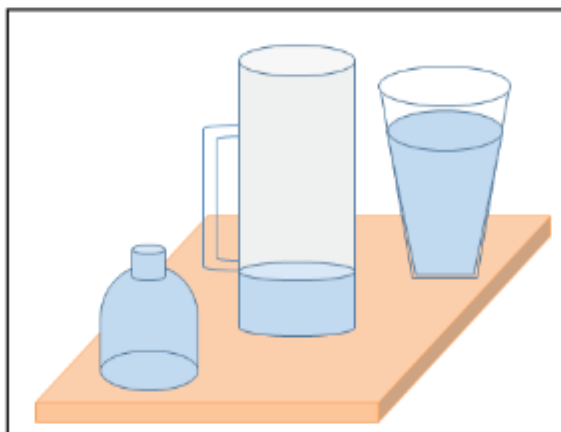


Figura 109. Organização do Sistema com a Jarra, o Copo e o Frasco.

Utilizando a espátula, transferir um pouco do sal cloreto de cobalto (II) para o interior da jarra. Utilizar o bastão de vidro para homogeneizar a solução.

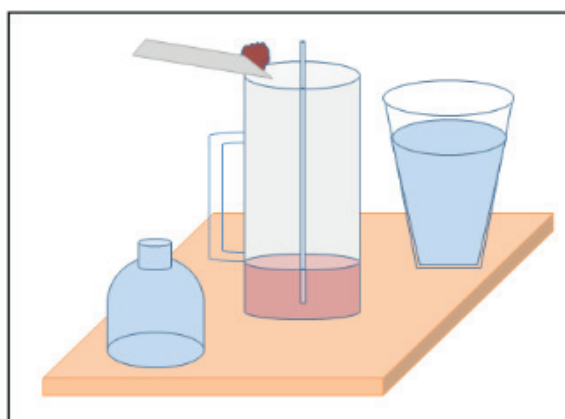


Figura 110. Preparação da solução de cloreto de cobalto (II).

Em instantes será atestada a formação do complexo hexaaquocobalto (II) mediante a manifestação da coloração rosa na solução aquosa.

Esta é uma bela oportunidade para investigar os aspectos da composição da luz branca em relação aos comprimentos de onda das diferentes radiações eletromagnéticas.

É possível discutir sobre as interações químicas que ocorrem entre o centro metálico e as moléculas de água e como há interação dessas ligações com a luz, em termos de energia e comprimentos de onda. Destacando termos como absorção de emissão e diferenciando o processo de transmissão etc.

Após investigar as características da solução, utilizar o conta-gotas (ou mesmo a proveta, dependendo do teor de ácido) para adicionar a solução aquosa de ácido clorídrico diretamente na solução contida na jarra. Manter a agitação constante utilizando o bastão de vidro.

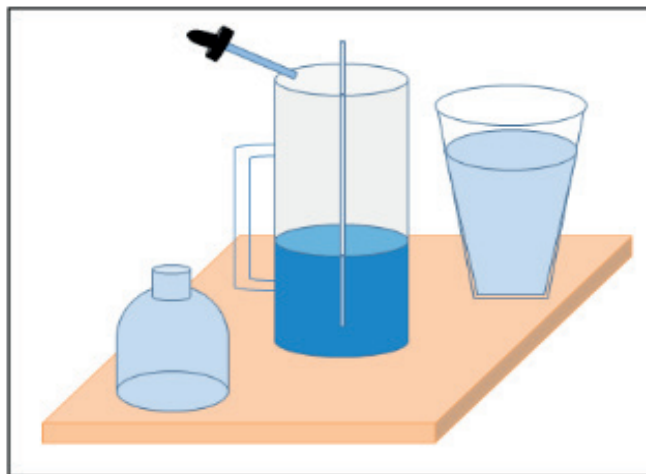
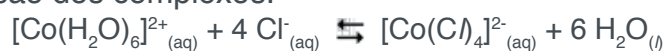


Figura 111. Adicionando o Ácido Clorídrico na Solução.

Quando a concentração de íons cloreto for suficientemente grande, ocorrerá a conversão do complexo hexaaquocobalto (II) em tetraclorocobaltato (II) e será manifestada a cor azul na solução.

Este é um momento propício ao estudo das geometrias dos complexos formados, das diferenças entre os ligantes íons cloreto e moléculas de água, e do equilíbrio químico de conversão dos complexos.



Adicionar mais água para mostrar a reversibilidade da reação.

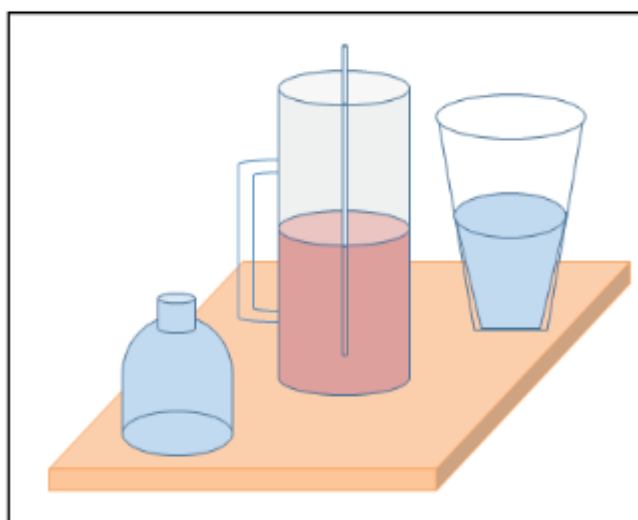


Figura 112. Reversibilidade Mediante Adição de Água.

Ao finalizar, comentar sobre os metais de transição, suas configurações eletrônicas, ressaltando os orbitais do tipo *d*, e a formação de diversos outros tipos de complexos.

Atentar ao fato de que o cloreto de cobalto (II) utilizado pode ser recuperado controlando-se o equilíbrio e realizando a neutralização e a destilação da solução.

## 7.2 Experimento 18: Uma Pilha Com Refrigerante

3º Ano – Segundo Bimestre - Eixo Temático: *Eletroquímica*.

### Materiais e Reagentes:

- A – Pote de plástico – Embalagem de sorvete c/ tampa;
- B – Refrigerante gaseificado de cola – 2 L;
- C – Placa de Cobre para contato elétrico;
- D – Placa de Zinco para contato elétrico;
- E – Multímetro digital;
- F - Tesoura;
- G – Régua;
- H – Presilhas de contato elétrico - jacarés;



Figura 113. Materiais e Reagentes do Experimento 18 – Uma pilha com refrigerante.

### Experimento 18 - Abordagem Didática Proposta:

Os componentes básicos de uma pilha ou célula eletroquímica são os eletrodos metálicos cujos elementos constituintes possuem diferentes potenciais de redução, a solução de eletrólitos e a ponte salina (meio eletrolítico através do qual há manutenção do equilíbrio iônico na solução).

Os refrigerantes gaseificados disponíveis no mercado são misturas que formam uma substância de pH ácido. Apresentam muitos eletrólitos dissolvidos e este fato possibilita a utilização deste tipo de bebida como um meio eletrolítico, ou seja, uma solução capaz de conduzir corrente elétrica.

O zinco é um metal de transição pertencente ao **grupo 12** da tabela periódica. Seu potencial padrão de redução nas CNTP é  $E^{\circ}_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^{\circ}} = - 0,76 \text{ V}$ .

O cobre é um metal de transição pertencente ao **grupo 11** da tabela periódica. Seu potencial padrão de redução nas CNTP é  $E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{\circ}} = +0,34 \text{ V}$ .

A ideia desta prática experimental é construir uma célula eletroquímica **sem utilizar uma ponte salina**. Para isto, serão empregadas placas dos respectivos metais citados como os eletrodos, e refrigerante como o meio eletrolítico.

Podemos perceber, mediante os valores apresentados para os potenciais de redução padrão, que o zinco atuará como anodo (o metal de Zn sofre oxidação) enquanto que o cobre atuará como um catodo (Os cátions da solução sofrem processo de redução).

Assim, ao estabelecermos o sistema devidamente estruturado e interligado pelo multímetro, ocorrerá a **transferência espontânea de elétrons** do eletrodo de zinco para o eletrodo de cobre.

Os educandos poderão observar na tela do multímetro que há corrente elétrica atravessando o equipamento. Este provavelmente será um momento de curiosidades, pois eletricidade está sendo gerada a partir de materiais tão comuns no dia-a-dia.

Este é um momento propício para **descrever os princípios das células eletroquímicas** através de reações de oxidação e de redução. Equacionando as semi-reações e a reação global do processo.

Comentar as diferenças do sistema utilizado em relação ao sistema que considera **semi-células** (eletrodos em locais separados). Explicar corretamente a função da **ponte salina** (estabelecimento do equilíbrio de cargas durante as reações) neste segundo tipo de sistema.

Discutir sobre os diferentes tipos de pilhas mais usadas na sociedade. Informar sobre os possíveis impactos ambientais de se descartar pilhas e componentes eletrônicos diretamente no solo e na rede de esgotos.

Ressaltar as formas adequadas de se descartar estes tipos de materiais e atentar ao fato de que o **consumo pelo consumo** está associado à tendência do acúmulo de substâncias tóxicas na natureza.

### Experimento 18 - Proposta Experimental:

Utilizando a régua trace dois cortes verticais distando 3 cm entre si, na tampa do pote de sorvete, de modo que se possam encaixar as placas de zinco e de cobre.

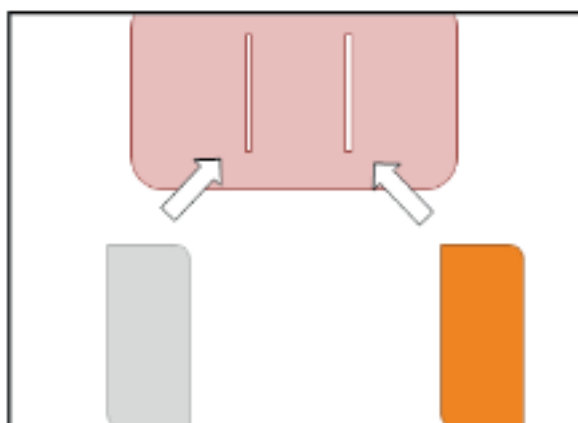


Figura 114. Encaixando as Placas Metálicas na Tampa do Pote.

Com as placas metálicas devidamente *inseridas na tampa do pote*, utilizar o jacaré de cor preta para prender o terminal negativo do multímetro na placa de zinco. Depois, utilizar o jacaré de cor vermelha para prender o terminal positivo do multímetro na placa de cobre.

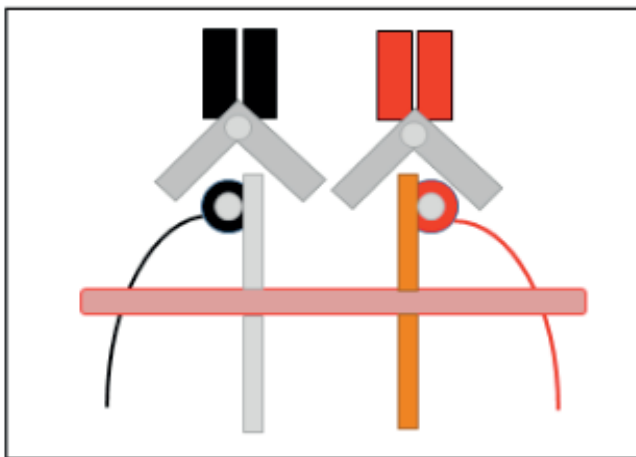


Figura 115. Prendendo os terminais do multímetro às placas metálicas na tampa.

Despejar o refrigerante no interior do pote de sorvete, de modo que haja líquido suficiente para que, ao encaixar a tampa do pote, as placas metálicas fiquem submersas. Antes de tampar o pote, ajustar o multímetro para a função “voltímetro” em corrente contínua (CC ou DC) na escala de 20 V.

Assim que o pote for tampado, e as placas dos eletrodos forem submersas no refrigerante, o sistema entrará em funcionamento, ou seja, começarão a ocorrer reações de oxidação-redução e será possível observar a variação da voltagem através do multímetro.

É comum que o valor mostrado para a voltagem no display do multímetro oscile por alguns instantes, dependendo do aparelho utilizado.

**Atenção:** Pode ser necessário lixar as placas antes de submergi-las no refrigerante.



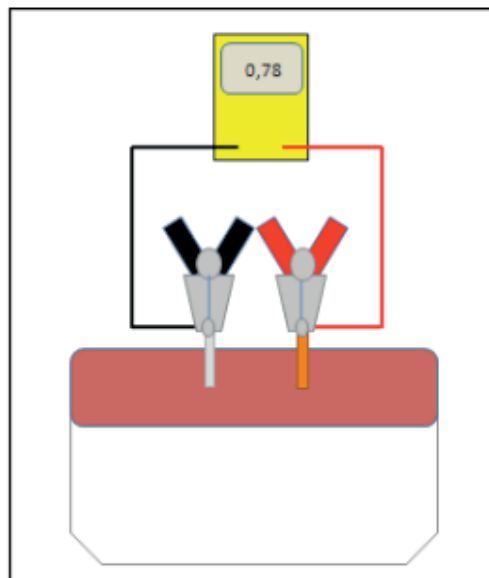


Figura 116. Pilha em Funcionamento.

Esta “*pilha*” emprega eletrodos de zinco e de cobre, entretanto, o meio eletrolítico é isento de cátions cúpricos, sendo assim, não ocorrerá o processo de redução do cobre no eletrodo positivo, ou seja, no cátodo de cobre metálico.

A solução, entretanto, apresenta pH ácido, isto significa que há alta concentração de íons  $H^+$ <sub>(aq)</sub>. O potencial padrão de redução do íons  $H^+$  é zero de volts.



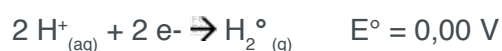
Para simplificarmos o tratamento teórico, podemos considerar que a redução ocorre principalmente com os íons  $H^+$  aquosos se convertendo em moléculas de  $H_2$ . Isto justifica a acentuação da liberação de gás no refrigerante.

Assim temos as seguintes semi-reações:

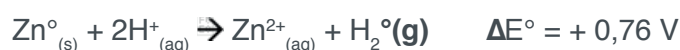
Semi reação anódica:



Semi reação catódica:



Equação Global:



Observações:

I - Em alguns casos, pode ser necessário aproximar mais os eletrodos para conseguir uma voltagem mais intensa.

II – Lembre-se de que pode ser necessário, em alguns casos, lixar as superfícies dos eletrodos;

III - Ligando duas destas pilhas em série, podemos fazer funcionar alguns dispositivos simples, como lanternas e relógios de parede.

IV - Ao final, coletar a solução em uma garrafa e encaminhar a uma entidade

coletora (tal como o Instituto de Química de uma Universidade) para o devido descarte.

### 7.3 Experimento 19: Cheiro Ruim X Cheiro Bom

**3° Ano – Terceiro Bimestre - Eixo Temático: Química Orgânica I – Grupos Funcionais.**

#### **Materiais e Reagentes:**

- A – Água;
- B – Permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_{4(s)}$ );
- C – Etanol – Álcool etílico ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ );
- D – Ácido Sulfúrico 1 Molar ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ );
- E – Espátula;
- F – Copo de vidro (de requeijão);
- G – Pipeta e pêra;
- H – Proveta graduada de 100 mL;
- I – Bastão de Vidro;



Figura 117. Materiais e Reagentes do Experimento 19 – Cheiro Ruim X Cheiro Bom.

#### **Experimento 19 - Abordagem Didática Proposta:**

Este experimento permite estudar o principal grupo das funções orgânicas oxigenadas. Baseia-se na reação de oxidação do etanol (álcool primário) a ácido acético.

A oxidação do etanol pode ser processada em solução aquosa de um agente oxidante, em presença de ácido, porém alguns cuidados devem ser garantidos.

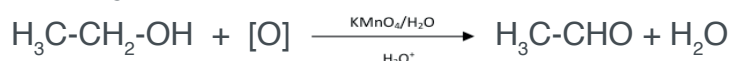
#### Principais Cuidados:

- Não devemos utilizar ácido muito concentrado, e nem em grande quantidade;
- Não devemos utilizar muito permanganato de potássio;
- Não devemos adicionar nem o permanganato e nem o ácido diretamente no etanol;
- Nunca devemos adicionar água sobre o ácido;
- Devemos realizar o experimento em um ambiente aberto e ventilado;
- Devemos ter por perto água e extintor de incêndio;

Com estas precauções devidamente respeitadas, podemos iniciar o experimento.

Inicialmente devemos promover uma reação de oxidação de álcool primário, o que perpassa por um intermediário pertencente ao grupo dos aldeídos, e tem como produto final o ácido acético:

#### Formação do etanal:



#### Formação do ácido acético



Este experimento é bastante simples. Os educandos podem atestar a transformação química mediante os aromas característicos do álcool etílico e do ácido acético, respectivamente antes e após da reação.

Esta é uma boa oportunidade para discutir com os educandos acerca de como as propriedades químicas das moléculas (geometria, densidade eletrônica, presença de determinado grupo funcional etc.) podem estar associadas às propriedades organolépticas, neste caso ao odor.

**Experimento 19 - Proposta Experimental:** Inicialmente, utilizar a proveta para transferir cerca de 10 mL de álcool etílico para o copo de vidro. Deixar que os educandos percebam o odor característico desta substância.

Em seguida, utilizar a proveta para transferir cerca de 10 mL de água destilada para o copo de vidro. Utilizar o bastão de vidro para agitar a solução.

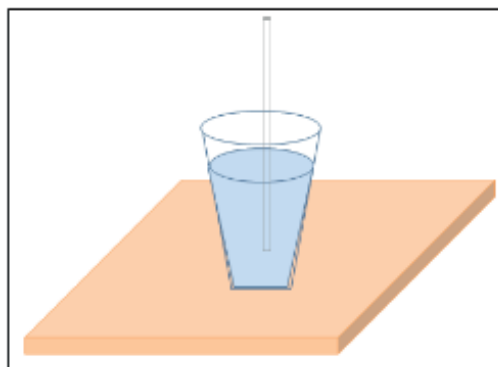


Figura 118. Misturando álcool e água.

Posteriormente, utilizar a ponta da espátula para coletar pouca quantidade de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ). Transferir aos poucos para o copo enquanto se mantém a mistura sob agitação. A solução assumirá uma coloração púrpura.

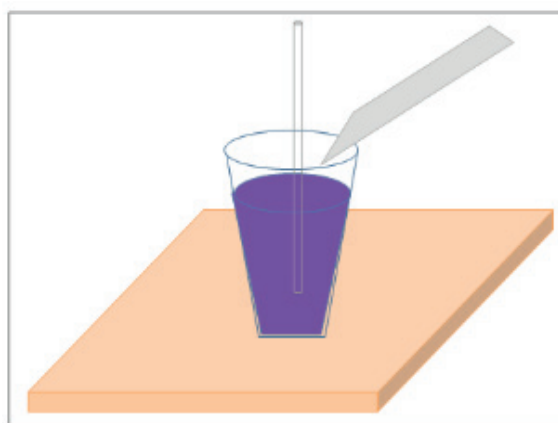
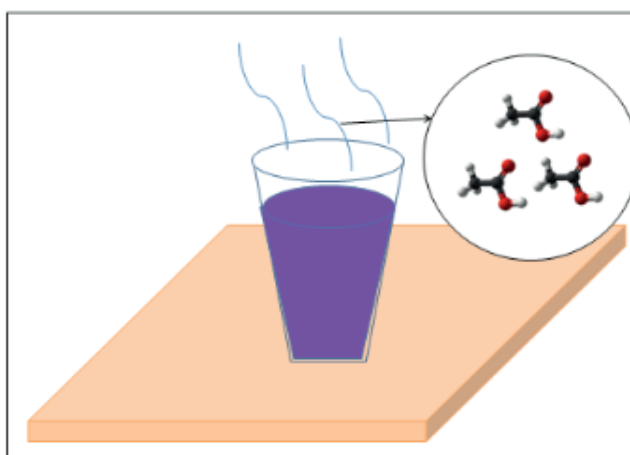


Figura 119. Mistura com  $\text{KMnO}_4$ .

Em seguida, utilizar a pipeta graduada para coletar menos de 1 mL da solução aquosa de ácido sulfúrico 1M. Adicionar aos poucos, gota a gota, agitando pausadamente a solução.

Em alguns instantes será possível perceber um odor semelhante ao do vinagre. Este é o cheiro característico do ácido acético, que é um ácido bastante volátil.



**Observação:** Recolher a solução final em um recipiente de vidro com tampa e encaminhar para uma entidade coletora, tal como o departamento de Química de uma universidade.

## 7.4 Experimento 20: Um Polímero que Estremece

**3º Ano – Quarto Bimestre - Eixo Temático: Química Orgânica II – Biomoléculas e Polímeros.**

### Materiais e Reagentes:

- A - 3 copos de vidro (de requeijão);
- B – 1 colher;
- C – 3 sachês com gelatinas de diferentes sabores;
- D – 3 latinhas de alumínio vazias;
- E – 1 Tesoura grande;
- F – 1 par de Luvas de pano espesso;
- G – 1 alicate;
- H - Suporte para queimador (*ver Anexo 2*);
- I – Queimador (*ver Anexo 1*);
- J – 1 pequena caixa de isopor;
- K – Gelo seco.
- L – Água.



Figura 121. Materiais e Reagentes do Experimento 20 – Um polímero que estremece.

### Experimento 20 - Abordagem Didática Proposta:

O vigésimo e último experimento visa explorar algumas propriedades do

colágeno, bem como de outras moléculas orgânicas presentes na gelatina.

O colágeno é uma proteína de origem animal que é o ingrediente fundamental da gelatina e das geleias em geral. Muitas gelatinas, porém, possuem outras substâncias como corantes, flavorizantes, aromatizantes, adoçantes etc.

Assim, ao explorar experimentalmente os aspectos da gelatina, há margem para uma discussão acerca das proteínas. Conseqüentemente é possível relacionar as biomoléculas que compõem as proteínas (aminoácidos), os Polissacarídeos (carboidratos) e citar os componentes dos lipídios (ácidos graxos e glicerol) e os ácidos nucléicos (DNA e RNA e nucleotídeos).

Além disso, é possível discutir acerca das propriedades estruturais de certas moléculas orgânicas e as suas capacidades de atribuírem diferentes propriedades organolépticas.

Por exemplo, algumas moléculas da função éster são utilizadas como aromatizantes por causarem a sensação de cheiro de frutas; Algumas moléculas orgânicas com alta densidade eletrônica e ligações insaturadas conjugadas são capazes de refletir uma cor específica e são empregadas como corantes etc.

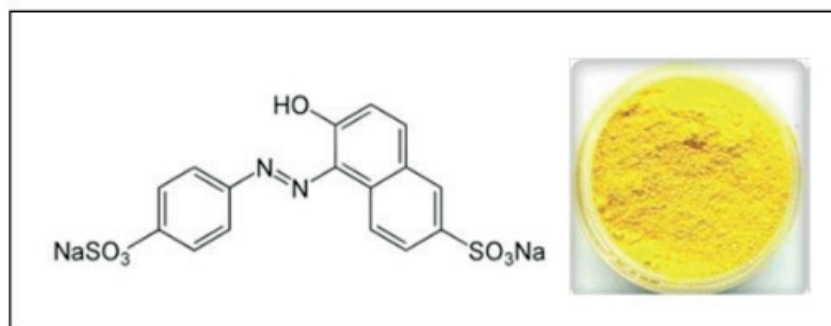


Figura 122. Molécula do corante Amarelo Crepúsculo.

### Experimento 20 - Proposta Experimental:

O primeiro passo deste experimento consiste em preparar um pequeno “*refrigerador*” adicionando o gelo seco no interior da caixa de isopor. O isopor é um isolante térmico e irá manter o interior da caixa sob baixa temperatura.

Em seguida é necessário preparar os recipientes onde serão preparadas as gelatinas. Para isso, vestir as luvas de pano e utilizar a tesoura para cortar as latinhas de alumínio pela metade.

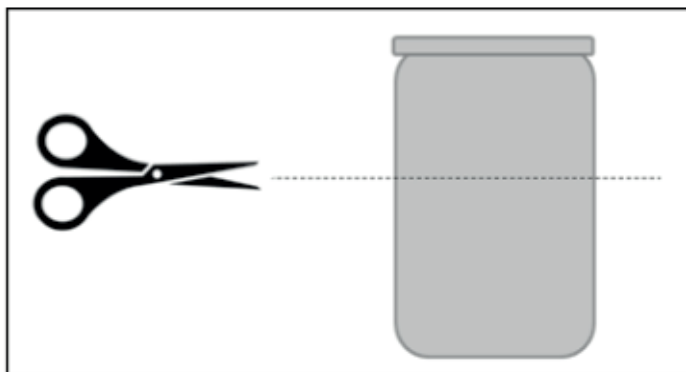


Figura 123. Cortando as latinhas pela metade.

Neste ponto é importante notar que as latinhas cortadas representam o ***risco de ocasionar machucados***. Assim sendo, ainda com as luvas deve-se utilizar o alicate para dobrar as extremidades cortadas da latina. Isto irá formar uma espécie de copo de alumínio, com as bordas arredondadas conforme mostrado na figura a seguir.



Figura 124. Copo de alumínio com as bordas arredondadas.

Feito isto, utilizar a colher para transferir a gelatina em pó para o copo de alumínio e adicionar água até que o volume da mistura se aproxime da borda arredondada.

É importante ter cautela para não deixar transbordar, portanto o volume de água não deve chegar no limite do copo de alumínio.

Acomodar o copo de alumínio sobre o suporte para o queimador. Em seguida ligar o queimador para esquentar a mistura contida no copo.

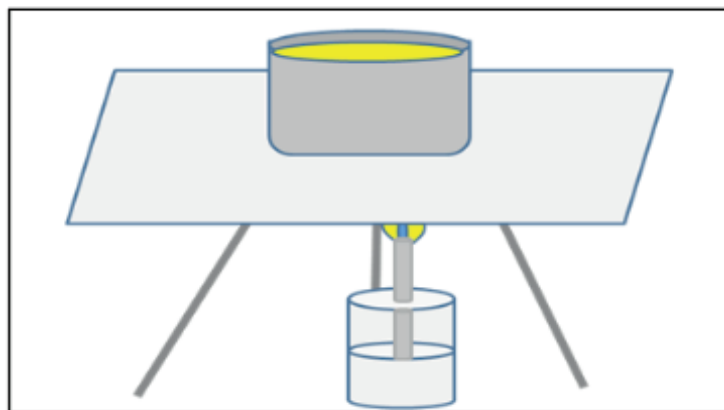


Figura 125. Preparando a gelatina no copo de alumínio.

Enquanto a mistura é aquecida, repetir os procedimentos realizados para preparar as outras amostras de gelatina.

Quando estiver sob temperatura elevada, após alguns minutos de aquecimento, utilizar o alicate para segurar a borda do copo de alumínio e, transferir o líquido para um dos copos de vidro.

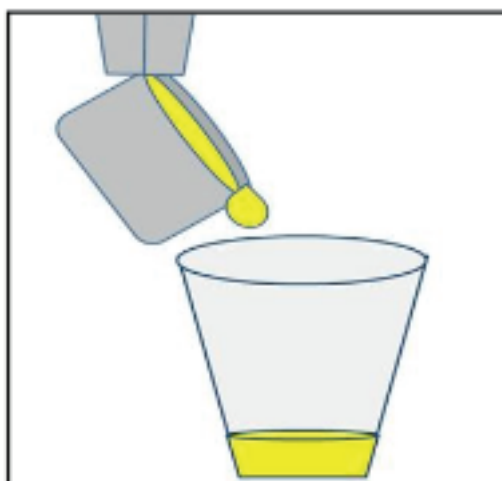


Figura 126. Adicionando a gelatina líquida no copo de vidro.

Em seguida, utilizar luvas de pano para acomodar o copo contendo o líquido, no interior da caixa de isopor acimatada pelo gelo seco. Muito cuidado para não deixar o copo por muito tempo sobre as pedras de gelo seco.

Repetir os mesmos procedimentos para as outras amostras.

Aguardar até que ocorra o enrijecimento da gelatina. Enquanto isto se processa pode-se solicitar que os educandos analisem os ingredientes que constam na embalagem. Explicar as funções de alguns deles e iniciar as discussões sobre os fenômenos que ocorrem durante o preparo da gelatina.

Em essência, a gelatina é uma substância constituída por diversos tipos de moléculas orgânicas. Possui composição protéica, onde a principal proteína é o colágeno oriundo de tecidos cartilagosos de animais.



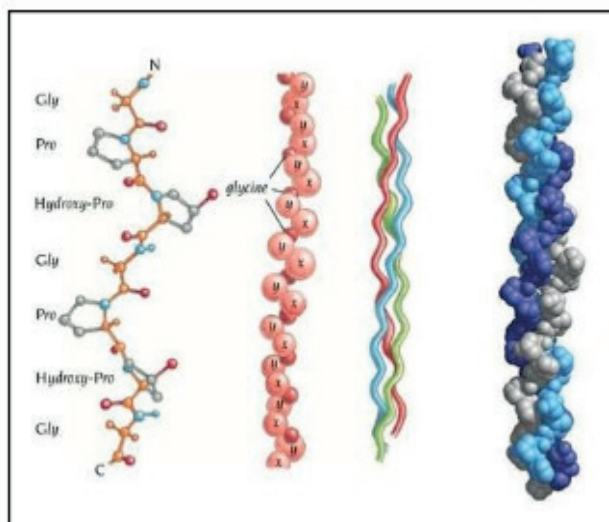


Figura 127. Constituição do Colágeno.

O colágeno é um tripeptídeo, ou seja, é formado por uma estrutura complexa que contém três hélices peptídicas. Os peptídeos são formados por unidades que pertencem a um dos principais grupos de biomoléculas, os aminoácidos.

Neste momento, pode-se explicar os grupos funcionais que caracterizam os aminoácidos. Além disso, pode-se exemplificar a formação de ligações peptídicas e representar as reações químicas relacionadas como processos que produzem, além do peptídeo, moléculas de água.



Além do colágeno, as gelatinas são ricas em carboidratos, que são as biomoléculas fundamentais para a composição dos açúcares.

Há, também, vitaminas, aromatizantes, conservantes, adoçantes e algumas outras substâncias.

As gelatinas em pó possuem granulos compostos pela mistura destes componentes. A hidratação da gelatina em uma temperatura elevada promove a dissolução de tais componentes o que caracteriza o rompimento de interações intermoleculares. Uma vez em solução, ocorre a reorganização espacial das moléculas de colágeno na solução.

O resfriamento da solução causa aproximação entre as moléculas, de modo a fomentar a formação de novas interações.

Devido ao fato de ser um processo lento, ocorre que a estrutura se forma de maneira mais organizada, retomando a forma de tripla hélice e originando um estado semelhante ao de um gel (processo de gelificação).

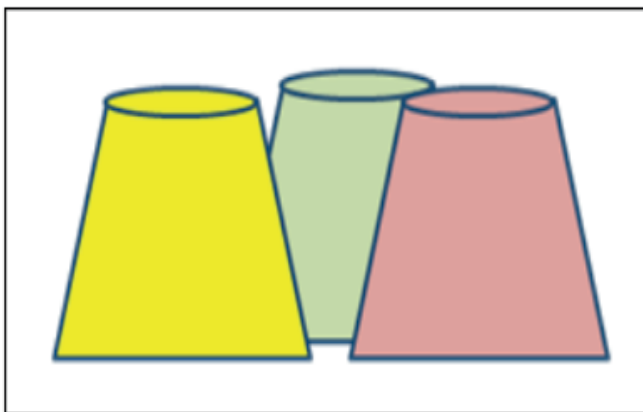


Figura 128. Resultado final do Experimento 20.

Discutir com os educandos a diferença entre monômero e polímero.

Relacionar a estrutura do colágeno ressaltando a que as macromoléculas poliméricas de polipeptídios podem assumir diferentes formas e que estas estão condicionadas as propriedades estruturais dos monômeros componentes.

## 8. A CIÊNCIA É CONSOLIDAÇÃO E RENOVAÇÃO

Uma das principais características da Química moderna é a capacidade de se aplicar conhecimentos construídos ao longo da história para fazer previsões e sugerir novos testes. Tal fato implica que um possível resultado pode ser esperado segundo modelos descritos teoricamente.

Conforme ressaltado no Capítulo 2, a Química nasce do Experimento para a Teoria. A aplicação do Método Científico cartesiano ao estudo da matéria foi preponderante no que diz respeito às transições de práticas, realizadas inicialmente pelos alquimistas, para diversos experimentos químicos.

Com uma base de conhecimentos bem consolidados, o cientista moderno reconhece alguns padrões comportamentais de reações químicas, diferentes formas e métodos de conversão de energia e propriedades comuns a diversos compostos e substâncias químicas. Tais conhecimentos permitiram o estabelecimento de princípios e a descrição de **Leis Naturais** para investigar os fenômenos relacionados às transformações da matéria e da energia.

Assim, a construção do conhecimento dotou o cientista, atribuindo-lhe ferramentas capazes de prever diferentes resultados para processos baseados em procedimentos desempenhados envolvendo padrões conhecidos. Esta característica das Ciências Naturais é um segundo passo histórico em direção à evolução tecnológica, pois motiva a caminhada em busca de *novos* conhecimentos.

Espera-se que este trabalho possa contribuir significativamente para difundir a introdução de experimentos de química em aulas destinadas a turmas de Ensino Médio. Que os professores que tenham acesso a este trabalho estejam motivados para modificar e criar experimentos. Que assim possamos aumentar as alternativas em práticas de ensino passíveis de serem executadas em salas de aula.

Em larga escala, almeja-se dotar o educando de curiosidade e desejo investigativo sobre as propriedades da matéria, bem como sobre as transformações químicas. Espera-se obter uma melhoria no índice de aprendizagem das ciências exatas, sobretudo na área de Química.

Almeja-se que, através deste livro, seja possível obter uma melhoria no índice de aprendizagem das Ciências Exatas, sobretudo na área de Química.

ATKINS, P. JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5 ed. Porto Alegre. BOOKMAN 2012.

AUSUBEL, P. David. **The Acquisition and Retention of Knowledge**: A Cognitive View. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. IDEB 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015 e Projeções para o BRASIL. Disponível em : <http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultadoBrasil.seam?cid=5873353> – acesso: 10 de Nov. 2017.

LIMA, J. O. G. de; ALVES, I. M. R. **Aulas experimentais para um ensino de Química mais satisfatório**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia – RBECT. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/viewFile/2913/2975> - acesso: 16 jun. 2017.

MORAES, J. U. P.; JUNIOR, R. S. S. **Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa**. Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review – V4(3), PP. 61-67, 2014.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** UFRGS: Instituto de Física. Porto Alegre – RS. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> - acesso: 15 jun. 2017.

OECD/PISA – Programme for international Student Assessment. **Science Performance by Country**. Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/data/> - acesso: 10 de Nov. 2017.

PAULA, Gilma Maria Carneiro de; BIDA, Gislene Lossnitz - **A Importância da Aprendizagem Significativa**; Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1779-8.pdf> – acesso: 15 jun. 2017.

PINTO, M. F. S.; SANTANA, G. V. de; ANDRADE, D. **Atividades experimentais no ensino de Química**: contribuições para a construção de conceitos químicos. Universidade Federal de Sergipe: departamento de Química. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/8029/5170> - acesso: 16 jun. 2017.

PROFICIÊNCIA – Informação Sobre Profissões em Ciência: **História do Método Científico**. Disponível em: [http://www.proficiencia.org.br/article.php3?id\\_article=489](http://www.proficiencia.org.br/article.php3?id_article=489) – acesso: 10 de Nov. 2017.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado da Educação. **Currículo Mínimo**: Química. Rio de Janeiro, 2012.

SABATINI, R. M. E.: **A Evolução da Inteligência. Parte 5: Linguagem e Evolução**. Revista Cérebro e Mente. Disponível em: [http://www.cerebromente.org.br/n12/mente/evolution05\\_p.html](http://www.cerebromente.org.br/n12/mente/evolution05_p.html) - acesso: 10 de Nov. 2017.

SILVA, A. C.; MARQUES, S. D. G.; SOUZA, N. S. de; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. de; BRANDÃO E. M. **Experimentos alternativos para o ensino de Química em turmas inclusivas de EJA**. IFPB. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNepi2010/paper/viewFile/498/314> - acesso: 16 jun. 2017.

SKOOG & WEST & HOLLER et al. **Fundamentos de Química Analítica**. 8 ed. São Paulo. Cengage learning, 2006.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química 1: **Química Geral**. 7 ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química 2: **Físico-Química**. 7 ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química 3: **Química Orgânica**. 7 ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

## CRÉDITOS DE IMAGENS

Capítulo 1 – pág. 11 – Antoine Laurent Lavoisier. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AduC\\_147\\_Lavoisier\\_\(A.L.,\\_1743-1794\).JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AduC_147_Lavoisier_(A.L.,_1743-1794).JPG)

Capítulo 1 – pág. 12 – Alessandro Volta. Disponível em: [https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Alessandro\\_Volta.jpg](https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Alessandro_Volta.jpg)

Capítulo 1 – pág. 13 – John Dalton. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Johndaltonfrsmem00lonsrich\\_0012.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Johndaltonfrsmem00lonsrich_0012.jpg)

Capítulo 1 – pág. 14 – Niels Bohr. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Niels-Bohr/images-videos/media/71670/17854>

## ANEXO 1 - QUEIMADOR EM MICROESCALA



Figura 50. Materiais para improvisar um queimador.

O queimador é uma estratégia útil para suprimir a ausência de um Bico de Bunsen. Ele pode ser improvisado mediante a utilização dos seguintes materiais:

- A – Frasco vazio de remédios homeopáticos, com tampa.
- B – Barbante de espessura grossa;
- C – Tubo metálico de antena de rádio;
- D – Serrinha;
- E – Tesoura;
- F – Álcool 96 °GL;

**Procedimento:**

Primeiramente utilize a tesoura para furar o centro da tampa do frasco homeopático; Posteriormente, utilize a serrinha para destacar um pedaço do tubo de antena de rádio; Em seguida conecte o pedaço do tubo diretamente no orifício da tampinha; O próximo passo é trançar o barbante



e passá-lo através do tubo de antena acoplado na tampa; Adicionar álcool no interior do frasco e tampá-lo. Atente ao fato de que é necessário embeber o barbante no álcool. O álcool subirá pelo barbante de acordo com o fenômeno de capilaridade.

**Observação: não aperte muito a tampa do recipiente.**

## ANEXO 2 - SUPORTE PARA O QUEIMADOR

O suporte para queimador é um tripé de metal capaz de sustentar placas e tubos diretamente acima do queimador. É uma alternativa útil quando não se tem uma tela de amianto.



Figura 51. Materiais para improvisar um suporte de queimador.

Pode ser improvisado em microescala a partir dos seguintes materiais:

- A - Latinha de alumínio;
- B – Alicate de corte;
- C – Luvas grossas;
- D – Alicate comum;
- E – Tesoura;



### Procedimento:

Primeiramente proteja as mãos com as luvas e use o alicate de corte para fazer o tripé. Considere que o fundo da latinha deve estar voltado para cima, pois é nesta cavidade que apoiaremos os tubos; Em sequência, ajuste a altura de modo que a chama possa atingir o fundo da lata; Ainda com as mãos protegidas, utilize a tesoura para corrigir o corte, eliminando qualquer parte pontiaguda remanescente;

Posteriormente, utilize o alicate comum e faça dobras nas partes da latinha que foram cortadas, justamente para evitar acidentes e ferimentos.

**Observação:** cuidado para não tocar neste material quando ele for aquecido.



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-518-1

