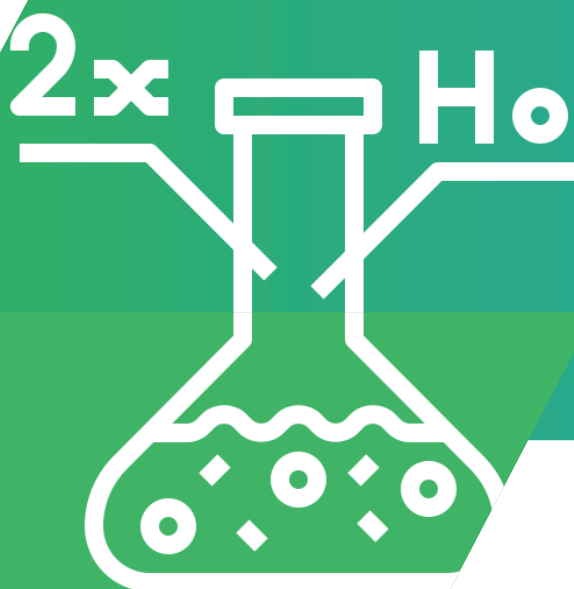


André Luís Silva da Silva

Atividade Experimental Problematizada (AEP)

Coleção Especial

Produtos Educacionais para Inovação
Tecnológica e Metodológica



9

Atividade Experimental Problematizada (AEP)

Coleção

Produtos Educacionais para Inovação Tecnologia e Metodológica no
Ensino de Ciências

Organizadores da Coleção

Ângela Maria Hartmann

Márcio André Rodrigues Martins



Coleção

Produtos Educacionais para Inovação Tecnológica e Metodológica no Ensino de Ciências

Reitor: Edward Frederico Castro Pessano

Vice-Reitora: Francéli Brizolla

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação: Fabio Gallas Leivas

Pró-Reitor de Extensão: Franck Maciel Peçanha

Pró-Reitora de Graduação: Elena Maria Billig Mello

Financiamento:

Esta produção recebeu recursos financeiros da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES através do Edital 15/2023 - Programa Inova EaD (chamada para a apresentação de propostas de disseminação de produtos de inovação tecnológica voltados a todos os níveis de educação).

Apoio:

Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA

Execução:

Rede de Saberes Articulando Ciência, Criatividade e Imaginação - Rede SACCI

Conselho Editorial:

Daniel Maia

Mateus Matos

Fernando Britto

Hytto Harada

Diagramação:

Hoom Interativa



Este trabalho está licenciado sob CC BY-NC-ND 4.0.
Para ver uma cópia desta licença, visite:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Silva, André Luís Silva da
Atividade Experimental Problematicada (AEP)
[livro eletrônico] / André Luís Silva da Silva. --
Bagé, RS : Hoom Interativa, 2025. -- (Coleção
produtos educacionais para inovação tecnológica e
metodológica ; 9)
PDF

Bibliografia.
ISBN 978-65-83896-08-7

1. Ciências - Estudo e ensino 2. Ciências -
Metodologia 3. Inovações educacionais 4. Prática
pedagógica 5. Tecnologia educacional I. Título.
II. Série.

25-278755

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências : Estudo e ensino : Metodologia 507

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

Sumário

Atividade Experimental Problematizada (AEP): planejamento e mediação	6
AEP n° 1	24
AEP n° 2	30
AEP n° 3	36
AEP n° 4	42
AEP n° 5	47
AEP n° 6	51
AEP n° 7	56
AEP n° 8	63
AEP n° 9	68
AEP n° 10	74

Apresentação

Este livro digital está constituído por duas unidades. Na primeira, intitulada Aspectos Teóricos, são apresentados os marcos conceituais da AEP em seus aspectos pedagógicos, didáticos e epistemológicos. A segunda, intitulada Aspectos Práticos, estrutura-se pela proposição de 10 atividades experimentais circunscritas ao Ensino de Ciências, configuradas no formato da AEP.

Boa leitura e boas mediações!

Unidade 1: Aspectos Teóricos

Atividade Experimental Problematicada (AEP): planejamento e mediação

1.1 Cenário de interesses e primeiras demarcações

Ao se considerar a experimentação como contributiva aos processos de ensino e aprendizagem das Ciências, percebe-se amplo respaldo na literatura, uma vez que determinados autores, nacionais e estrangeiros, têm se dedicado ao estudo, à reflexão e à sistematização dos aspectos teóricos e metodológicos envolvidos nas atividades experimentais, bem como em seus desdobramentos sistêmicos e pedagógicos, capazes de qualificar a ação do ensino e sua consequência desejável: a aprendizagem (CACHAPUZ et al., 2005; GIL PEREZ, 1993; GIL; CASTRO, 1996; GALIAZZI; GONÇALVES, 2004; PERRENOUD, 2000).

São tratadas amplas potencialidades das atividades experimentais na qualificação e consolidação dos processos de ensino-aprendizagem nas especificidades das Ciências, tais como: tornar a ação do aluno mais ativa; superar uma visão pouco problematizada da Ciência; caracterizar a produção textual como uma estratégia pedagógica e incentivá-la; registrar e interpretar dados e informações — etapas tidas como indissociáveis e não dicotômicas do processo de aprender significativamente. A experimentação, sob essa perspectiva, consolida-se como um recurso de considerável contribuição para a identificação, explicitação, problematização, argumentação e aplicação de conceitos e princípios científicos, de modo que professores e alunos possam desenvolver compreensões próprias e formas de transposição relacionadas aos temas abordados (HODSON, 1989).

Acrescentam-se ainda vários objetivos ao se tratar das potencialidades qualificadoras da experimentação como contribuição aos sujeitos envolvidos nos processos de ensinar e aprender, tais como: diversificar as estratégias de ensino, articular saberes teóricos e práticos, despertar interesses, reter a atenção, desenvolver raciocínios lógico-dedutivos, desenvolver e aperfeiçoar habilidades e competências, além de sensibilizar-se para a implementação de determinados valores e atitudes. No que diz respeito às especificidades das Ciências, diversos propósitos podem ser apontados, em diferentes aspectos, como: adequar objetos de conhecimento à natureza eminentemente experimental da Ciência; ilustrar teorias, procedimentos e conceitos; verificar hipóteses (modelo Indutivista); refutar hipóteses (perspectiva Falsificacionista); introduzir os sujeitos aos métodos próprios da Ciência (Método Científico); utilizar a experimentação como meio de linguagem científica; ou ainda, relacionar e aproximar a Ciência de diferentes contextos, cenários e interesses.

Em um mundo impregnado por avanços científicos e tecnológicos, a busca pela compreensão e pelo protagonismo na construção do conhecimento ganha destaque no cenário educacional. Nesse contexto, emerge a proposta inovadora da Atividade Experimental Problematicada (AEP), um enfoque pedagógico destinado a proporcionar condições favoráveis ao florescimento do entendimento científico, a partir de uma estrutura teórico-metodológica fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1918–2008) e na Epistemologia de Thomas Kuhn (1922–1996).

AAEP é apresentada como um processo de inovação teórico-metodológica voltado ao planejamento, à mediação e à avaliação do ensino experimental das Ciências. Essa proposta está originalmente materializada na publicação de duas obras bibliográficas. Na primeira, Silva e Nogara (2018) apresentam exemplificações de AEPs no contexto do ensino de Química. Na segunda, Silva e Moura (2018) ampliam a proposta para as demais Ciências Naturais, fundamentando-a pedagógica e epistemologicamente. Desde 2015, diversos artigos também têm tratado da temática, nos domínios do ensino e da aprendizagem das Ciências, em diferentes contextos e para variados públicos-alvo (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2015; 2017; 2018; SILVA et al., 2019; MOREIRA; SILVA; MOURA; DEL PINO, 2019).

AAEP tem como foco a aprendizagem científica por meio da experimentação, na qual os sujeitos são vistos como protagonistas de seus saberes e fazeres, assumindo uma posição de destaque e autonomia no processo de aprendizagem. O centro dessa abordagem está na intenção de, por meio de um planejamento cuidadoso e uma mediação eficaz, criar condições ideais para caracterizar um tratamento científico intrinsecamente ligado à concepção de Ciência.

A estratégia didático-pedagógica da AEP é apresentada como uma oportunidade singular de apropriação, aplicação, avaliação e aproximação a variados contextos e realidades educacionais. Com base nos fundamentos da Epistemologia de Thomas Kuhn (ETK) e da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), destaca-se como uma estratégia potente no Ensino de Ciências. Essa abordagem cria situações que proporcionam aos alunos não apenas o domínio de conceitos científicos, mas também uma compreensão profunda e contextualizada do papel da Ciência na sociedade. Com isso, promove-se a autonomia dos discentes e favorece-se sua predisposição para aprender, condição essencial à aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003; SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017a-b).

1.2 Estrutura teórico-metodológica da AEP

A AEP é uma estratégia teórico-metodológica que visa ao desenvolvimento de uma possível solução para um determinado caso, considerando um procedimento experimental definido a partir da proposição de um problema. Trata-se, portanto, de uma abordagem que busca transformar os estudantes em pesquisadores ativos, incentivando a análise e a sistematização de informações e proporcionando condições para a produção de conhecimento com potencial de aplicação futura.

Com foco principal no ensino experimental de Ciências, a AEP apresenta uma estrutura fundamentada em dois eixos principais, que são associativos e indissociáveis: um de origem teórica e outro de natureza metodológica (Quadro 01). Essa concepção permite organizar, de forma simples e lógica, tanto o planejamento (teórico) quanto as etapas de desenvolvimento (metodologia da prática) voltadas à busca de soluções para uma dada situação-problema.

O professor, enquanto idealizador da atividade experimental, atua como agente orientador. Cabe a ele elaborar, apresentar e esclarecer os eixos metodológicos, além de provocar reflexões e incentivar os alunos por meio de questionamentos e propostas de trabalho cooperativo.

Quadro 01. Elementos característicos da AEP: teóricos e metodológicos.

Eixos	
Teórico (o planejar) <i>articuladores</i>	Metodológico (o executar) <i>fases</i>
a. Proposição de problema b. Objetivo experimental c. Diretrizes metodológicas	i. Discussão inicial ii. Organização e desenvolvimento iii. Retorno ao grupo de trabalho iv. Socialização v. Sistematização

Fonte: Os autores (adaptado de SILVA; MOURA, 2018).

Considera-se como Eixo Teórico da AEP um processo de experimentação estruturado a partir da demarcação, elucidação e proposição de um problema de natureza teórica. Ou seja, a AEP se configura, em sua dimensão teórica, como uma estratégia voltada à busca de solução para uma situação-problema específica. A partir disso, define-se um objetivo experimental que, sob uma perspectiva geral, representa aquilo que se espera desenvolver empiricamente como resultado final da realização prática. Também são estabelecidas diretrizes metodológicas, que funcionam como orientações para as ações que levarão à construção desse produto experimental.

Em síntese, a AEP propõe uma articulação entre o objetivo experimental e as diretrizes metodológicas, partindo da proposição e da análise crítica de um problema, preferencialmente próximo à realidade do estudante e que permita conexões com diferentes contextos.

O Eixo Metodológico, por sua vez, oferece uma proposta para a mediação da prática, iniciando-se com uma discussão introdutória das temáticas a serem abordadas e culminando em sua sistematização.

1.2.1 Planejamento da AEP

No Eixo Teórico, como origem da AEP, tem-se o problema proposto, que requer uma possível solução. Possui uma natureza teórica e, idealmente, contextualizada. Ao se problematizar informações e observações, desenvolvem-se condições para que possam ser efetivamente significativas e socialmente compartilhadas. Com base em Echeverría e Pozo (1998, p. 15), um problema pode ser definido como “[...] uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para qual não se dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução”.

Os problemas podem ser baseados nas situações cotidianas de cada indivíduo, na comunidade escolar e nos desafios que ela e a sociedade enfrentam. Tendo em vista as várias possibilidades metodológicas existentes para o desenvolvimento do experimento, e que cada uma pode gerar uma resposta, ocorrerá de não haver apenas uma dicotomia resolutiva, certa ou errada. Isso irá depender da condução da atividade. Para a solução é recomendável a procura por ações práticas de diferentes realidades (ampla diversidade), que fornecerão os dados e informações necessários para sistematização, compreensão e interpretação, conduzindo os sujeitos a uma provável solução, qualitativa e ou quantitativa. Além disso, é importante ressaltar que, dependendo do caso, podem haver vários problemas associados e ou derivados do estado inicial, o que deve ser considerado previsível e agrega valor à técnica, uma vez que todo o processo é valorizado.

Emergente da fundamentação do problema proposto, tem-se o desenvolvimento do objetivo experimental, que formará hipóteses a serem tratadas experimentalmente, fornecendo dados e informações que não deverão solucionar diretamente o problema. É o objetivo experimental que irá conduzir os procedimentos empíricos, ou seja, é a razão pela qual o experimento está sendo realizado. Ter objetivos experimentais bem definidos contribui para a validade e a relevância dos resultados obtidos durante a pesquisa. De maneira genérica, o objetivo irá buscar responder: que resultado poderá ser originado? Que produto ou objeto poderá ser gerado? Trata-se do eixo experimental final que norteará a principal ação a ser desenvolvida, isto é, de uma técnica para a qual será necessário desenvolver ações capazes de concretizá-la. É importante trabalhar para que a não solução do problema não cause uma desmotivação ao aluno, mingando sua disposição em aprender. De fato, a falta de uma solução para um problema é uma situação recorrente na Ciência, pois a pesquisa científica muitas vezes envolve desafios complexos e questões que podem não ter soluções imediatas.

Desse modo, o objetivo experimentalmente proposto deve servir como um propósito amplo e genérico à obtenção de um produto teórico a partir de ações processuais, não levando a soluções previamente esperadas e tampouco carente de possibilidades profusas de interpretações, pois um único fenômeno pode ser interpretado de várias maneiras (MORTIMER, 1995). Surge, conseqüentemente, como uma “fonte de ignição” capaz de desencadear uma “reação de combustão”, a qual poderá desenvolver-se a partir de seus próprios meios.

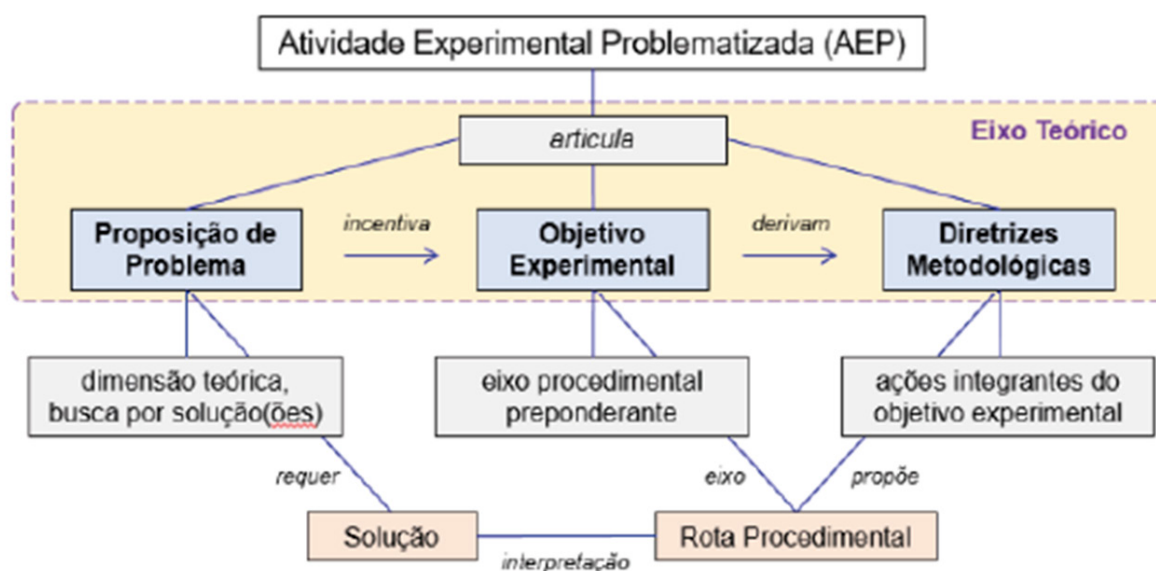
Como consequência do(s) objetivo(s), tem-se o desenvolvimento das diretrizes metodológicas, que são orientações e instruções específicas de como conduzir o estudo prático de maneira sistemática e científica, garantindo a qualidade, consistência e validade dos métodos utilizados na coleta ou produção dos dados e das informações. Ou seja, as diretrizes metodológicas oferecem respostas ao objetivo formulado, mas não ao(s) problema(s) proposto(s). São tomadas como orientações, e não devem ser entendidas como um conjunto de regras fechadas e invioláveis ou uma receita pronta. Podem ser adaptadas ou modificadas pelo professor e ou alunos, quando necessário, não se caracterizando como um fator limitador da experimentação.

As diretrizes surgem como uma etapa necessária, que oferece o estabelecimento das primeiras ações e norteia os fazeres gerais. Além disso, visam à inteligibilidade do objetivo proposto e incentivam uma discussão entre os integrantes do grupo de trabalho, anterior e concomitante às suas ações, fatores considerados cruciais para a organização das ideias individuais e o estabelecimento de uma ação conjunta. Em alguns casos, as diretrizes metodológicas podem atuar como um processo iterativo, o que significa que envolvem revisões, ajustes e refinamentos à medida que a pesquisa progride, com a obtenção de experiência, novas informações e propósitos.

Atividades que não cabem em roteiros fechados e que abandonam a rígida orientação de procedimentos podem ampliar o espaço para debates contextualizados entre os alunos e o professor, proporcionando condições capazes de enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem, visto que a organização de informações com potencial de produção de conhecimento ocorre fundamentalmente nos entremeios do processo experimental (GIL PÉREZ; CASTRO, 1996; GIORDAN, 1999). Aliado a isso, de acordo com Delizoicov e Angotti (1992), as atividades experimentais constituem um método colaborativo aos processos de ensino e de aprendizagem quando orientadas de maneira que haja abertura para discussões e interpretações dos resultados obtidos, propiciando situações de investigação e despertando o interesse do aluno pela formação e apreensão do conhecimento.

As diretrizes metodológicas, consequentemente, desempenham um papel crucial na orientação do objetivo experimental, estabelecendo as primeiras ações que, conforme já exposto, podem ser adaptadas a qualquer momento por professores e ou alunos (Figura 01).

Figura 01. Eixo Teórico da AEP.



Fonte: Os autores (adaptado de SILVA; MOURA, 2018).

Em síntese, no Eixo Teórico, o problema proposto atua como um impulsionador para a experimentação via AEP, guiando a formulação de hipóteses e o desenvolvimento de objetivos experimentais. A experimentação, derivada das diretrizes metodológicas, é apresentada como um processo apropriado para buscar respostas e dados necessários à solução do problema, contribuindo para a validade e relevância da pesquisa pedagógica. Assim, a AEP busca a promoção da aprendizagem significativa de conteúdos científicos, seja por meio de descoberta em alguns momentos ou por abordagem mais receptiva em outros (AUSUBEL, 2003).

1.2.2 Mediação da AEP

Em termos de mediação/aplicação da AEP, torna-se essencial um conjunto de ações, representado por um protocolo procedimental, tal como uma sequência didática ou plano de ensino, denominado Eixo Metodológico. Esta estrutura, contudo, não se configura em um formato rígido, mas atua como incentivo ao ensino, possibilitando a reconfiguração de saberes e a reconstrução de significados pelos participantes, fomentando uma aprendizagem que potencialmente gere significados. É relevante ressaltar que o fortalecimento do processo de aprendizagem ocorre quando a construção do conhecimento científico é moldada socialmente, sendo favorecida por uma interação entre teoria e experimentação, respaldada por um protocolo empírico (KUHN, 2000).

Sugere-se a estruturação do Eixo Metodológico da AEP a partir da subdivisão processual em cinco etapas, denominadas fases (Quadro 2). Inicialmente, inicia-se com uma discussão introdutória entre professores e alunos, culminando no objetivo de estabelecer um produto final, desenvolvido pelos alunos. Tais fases, contudo, são dinâmicas e poderão adequar-se aos propósitos específicos dos sujeitos envolvidos e às ações previstas, cabendo sua análise crítica desde o planejamento da atividade.

A elaboração de uma sequência didática (plano de ensino) que ofereça suporte aos trabalhos pedagógicos em sua dimensão metodológica não deve ser considerada uma atividade educacional corriqueira. Anastasiou e Alves (2009, p. 64) apontam que durante muito tempo as ações educativas foram organizadas a partir de planos de ensino que “tinham como centro do pensar docente o ato de ensinar; portanto, a ação docente era o foco do plano”. Verifica-se que hoje essa perspectiva de centralidade no professor não representa consensualidade. Pelo contrário, a elaboração de um processo que ofereça condições a professor e alunos para igualmente interagirem, cada um ao seu tempo, pode ser compreendido como fundamental a uma estratégia didática que proporcione bons resultados em termos da aprendizagem.

Nesses pressupostos, são múltiplas as possibilidades de elaboração de um plano de ensino com centralidade metodológica em seus sujeitos aprendizes, em um encadeamento da experimentação em Ciências. Gandin (1994), Gil (2012), Anastasiou e Alves (2009) afirmam que não há um modelo fixo a ser seguido, mas que um consistente plano de ensino deve apresentar uma sequência coerente dos elementos necessários aos processos de ensino e de aprendizagem. Tendo em vista a AEP, consideram-se as etapas a serem apresentadas, em seu curso, como uma estratégia pedagógica condizente aos seus propósitos de articulação teórica e metodológica para uma aprendizagem significativa, todavia, não em um formato de rigidez, mas incentivador de um ensino permissivo de reflexão e reconstrução por seus sujeitos integradores.

Cabe ainda ratificar-se a importância da coparticipação de professor e alunos (ao seu tempo) em cada uma das etapas a serem apresentadas e discriminadas, a partir de um convencimento do professor com relação às mais apropriadas condições teóricas e metodológicas potencialmente nelas envolvidas, tendo em vista, manifestadamente, seu perfil docente, sua concepção em Ciências, seu posicionamento como educador e os meios e recursos disponíveis. Tem-se, com isso, cinco fases: (i) Discussão inicial, (ii) Organização/desenvolvimento da atividade experimental, (iii) Retorno ao grupo de trabalho, (iv) Socialização e (v) Sistematização.

A Discussão inicial oportuniza um diálogo-reflexivo preliminar, no próprio local onde a atividade se desdobrará, com o intuito de explorar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os temas-chaves a serem abordados, e propor retomadas e sínteses estratégicas. Alinhada aos fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa, essa fase tem o objetivo de buscar a identificação e o desenvolvimento dos saberes iniciais (subsunçores), incentivando a participação ativa dos alunos na prática subsequente (AUSUBEL, 2003). Dessa maneira, a discussão inicial na AEP emerge como um recurso vital para a construção de significados, estimulando uma compreensão mais profunda dos temas a serem explorados. Pode ocorrer por meio de uma discussão teórica, com exposição dialogada de tópicos referentes às principais temáticas a serem experimentalmente abordadas, como pela utilização de materiais impressos, por exemplo. Consiste em apresentar (e aprofundar) a temática e os objetos/objetivos de aprendizagem, com a coparticipação dos alunos. Esta fase envolve alunos e professor.

Na fase de Organização e desenvolvimento tem-se a estruturação efetiva da experimentação, começando pela apresentação do problema proposto (elaborado, identificado ou selecionado) e suas derivações. Em seguida, ocorre a organização de grupos de trabalho, em que os alunos participam de discussões iniciais, formulam hipóteses e compartilham ideias baseadas em seus conhecimentos prévios. O desenvolvimento da atividade experimental transcorre com os alunos conduzindo a experimentação sob a observação e orientação do professor. Logo, há a seleção do protocolo a ser aplicado, no entanto, cada grupo de trabalho poderá adotar uma estratégia diferente ao enfrentamento do mesmo problema. A partir da interpretação da AEP em curso e de seus desdobramentos, os alunos manipulam materiais e instrumentos, registram informações e observações diretas em diário de bordo, por meio de descrições, imagens, tabelas, gráficos ou outro recurso pertinente. Esta fase envolve alunos e professor.

Após a realização da atividade experimental, em seus termos práticos, passa-se à fase do Retorno ao grupo de trabalho, buscando-se promover a reflexão e a discussão entre os membros do grupo, seguida pela organização, análise e sistematização das informações registradas. Os alunos são instruídos a retornar aos seus grupos a fim de organizar os registros considerados relevantes, que serão transformados em resultados via inferências, por meio de uma interpretação conjunta e dialógica. Aqui há um avanço no desenvolvimento cognitivo, guiado a partir da compreensão dos dados e das informações experimentais obtidos(as). Neste momento, a solução ao problema proposto deverá emergir. Ao professor cabe adotar uma postura neutra, analisando os conhecimentos desenvolvidos, mas sem intervir nos resultados e nos caminhos adotados pelos alunos durante a atividade.

A fase da Socialização visa promover um diálogo entre os diversos grupos de trabalho, que poderão apresentar resultados distintos devido às divergências teórico-metodológicas adotadas, podendo resultar em conclusões consideravelmente diversas para o problema proposto na origem da AEP. Os grupos apresentarão os caminhos metodológicos adotados, respaldados pelas justificativas que cada um deles utilizou ao defender seus resultados e possíveis soluções para o problema central da atividade. Ao confrontar perspectivas distintas, é possível avançar para uma generalização, considerando as orientações do professor. Trata-se, assim, da criação de um espaço coletivo para a troca de ideias referentes aos procedimentos realizados durante a técnica. Essa abordagem favorece uma valiosa troca de saberes entre todos, contribuindo ao entendimento da prática desenvolvida. De fato, do ponto de vista da neurociência, essa socialização é essencial para a aprendizagem e reconstrução de conhecimentos (Nicolelis, 2023). Esta fase envolve alunos e professor.

Como fase terminal da AEP é apresentada a Sistematização, tomada como o momento no qual se busca “materializar a aprendizagem”, isto é, identificar os conhecimentos específicos e individuais dos alunos. Após a coleta, análise e interpretação de dados e informações, os alunos são incentivados a desenvolver uma produção textual que reflita os conhecimentos que desenvolveram. Essa produção, assemelhando-se a um relatório, não visa padronizar o trabalho – uma vez que sua função não é profissionalizante, mas pedagógica –, mas tem como intuito oferecer subsídios aos alunos para apresentarem e justificarem seus resultados, de maneira coesa, e estruturar os produtos e caracterizações processuais de suas observações. A elaboração de um relatório, que pode ser desenvolvido em grupo, pode ser mantida, desde que haja diretrizes coerentes com a prática desenvolvida e inteligíveis à sua elaboração.

Quadro 02. Visão geral dos eixos da AEP – papel dos alunos e professores.

Eixos	Alunos	Professores
Teórico		
a. Proposição de problema	Reflexão e discussão.	Elaboração, organização e orientação.
b. Objetivo experimental		
c. Diretrizes metodológicas		
Metodológico		
i. Discussão inicial	Reflexão e discussão.	
ii. Organização e desenvolvimento	Experimentação.	Orientação e organização.
iii. Retorno ao grupo de trabalho	Sistematização das informações e tomada de posicionamento.	Postura neutra, analisando os saberes.
iv. Socialização	Troca de ideias referentes aos procedimentos e dados.	Orientação, organização e retorno aos marcos teóricos.
v. Sistematização	Produção de um material textual.	Avaliador.

Fonte: Os autores.

Ao fechar-se esta seção, é importante a recondução argumentativa que filia o Eixo Teórico da AEP à Epistemologia de Thomas Kuhn, e o Eixo Metodológico da AEP à Teoria da Aprendizagem Significativa. Dito isso, conclui-se a apresentação, descrição e justificativa do planejamento e da mediação da Atividade Experimental Problematizada, em seus aspectos estruturantes e configuradores (Silva, Moura, Del Pino, 2018).

1.3 Subsídios pedagógico e epistemológico

Considerando que a atuação do professor de Ciências, seja em sala de aula ou em laboratório, deriva e é influenciada por suas concepções sobre ensino e sobre Ciência, torna-se fundamental abordar aportes pedagógicos e epistemológicos, diante do compromisso em transformar ações de ensino em aprendizagem. Esses aportes devem servir como fundamentos teórico-metodológicos para o planejamento, desenvolvimento e avaliação da proposta experimental em discussão. Com esse objetivo, serão consideradas a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e a Epistemologia de Thomas Kuhn (ETK) como coerentes com a proposta de um Ensino de Ciências de domínio experimental. Busca-se com isso capacitar os alunos a gerar significados, contribuindo para a apropriação e articulação de informações na produção de conhecimento científico e significativo. Essa abordagem visa ainda fomentar uma compreensão crítica e reflexiva, com impactos na qualificação cognitiva individual, na interação social e no confronto de ideias e justificativas.

1.3.1 Subsídio pedagógico da AEP: Eixo Metodológico e Teoria da Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa, conceito central na teoria de Ausubel (aqui tratada como TAS), refere-se ao processo no qual uma nova informação é relacionada, de maneira não arbitrária e não literal, a uma rede de conhecimento específica, denominada subsunçor. Este subsunçor já existe na estrutura cognitiva do aprendiz, caracterizada por seu conjunto de conhecimentos e organização. Conforme Moreira e Masini (1982, p. 23), na estrutura cognitiva do sujeito que aprende “[...] devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material é relacionável”. O subsunçor, que pode ser um conceito ou ideia preexistente, atua como ancoradouro para a nova informação, proporcionando-lhe sentido e conferindo-lhe um novo significado para o aprendiz. Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando ideias, conceitos ou proposições adicionais, consideradas relevantes e inclusivas, estão presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, servindo como ponto de ancoragem para o novo conhecimento desejado (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978; MOREIRA, 2006).

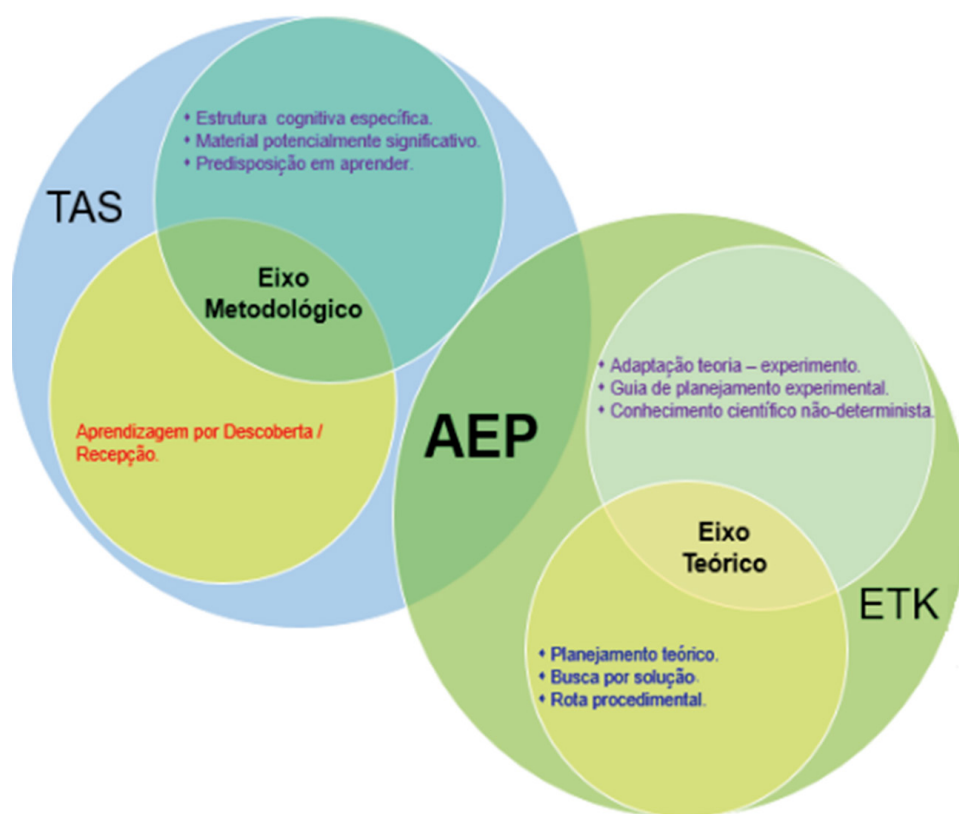
A TAS implica numa interação entre os novos conceitos e aqueles que lhes serviram como ancoradouro, resultando na modificação de ambos. Assim, a aprendizagem considerada significativa estabelece uma interação, não apenas uma associação, entre aspectos da estrutura cognitiva do aprendiz e as novas informações, na qual esses elementos adquirem um significado efetivo e se incorporam à estrutura cognitiva modificada, atuando como pontos de fixação para tópicos futuros, mais complexos. De modo mais resumido e esquematizado, a TAS descreve a assimilação como o processo em que uma ideia (potencialmente significativa), conceito ou proposição x , é percebida sob uma ideia, conceito ou proposição preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz (subsunçor X). Após esse encontro, x e X são modificados, e como produto desse processo interativo temos x' e X' , que permanecem relacionados como coparticipantes de uma nova unidade cognitiva ($x + X \rightarrow x' + X'$). Assim, a TAS não se limita apenas ao novo significado de x' , mas também inclui a modificação da ideia inicial X' (subsunçor) (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017a-b).

1.3.2 Subsídio epistemológico da AEP: Eixo Metodológico e Epistemologia de Thomas Kuhn

O conceito central e amplamente discutido na Epistemologia de Thomas Kuhn (ETK) é paradigma. Kuhn (1998) define paradigma como tratando-se de realizações científicas reconhecidas universalmente que, por um período, oferecem problemas com soluções exemplares para uma comunidade científica. O paradigma, segundo ele, não se limita a regras específicas, mas define o objeto de investigação, os tipos de problemas, os processos heurísticos, estratégias, técnicas, instrumentos e critérios de validação e legitimação do conhecimento produzido (SACRISTÁN; GÓMEZ, 1998). Kuhn adota uma perspectiva sociológica da Ciência, em que uma comunidade de praticantes se compromete com convenções paradigmáticas e trabalha para harmonizar a natureza com o paradigma, não o contrário. Não é necessária a existência universal de regras para determinar um paradigma, mas a busca por essas regras pode ser uma fonte constante de frustração epistemológica. Kuhn argumenta que um paradigma ganha status científico ao ser mais bem-sucedido temporariamente na resolução de problemas, até que, gradualmente, seja substituído por outro mais bem preparado ou adaptado. Assim, o conhecimento científico considerado não determinista é suscetível a alterações, e não deve ser interpretado como definitivo ou imutável, alinhando-se a uma concepção epistemologicamente contemporânea do conhecimento científico (FERREIRA; SILVA; VERDEAUX, 2018).

Segundo Chalmers (1993), o paradigma incorpora um arcabouço conceitual específico, por meio do qual o mundo é visto e no qual ele é descrito, além de constituir um conjunto de técnicas experimentais e teóricas hábeis a tornar possível sua correspondência com a própria natureza. Como exemplos dessa demarcação, temos as teorias de Copérnico, Galileu, Newton, Lavoisier, Darwin, Maxwell e Einstein, que ilustram paradigmas históricos. Cada um desses paradigmas estava vinculado a uma comunidade científica específica, caracterizada como um grupo duradouro de cientistas e em acordo quanto à aceitação desse paradigma. O período de práticas científicas desse grupo é caracterizado pela realização de pesquisas fundamentadas em conquistas anteriores que foram suficientemente impactantes para atrair a adesão do grupo (GONZALES; SUTTINI; CALUZI, 2022). Nesse contexto, um resultado alcançado não pode ser categorizado como “correto” ou “incorreto”, uma vez que decorre exclusivamente das ações tomadas em sua organização empírica. Assim, “o fato é o fato”.

Ao explorar as relações entre aprendizagem e epistemologia, buscando generalidades que qualifiquem o ensino e a aprendizagem em Ciências, contribui-se para o desenvolvimento de uma concepção científica dinâmica, sem depender de um método científico único ou de uma sequência rígida de etapas. A filosofia da ETK, nesse contexto, possibilita a criação e implementação de novas estratégias de ensino, promovendo modos inovadores de abordagens técnico-científicas e multiplicidade didático-metodológica, elementos que favorecem a aprendizagem. A TAS, por sua vez, traz a dependência da criação mental à aprendizagem, levando à transposição do significado lógico em significado psicológico, tendo em vista os aspectos advindos da estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa maneira, a AEP emerge como potencialmente adequada para esse propósito, com seus pressupostos e implicações, conforme busca-se esquematizar na Figura 03, via uma síntese pelo diagrama de Venn.



Fonte: Os autores.

A AEP se distingue por uma perspectiva empírica voltada à busca por uma solução, sob marcos científicos justificáveis, ao problema que a origina. Nesse contexto, novos questionamentos e problemas podem ser levantados, incentivando professor e alunos a, coletivamente, desenvolverem análises, reflexões e novas investigações.

Referências

ANASTASIOU, L.; ALVES, L. P. Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 8. ed. Joinville: UNIVILLE, 2009.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Educational psychology: a cognitive view. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. A necessária renovação do Ensino das Ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

CHALMERS, A. F. O que é essa coisa chamada ciência, afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 1992.

ECHEVERRÍA, M. D. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (org.). A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 13–42.

FERREIRA, M.; SILVA, A. L. S.; VERDEAUX, M. F. S. Progresso e não determinismo científicos a partir de conceitos-chave da epistemologia de Thomas Kuhn. Revista Conjectura: Filosofia e Educação, v. 23, 2018.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. Química Nova, v. 27, n. 2, p. 326–331, 2004.

GANDIN, D. A prática do planejamento participativo. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

GIL PÉREZ, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 1, n. 1, p. 26–33, 1993.

GIL PÉREZ, D.; CASTRO, P. V. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 2, p. 155–163, 1996.

GIL, A. C. Metodologia do ensino superior. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43–49, 1999.

GONZALES, E. G.; SUTTINI, R. S. S.; CALUZI, J. J. Discutindo as Epistemologias de Thomas Kuhn e Ludwik Fleck: uma análise sobre o efeito fotoelétrico. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 34, p. 221–229, 2022.

HODSON, D. Uma visão crítica em relação ao trabalho prático nas aulas de Ciências. *School Science Review*, v. 71, n. 256, 1989.

KUHN, T. A estrutura das revoluções científicas. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

KUHN, T. *The road since structure*. Chicago: The University of Chicago Press, 2000.

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: UnB, 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 23–26, mai. 1995.

NICOLELIS, M. O verdadeiro criador de tudo: como o cérebro humano moldou o universo tal como o conhecemos. Lisboa: Elsinore, 2023.

PERRENOUD, P. Dez novas competências para ensinar. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SACRISTÁN, J. G.; GÓMEZ, A. I. P. Compreender e transformar o ensino. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 5, 2017.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade Experimental Problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o Ensino de Ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 3, 2015.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Subsídios pedagógicos e epistemológicos da Atividade Experimental Problematizada (AEP). *Revista de Educação, Linguagem e Literatura – REVELLI*, v. 10, n. 4, 2018.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G. Ensino Experimental de Ciências – uma proposta: Atividade Experimental Problematizada (AEP). São Paulo: Livraria da Física, 2018.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Continuum entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa na perspectiva ausubeliana e sua relação ao contexto escolar. *Di@logus*, v. 6, n. 1, p. 52–63, 2017.

Unidade 2: Aspectos Práticos

AEP nº 1

Título

Determinação da densidade de metais elementares.

Fundação Teórica

A **densidade** (ρ) é definida como a quantidade de massa (m) presente em uma unidade de volume (v) de uma substância. Em outras palavras, trata-se da razão entre a massa (em gramas) e o volume (em mililitros ou centímetros cúbicos) de um objeto. Essa relação é expressa pela seguinte fórmula:

$$\rho = m / v$$

O valor da densidade é uma propriedade física característica de cada substância, sendo amplamente utilizado para sua identificação.

Trata-se de uma grandeza intensiva, ou seja, não depende da quantidade de matéria. Isso significa que, ao dobrar a massa de um objeto, seu volume também dobra, mantendo a razão entre eles — a densidade — constante.

No entanto, a densidade varia com a temperatura, pois o volume de uma substância pode se alterar quando ela é aquecida ou resfriada. Esse efeito impacta diretamente no valor da densidade. Por isso, ao se referir a um valor de densidade, é fundamental informar a temperatura em que esse valor foi determinado. A temperatura de referência mais comum é 25 °C.

Na Tabela 01, é possível observar os valores de densidade de algumas substâncias nessa temperatura padrão.

Tabela 01. Densidades de algumas substâncias, a 25 °C.

substância	ρ (g/mL)
ar	0,001
etanol	0,79
água	1,00
etilenoglicol	1,09
ferro	7,90
ouro	19,32

Fonte: Adaptado de BROWN (2005).

Materiais:

Balança analítica
Pera de sucção
Pipetas volumétricas
Provetas

Reagentes:

Metais elementares no estado sólido: ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), estanho (Sn), alumínio (Al) e chumbo (Pb)

Pequenos fragmentos de ligas metálicas, como botões, parafusos e coberturas

Problema(s) Proposto(s):

(a) Dispomos de peças metálicas distintas para confeccionar uma estrutura de sustentação, sendo o grau de pureza o critério determinante para a escolha do metal mais adequado. Diante disso, qual dos metais disponíveis apresenta a maior pureza e, portanto, deve ser utilizado?

(b) Pretendemos analisar três ligas metálicas a fim de identificar uma composição possível e outra impossível. Supondo que cada liga seja formada pela combinação de apenas dois metais elementares, como poderíamos resolver essa questão?

Objetivo Experimental:

Por medição direta de massa e indireta de volume, determinar a densidade absoluta de fragmentos metálicos e de ligas metálicas no estado sólido.

Diretrizes Metodológicas:

1ª Parte: determinando a densidade dos metais.

Separar três amostras distintas de cada metal; com o auxílio de uma balança, determinar suas massas separadamente, anotando o resultado.

Em uma proveta, adicionar determinado volume de água, com o auxílio de uma pipeta volumétrica. Montar, dessa forma, três sistemas.

Adicionar a cada sistema a respectiva amostra do metal de massa previamente medida, observando o aumento do nível da água, o que caracteriza o volume do metal.

Determinar o quociente massa (g)/volume (cm³) para cada um dos metais.

Completar o Quadro 03, no qual são mostrados os valores teóricos para a densidade dos metais utilizados (em CNTP).

Quadro 03. Massas e volumes (mensurados) para a determinação da densidade de diferentes metais.

metal	m1	m2	m3	V1	V2	V3	d1	d2	d3	d.m	d	%
	(g)			(cm ³)			(g/cm ³)					%
Fe											7,88	
Cu											8,96	
Zn											7,14	
Sn											7,30	
Al											2,70	
Pb											11,3	

Fonte: Os autores.

- 2ª Parte: determinando a densidade das ligas.

Separar três amostras distintas de cada liga; com o auxílio de uma balança, determinar suas massas separadamente, anotando o resultado.

Em uma proveta, adicionar determinado volume de água, com o auxílio de uma pipeta volumétrica. Montar, dessa forma, três sistemas.

Adicionar a cada sistema a respectiva amostra da liga metálica de massa previamente medida, observando o aumento do nível da água, o que caracteriza seu volume.

Determinar o quociente massa (g)/volume (cm³) para cada uma das ligas.

Completar o Quadro 04 (poderão ser utilizadas outras ligas metálicas disponíveis).

Quadro 04. Massas e volumes (mensurados) para a determinação da densidade de diferentes ligas.

				composição	
liga metálica	massa (g)	volume (cm ³)	densidade (g/cm ³)	possível	impossível
parafuso					
botão					
cobertura					

Questões Sugeridas:

1. Realizar os cálculos de densidade para cada metal utilizado.
2. Montar uma tabela comparativa entre os resultados encontrados e os expressos na Tabela Periódica.
3. Calcular os erros percentuais nos valores obtidos de densidade.
4. Apresentar hipóteses que justifiquem tais erros.

Referências

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012, p. F8.

BROWN, T. L.; LEMAY Jr, H. E.; BURSTEN, B. E. *Química: a ciência central*. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005, p. 15.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. *Química geral e reações químicas*. v. 1, 6ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009, p. 18-19.

- 2ª Parte: determinando a densidade das ligas.

Separar três amostras distintas de cada liga; com o auxílio de uma balança, determinar suas massas separadamente, anotando o resultado.

Em uma proveta, adicionar determinado volume de água, com o auxílio de uma pipeta volumétrica. Montar, dessa forma, três sistemas.

Adicionar a cada sistema a respectiva amostra da liga metálica de massa previamente medida, observando o aumento do nível da água, o que caracteriza seu volume.

Determinar o quociente massa (g)/volume (cm³) para cada uma das ligas.

Completar o Quadro 04 (poderão ser utilizadas outras ligas metálicas disponíveis).

Quadro 04. Massas e volumes (mensurados) para a determinação da densidade de diferentes ligas.

				composição	
liga metálica	massa (g)	volume (cm ³)	densidade (g/cm ³)	possível	impossível
parafuso					
botão					
cobertura					

Questões Sugeridas:

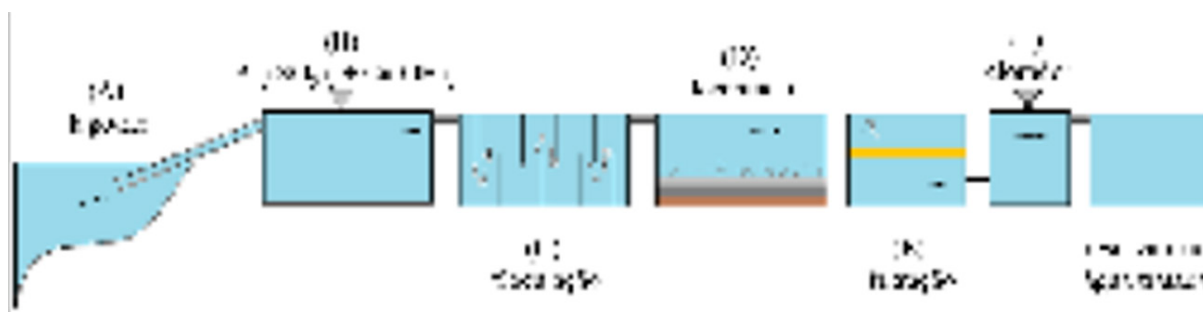
1. Realizar os cálculos de densidade para cada metal utilizado.
2. Montar uma tabela comparativa entre os resultados encontrados e os expressos na Tabela Periódica.
3. Calcular os erros percentuais nos valores obtidos de densidade.
4. Apresentar hipóteses que justifiquem tais erros.

Título

Tratamento da água potável

Fundação Teórica

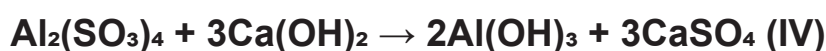
A água, apesar de ser abundante em todo o planeta (cerca de 70% de sua superfície), tem se tornado muito escassa. Isso porque, do total de água disponível, apenas 3% é água doce, sendo que, desses, 2,6% estão congelados. Isto é, apenas 0,4% do total dos recursos hídricos do planeta é água doce disponível, presente em lagos, rios e depósitos subterrâneos. Dentre os principais motivos da escassez de água potável estão o seu não tratamento após o uso e a contaminação de lagos e rios por lixo e rejeitos industriais. Em uma estação de tratamento para obtenção de água potável, são utilizados processos físicos e químicos, dependendo da etapa do procedimento, como pode ser observado na Figura 04.



De acordo com a Figura 04, a primeira etapa (A) em uma estação de tratamento de água consiste em obter a água a ser tratada de alguma fonte, tais como rios e lagos. Em seguida, a água é captada em um tanque (B), onde são adicionados sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio, que reagem entre si para a formação do hidróxido de alumínio (Equação IV), o qual atuará como agente floculante, pois apresenta aparência de gel e é pouco solúvel em água (C).

De acordo com a Figura 04, a primeira etapa (A) em uma estação de tratamento de água consiste em obter a água a ser tratada de alguma fonte, tais como rios e lagos. Em seguida, a água é captada em um tanque (B), onde são adicionados sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio, que reagem entre si para a formação do hidróxido de alumínio (Equação IV), o qual atuará como agente floculante, pois apresenta aparência de gel e é pouco solúvel em água (C).

Em outro tanque, ocorre a decantação do gel formado, que arrasta consigo, para o fundo do tanque, as impurezas e partículas em suspensão na água (D). Depois, a água é direcionada para o tanque de filtração (E), o qual possui uma camada filtrante composta por areia fina, areia grossa, cascalho e carvão ativado. Em outro reservatório, a água recebe a cloração (F), ou seja, a adição de pequena quantidade de cloro (Cl_2), com o objetivo de eliminar micro-organismos patogênicos. Além disso, nessa etapa também são adicionadas pequenas quantidades de fluoreto de sódio (NaF), que auxilia no combate às cáries dentárias. Por fim, a água tratada é acondicionada em um reservatório, no qual são realizados testes de pH, aparência, porcentagem de resíduos sólidos, entre outras análises, a fim de verificar sua potabilidade.



Nesta AEP, são propostos procedimentos físicos e químicos para o tratamento de pequenas amostras de água, sob uma perspectiva de aproximação àqueles utilizados em uma estação de tratamento convencional.

Fundamentação Teórica:

- Areia
- Balança analítica
- Béqueres de 50 mL
- Gaze
- Papéis filtros
- Pedras pequenas
- Sistema de filtração simples

Reagentes:

- Carvão
- Hidróxido de sódio (NaOH) em solução aquosa grosseira
- Sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) sólido

Problema(s) Proposto(s):

Para a potabilidade da água, são necessários procedimentos iniciais capazes de torná-la límpida e cristalina. Para tanto, podemos utilizar processos de natureza física e processos de natureza química. Ambos possuem a mesma eficiência? Por quê?

Objetivo Experimental:

Realizar procedimentos de filtração e de decantação para limpeza da água barrenta.

Diretrizes Experimental:

- 1ª Parte: filtrando a água.

Filtrar um pouco de água barrenta apenas em papel filtro.

Observar seu aspecto antes e após o procedimento.

Observar que as partículas são minúsculas a ponto de atravessá-lo.

Entretanto, outro sistema de filtração pode ser utilizado com melhores resultados.

- 2ª Parte: filtrando novamente a água.

Preparar um filtro de água como o utilizado pelas estações de tratamento (Figura 5).

Em um funil, estender gaze ou papel filtro, de modo que acompanhe sua forma interna.

Colocar no fundo uma camada de pequenas pedras, sobre elas uma camada média de areia fina molhada e, finalmente, uma última camada de carvão em pó, não muito fino, para evitar que passe através dos poros da gaze ou do papel filtro..

- Preparar um pouco de água barrenta e filtrá-la através desse filtro. Verificar seu aspecto anterior e posterior ao procedimento.

- Ainda temos uma água turva. Nas estações de tratamento de água, usa-se comumente um procedimento químico, e não físico.



Figura 05. Modelo de um sistema de filtração de água. Fonte: Os autores.

- 3ª Parte: decantando as impurezas da água

Adicionar a 50 mL de água barrenta 2 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Agitar o sistema e adicionar ao mesmo NaOH em solução aquosa grosseira, paulatinamente, até que se forme um precipitado gelatinoso de hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$).

Depois de formado o precipitado, agitar lentamente o sistema com um bastão de vidro. Observar como as partículas de terra vão se aderindo às micelas de $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Manter o sistema em repouso e observar a decantação das impurezas.

QUESTÕES SUGERIDAS

Prever anteriormente a massa a ser adicionada de NaOH conforme reação química com $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Para isso, demonstre o cálculo estequiométrico envolvido e a reação de dupla troca, com formação do $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Qual é o processo que faz com que as partículas de hidróxido de alumínio se adiram às impurezas?

Conforme a equação química, qual é a massa necessária de NaOH ao utilizar-se 2 kg de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ em uma estação de tratamento?

Qual é a relação estequiométrica entre o NaOH e o $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$? No que essa relação interfere nas massas empregadas desses reagentes?

Referências

GALVES JÚNIOR, J. C.; GOÉS, D. T.; LIEGL, R. Enciclopédia do estudante: química pura e aplicada. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2008, p. 163-164.

MERCADANTE, C.; FAVARETTO, J. A. Biologia: volume único. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 1999, p. 60-62.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. Química: volume único. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003, p. 41-42.

Título

Fenômenos físicos e fenômenos químicos

Fundação Teórica

Quando substâncias se reúnem sem que tenha havido uma reação química, ou seja, sem que tenha se formado um novo composto, dizemos que temos uma mistura; cada um dos componentes conserva suas propriedades originais e, por outro lado, pode-se separar os seus componentes por processos físicos. Entretanto, quando uma nova substância é formada, temos um processo, ou um fenômeno, químico. Assim, podemos estudar a matéria por meio de fenômenos físicos e químicos. Fenômenos físicos (ou misturas) são caracterizados pela conservação da composição da matéria e pela reversibilidade do processo. Uma vez que não há alteração da matéria, esta pode ser recuperada em seus componentes individuais. Assim, toda mudança de fase representa um exemplo de fenômeno físico. Fenômenos químicos (ou reações químicas) são caracterizados pela transformação da matéria e pela irreversibilidade do processo. Uma vez ocorrida a reação, tem-se um sistema distinto do inicial, com formação de novas substâncias, o qual não poderá ser "recuperado" por nenhum processo físico. Assim, uma combustão representa um exemplo de fenômeno químico.

Materiais:

- Balança analítica
- Béqueres de 50 mL
- Conjunto tripé, tela de amianto e bico de Bunsen
- Funil de separação
- Pinça metálica
- Provetas de 50 mL
- Tubos de ensaio e respectiva grade
- Vidros de relógio

Reagentes:

- Ácido clorídrico (HCl) em solução grosseira
- Cloreto de amônio (NH_4Cl) líquido
- Cloreto de sódio (NaCl) sólido
- Enxofre (S_8) sólido
- Gasolina
- Hidróxido de sódio (NaOH) em solução grosseira
- Iodeto de potássio (KI) sólido
- Nitrato de chumbo ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) sólido
- Nitrato de prata (AgNO_3) sólido

Problema(s) Proposto(s):

Uma transformação química da matéria é denominada reação química. Experimentalmente, por exemplo, tem-se uma reação química ao se adicionar um comprimido efervescente em água. Nesse caso, o desprendimento gasoso evidencia a natureza desse processo. Sendo assim, quais podem representar outras evidências de reações químicas?

Objetivo Experimental:

Realizar transformações físicas e químicas da matéria.

Diretrizes Metodológicas:

- 1ª Parte: exemplificando fenômenos físicos.

a) Solução sólido × líquido:

- Em 20 mL de água, solubilizar 5 g de cloreto de sódio (sal de cozinha) em um copo de béquer de 50 mL.
- Anotar as massas do copo de béquer vazio, apenas com água e com a solução.
- Aquecer o sistema até a evaporação completa da água.
- Medir a massa novamente do sistema e anotar observações.

b) Solução líquido × líquido:

- Em uma proveta, adicionar 10 mL de gasolina.
- Em uma segunda proveta, adicionar o mesmo volume de água.
- Misturar os líquidos em um funil de separação e agitar.
- Decantar a mistura nas mesmas provetas, separando os líquidos e observando a extração do álcool pela água.

c) Mistura heterogênea:

- Adicionar a 20 mL de água 1 g de enxofre em um copo de béquer de 50 mL.
- Agitar o sistema.
- Através de uma filtração simples, separar os componentes da mistura.
- Com o auxílio de uma pinça, medir a massa do papel filtro.
- Após a filtração, medir novamente a massa do papel filtro, observando a massa de água retida.
- Evaporar a água residual do papel filtro sobre uma tela de amianto.
- Medir a massa do sistema novamente

- 2ª Parte: exemplificando fenômenos químicos.

a) Reação entre nitrato de chumbo e iodeto de potássio:

- Colocar 1 mL de solução grosseira de nitrato de chumbo em um tubo de ensaio.
- Adicionar a este 1 mL de solução grosseira de iodeto de potássio. Agitar o sistema e observar.
- Separar o precipitado por filtração e acondicioná-lo em frasco apropriado.

b) Reação entre ácido clorídrico e nitrato de prata:

- Em um tubo de ensaio, colocar 1 mL de ácido clorídrico diluído.
 - Acrescentar ao mesmo 1 mL de nitrato de prata em solução grosseira. Observar as transformações.
 - Expor o precipitado à luz e observar eventuais transformações.
- Separar o precipitado por filtração e acondicioná-lo em frasco apropriado.

c) Reação entre cloreto de amônio e hidróxido de sódio:

- Em um tubo de ensaio, colocar 1 mL de cloreto de amônio em solução grosseira.
- Acrescentar ao mesmo 1 mL de hidróxido de sódio em solução grosseira.
- Observar as transformações (desprendimento de amônia gasosa).

Questões sugeridas:

- Quais são as principais diferenças teóricas entre fenômenos físicos e químicos? E experimentais?
- Quais são as principais evidências da ocorrência de reações químicas? Quais foram observadas nos experimentos?
- Equacionar todas as reações químicas ocorridas, compondo uma tabela com denominações funcionais.
- Explicar a extração do álcool da gasolina pela água.

- Conforme sua natureza, identificar FF (fenômeno físico) e FQ (fenômeno químico) para os fenômenos abaixo:

- () Combustão do metal magnésio.
- () Respiração humana na decomposição do O_2 .
- () Fotossíntese.
- () Emissão de um raio laser.
- () Estrelar um ovo.
- () Dilatar uma barra de ferro.
- () Reagir zinco com ácido clorídrico.
- () Misturar água com cloreto de sódio.
- () Sublimar o iodo.
- () Mudar um feixe de luz vermelha para luz azul.
- () A queima de gasolina nos motores dos carros.
- () Digestão dos alimentos ingeridos.
- () Acender uma lâmpada.
- () Formação de ferrugem.
- () Quebra de um objeto.
- () Colocar um prego na madeira.
- () Derretimento de um iceberg.
- () Crescimento de uma planta.

Referências

FELTRE, R. Química: Química geral. v. 1, 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004, p. 5-7.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. Química: volume único. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003, p. 14-15.

Título

Reações químicas

Fundação Teórica

Ao observarmos a natureza à nossa volta, vemos que grande parte dos fenômenos identificados são químicos, ou seja, ocorrem através de reações químicas, que vão desde a formação da ferrugem em um pedaço de ferro, a queima de combustíveis, o apodrecimento de frutas, a respiração animal, entre muitos outros exemplos. Assim, todos esses eventos são caracterizados pela transformação da matéria, em que o ferro se transforma em óxido férrico, no caso da ferrugem; combustíveis, como o etanol e a gasolina, se tornam gás carbônico e água ao serem queimados; e o oxigênio do ar que inspiramos se transforma no gás carbônico que expiramos.

Materiais:

- Conjunto tripé, tela de amianto e bico de Bunsen
- Espátula
- Etiquetas adesivas
- Fósforos de segurança
- Pinça metálica
- Prendedor de madeira
- Proveta de 10 mL
- Tubos de ensaio e respectiva grade

Reagentes:

- Ácido clorídrico (HCl) em solução aquosa grosseira
- Cloreto de bário (BaCl₂) em solução aquosa grosseira
- Dicromato de amônio ((NH₄)₂Cr₂O₇) sólido
- Magnésio (Mg) em fita ou em raspas
- Sulfato de sódio (Na₂SO₄) em solução aquosa grosseira
- Zinco (Zn) em raspas

Problema(s) Proposto(s):

Identificar e equacionar um processo de natureza química é de fundamental importância para o laboratório e para a indústria química. Para tanto, é imprescindível que se reconheçam alguns fatores empíricos capazes de evidenciar uma reação química. Quais podem representar esses fatores?

Objetivo Experimental:

Propor reações químicas sob métodos diversos, como contato entre reagentes e combustão.

Diretrizes Metodológicas:

- 1ª Parte: aquecendo o dicromato de amônio

Em um tubo de ensaio, colocar uma pequena porção de (NH₄)₂Cr₂O₇ sólido.

Com o auxílio da pinça de madeira, segurá-lo e aquecê-lo cuidadosamente na chama do bico de Bunsen, mantendo o tubo inclinado. Não direcionar o tubo na direção das pessoas.

Observar possíveis alterações no sistema e relacioná-las à Equação V.



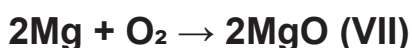
- 2ª Parte: reagindo cloreto de bário com sulfato de sódio

- Rotular dois tubos de ensaio com os números 1 e 2.
- Colocar aproximadamente 2 mL de solução aquosa de Na_2SO_4 no tubo 1 e aproximadamente a mesma quantidade de solução aquosa de BaCl_2 no tubo 2.
- Juntar o conteúdo do tubo 1 ao do tubo 2.
- Observar possíveis alterações no sistema e relacioná-las à Equação VI.



- 3ª Parte: queimando o magnésio

- Com o auxílio da pinça, segurar um pedaço de aproximadamente 1,5 cm de Mg e queimá-lo diretamente na chama de um bico de Bunsen. Cuidado! Não olhar diretamente para a chama.
- Observar possíveis alterações no sistema e relacioná-las à Equação VII.



- 4ª Parte: reagindo metais com ácido clorídrico

- Rotular dois tubos de ensaio, um para Zn (raspas) e outro para Mg (raspas).
- Colocar em cada tubo uma pequena porção do metal correspondente.
- Adicionar de 2 mL a 3 mL de solução aquosa de HCl a cada tubo.
- Observar possíveis alterações nos sistemas e relacioná-las às Equações VIII e XIX.



- Observação: esse procedimento não é uma dissolução do metal em ácido, e sim uma reação química, pois em uma dissolução não ocorre alteração das substâncias.

Questões Sugeridas:

- Citar os aspectos físicos de cada um dos sistemas tratados, antes, durante e após o fenômeno químico.
- Considerando todas as reações químicas propostas, identificar quais são reações de síntese e quais podem ser classificadas de outra forma.
- Quais foram, em cada caso, as evidências da ocorrência de reações químicas?

Pesquisar:

- (a) Como é obtida a maior parte do cloreto de sódio (sal de cozinha) utilizado cotidianamente?
- (b) Onde pode-se encontrar ferro metálico na natureza?
- (c) O HCl puro é um gás conhecido como cloreto de hidrogênio. A diluição dessa substância em água constitui o que chamamos de ácido clorídrico. Quais são as matérias-primas empregadas na obtenção do cloreto de hidrogênio?
- Todos os metais reagem, sob condições ambientes, com o ácido clorídrico em solução? Justifique.
- Por que não se deve armazenar ácido clorídrico em recipientes metálicos?

Referências

FELTRE, R. Química: Química geral. v. 1, 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004, p. 5-7.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. Química: volume único. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003, p. 14-15.

Título

Diluição de soluções

Fundação Teórica

Uma nova solução pode ser preparada adicionando-se solvente a uma solução mais concentrada. Esse processo é denominado diluição.

A adição do solvente provoca um aumento no volume da solução, diminuindo sua concentração; porém, a quantidade do soluto permanece constante. Portanto, o volume e a concentração de uma solução são grandezas inversamente proporcionais. Podemos prever qual será a concentração da solução após a diluição usando a seguinte expressão: $C_1V_1 = C_2V_2$, onde C_1 e V_1 representam, respectivamente, a concentração comum e o volume da solução inicial, e C_2 e V_2 representam a concentração e o volume da solução final (diluída).

No caso de outras unidades de concentração, o procedimento matemático é equivalente. Por exemplo, $M_1V_1 = M_2V_2$ no caso da concentração molar, e $N_1V_1 = N_2V_2$ no caso da concentração normal.

Materiais:

- Balança analítica
- Balão volumétrico de 100 mL e de 250 mL
- Bastão de vidro
- Béquer de 50 mL
- Papel absorvente
- Pera de sucção
- Pipeta volumétrica de 2 mL
- Tubos de ensaio e respectiva grade

Reagentes:

- Sulfato de cobre penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) sólido

Problema(s) Proposto(s):

A redução da concentração de uma solução por acréscimo de solvente, ou seja, a diluição de soluções, é de fundamental importância ao laboratório e à indústria química. Ao se necessitar de uma nova solução, recomenda-se, inicialmente, verificar a existência de uma solução desse soluto em uma concentração maior do que a necessária, sendo que o processo de diluição é, na maioria das vezes, preferível à preparação de uma nova solução. Sendo assim, como devemos proceder para obter 100 mL de uma solução de cloreto de sódio de concentração 0,01 g/L a partir de uma solução desse sal à concentração de 1 mol/L?

Objetivo experimental:

Preparar e diluir, sucessivamente, uma solução aquosa de sulfato de cobre penta-hidratado.

Diretrizes Metodológicas:

- 1ª parte: preparando 250 mL de uma solução aquosa 0,1 mol/L de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
 - Realizar os devidos cálculos para a preparação da solução supracitada.
 - Medir a massa correspondente do sal para a preparação da solução em vidro de relógio ou copo de bquer de 50 mL.
 - Transferir essa massa a um balão volumétrico, conforme a concentração e o volume a serem preparados da solução. Utilizar, para isso, papel em forma de cone.
 - Adicionar água destilada ao soluto até solubilizá-lo completamente.
 - Com o auxílio de uma pisseta, completar o volume do balão.
 - Secar internamente o gargalo do balão com papel absorvente e bastão de vidro.
 - Agitar o balão em movimentos verticais, 12 vezes.
 - Rotular a solução preparada, conforme modelo proposto na AEP nº 12 (Figura 20).

- 2ª parte: diluindo sucessivamente a solução preparada

- Retirar da solução preparada, com o auxílio de uma pipeta, 5 mL e transferir esse volume a um tubo de ensaio, acrescentando o mesmo volume de água. Homogeneizar a solução.
- Repetir este procedimento até que se tenham seis tubos de ensaio sucessivos com o mesmo sal e diferentes valores de concentração.
- Observar diferenças de coloração entre os tubos de ensaio (soluções).
- Calcular as concentrações molares em todos os sistemas pela expressão $M_1V_1 = M_2V_2$.
- Determinar as concentrações dos seis sistemas, em g/L e ppm.

- 3ª parte: obtendo outras unidades de concentração por diluição

A partir da solução inicial de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 mol/L, realizar os cálculos necessários e os procedimentos-padrão para obtenção de:

- 100 mL de uma solução 0,023 mol/L do mesmo sal
- 100 mL de uma solução 7,3 g/L do mesmo sal
- 100 mL de uma solução 7000 ppm do mesmo sal

Questões Sugeridas:

- O sulfato de cobre anidro apresenta-se como um sólido incolor; o penta-hidratado trata-se de um sólido de coloração azul (ambos os casos, em CNTP). Explique essa diferença.
- Sob a forma de quadro, represente os cálculos utilizados nesta AEP.
- A uma amostra de 100 mL de NaOH de concentração 20 g/L foi adicionada água suficiente para completar 500 mL de solução. Qual é a concentração, em g/L, resultante?
- Se adicionarmos 80 mL de água a 20 mL de uma solução 0,1 mol/L de KOH, obteremos uma solução de concentração molar igual a quanto?

Referências

FELTRE, R. Química: Química geral. v. 1, 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004, p. 5-7.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. Química: volume único. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003, p. 14-15.

Título

Funções inorgânicas

Fundação Teórica

As substâncias químicas podem ser divididas em dois grandes grupos: as orgânicas e as inorgânicas, sendo este último caracterizado por não apresentar o elemento carbono em sua estrutura. Por sua vez, as substâncias orgânicas são todas aquelas que apresentam carbono, com exceção do dióxido de carbono, monóxido de carbono, grafite, diamante, ácido carbônico, ácido cianídrico, sais carbonatos e sais cianetos, que são considerados inorgânicos.

A química inorgânica divide-se em quatro classes, ou funções inorgânicas, cujas características e propriedades se assemelham. Elas são: ácidos, bases, sais e óxidos.

Os ácidos são caracterizados por apresentar sabor azedo; quando dissolvidos em água, liberam prótons (H^+), reduzindo o valor de pH (em 7 para a água pura).

Exemplo: HCl , ácido clorídrico.

As bases possuem sabor adstringente; quando dissolvidas em água, liberam ânions hidroxila (HO^-), aumentando o pH de 7.

Exemplo: $NaOH$, hidróxido de sódio.

Os sais são compostos iônicos contendo um cátion oriundo de uma base e um ânion proveniente de um ácido.

Exemplo: $NaCl$, cloreto de sódio.

Os óxidos são compostos binários contendo o elemento oxigênio como mais eletronegativo e outro elemento químico qualquer (com exceção do flúor).

Exemplo: CO_2 , dióxido de carbono.

Além disso, os óxidos podem ser classificados em óxidos ácidos ou óxidos básicos, pois podem reagir com água, formando soluções ácidas e básicas, respectivamente.

Exemplo de óxido ácido: SO_3 , trióxido de enxofre.

Exemplo de óxido básico: CaO , óxido de cálcio.

Pode-se, experimentalmente, identificar as quatro funções inorgânicas descritas com relativa precisão, em procedimentos laboratoriais corriqueiros, por elas se comportarem de modo distinto sob algumas técnicas e manipulações.

Por exemplo:

- Ácidos liberam gás hidrogênio ($\text{H}_2(\text{g})$) quando em presença de metal mais reativo que o hidrogênio
- Bases fortes tornam a solução vermelha quando em presença do indicador fenolftaleína
- Sais facilmente dão origem a reações de precipitação quando reagem entre si e apresentam metais pesados em sua constituição

Materiais:

- Béquer de 50 mL
- Canudo de refrigerante
- Fita medidora de pH
- Fósforos de segurança
- Pera de sucção
- Pipetas graduadas
- Tubos de ensaio e respectiva grade

Reagentes:

- Ácido clorídrico (HCl) em solução aquosa a 3 mol/L
- Hidróxido de sódio (NaOH) em solução aquosa a 3 mol/L
- Ferro (Fe) pulverizado
- Fenolftaleína a 1%
- Nitrato de prata (AgNO_3) em solução aquosa grosseira

Problema(s) Proposto(s):

A identificação experimental das funções inorgânicas é uma importante habilidade do químico. Ao se dispor de uma amostra desconhecida, representativa de uma substância inorgânica, de quais recursos podemos utilizar para identificá-la como pertencente a um ácido, uma base, um sal ou um óxido?

Objetivo experimental:

Realizar procedimentos experimentais tendo-se como reagentes principais compostos representativos das funções químicas inorgânicas.

Diretrizes metodológicas

- 1ª parte: trabalhando com ácidos

- Em um tubo de ensaio, adicionar 5 mL de solução aquosa de HCl a 3 mol/L.
- Adicionar a este uma pequena porção de limalha de ferro.
- Observar o desprendimento de $H_2(g)$ e testar sua inflamabilidade com um palito de fósforo em brasa colocado sobre a abertura do tubo. Cuidado nessa etapa!

- 2ª parte: trabalhando com bases

- Em um tubo de ensaio, adicionar 5 mL de solução aquosa de NaOH a 3 mol/L.
- Fazer uma leitura do pH dessa solução.
- Adicionar a esta 3 gotas de fenolftaleína e observar a coloração adquirida.
- Reservar essa solução.

- 3ª parte: trabalhando com sais

- Em um tubo de ensaio, adicionar 3 mL de solução aquosa de HCl a 3 mol/L e 3 mL de solução aquosa de NaOH, de igual concentração.
- Agitar o sistema.
- Dividir a solução formada em três partes iguais, utilizando outros dois tubos de ensaio.
- No primeiro tubo, acrescentar limalha de ferro à solução e observar.
- No segundo tubo, adicionar 2 gotas de fenolftaleína e observar.
- No terceiro tubo, adicionar 2 mL de solução aquosa grosseira de $AgNO_3$ e observar a precipitação de cloreto de prata ($AgCl$).

- 4ª parte: trabalhando com óxidos

- Retirar 1 mL da solução reservada (rósea) e transferi-la para um béquer de 50 mL.
- Diluir a solução ao fator 1×50, ou até obtenção de uma coloração levemente rósea.
- Com o auxílio de um canudo de refrigerante, soprar na solução formada até desaparecimento da coloração.

Questões sugeridas:

- Representar as reações observadas nos experimentos por meio de equações.
- Montar uma tabela informando como as funções inorgânicas podem ser teoricamente identificadas através de suas fórmulas moleculares.
- Montar uma tabela informando como as funções inorgânicas podem ser experimentalmente identificadas.
- Por que o ferro reage com o HCl em solução, liberando $H_2(g)$? Como se classifica essa reação?
- Qual é o gás exalado pelo organismo humano e por que ele alterou o pH da solução no experimento envolvendo os óxidos?
- Pesquisar:
 - (a) Regras de nomenclatura, classificações e propriedades para as funções inorgânicas.
 - (b) Principais ácidos, bases, sais e óxidos presentes no cotidiano e no meio industrial.

Referências

ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012, p. F22.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. Química geral e reações químicas. v. 1, 6ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009, p. 158-161.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. Química: volume único. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003, p. 71-92.

Título

Principais reações da química inorgânica

Fundação Teórica

Como vimos na AEP anterior, os compostos inorgânicos são classificados de acordo com suas funções. Assim, conforme suas características, podem reagir entre si por meio de quatro principais tipos de reações, sendo essas classificadas como síntese, análise, deslocamento ou dupla troca.

Na reação de síntese ou de adição, temos dois ou mais reagentes formando um único produto ou produtos de menor complexidade.

Exemplo: $A + B \rightarrow C$

A reação de análise ou decomposição é caracterizada pela decomposição de um único reagente, ou de reagentes de maior complexidade, em dois ou mais produtos, ou em um produto de menor complexidade.

Exemplo: $A \rightarrow B + C$

Na reação de simples troca, substituição ou deslocamento, ocorre a troca de apenas um íon entre dois reagentes, formando-se dois produtos distintos.

Exemplo: $AB + C \rightarrow AC + B$ ou $AB + C \rightarrow CB + A$

Por sua vez, na reação de dupla troca, como o próprio nome sugere, ocorre a troca de dois íons entre os reagentes participantes, formando dois produtos distintos.

Exemplo: $AB + CD \rightarrow AD + BC$ ou $AB + CD \rightarrow AC + BD$

Com relação à natureza inorgânica de reagentes e produtos, as principais reações específicas da química inorgânica estão descritas abaixo:

- (1) ácido + base $\rightarrow$ sal + água
- (2) ácido + óxido básico $\rightarrow$ sal + água
- (3) ácido₁ + sal₁ $\rightarrow$ ácido₂ + sal₂
- (4) ácido + metal $\rightarrow$ sal + H₂
- (5) óxido básico + água $\rightarrow$ base
- (6) base₁ + sal₁ $\rightarrow$ base₂ + sal₂
- (7) base + óxido ácido $\rightarrow$ água + sal
- (8) óxido ácido + óxido básico $\rightarrow$ sal
- (9) óxido ácido + água $\rightarrow$ ácido
- (10) metal + água $\rightarrow$ base

Verifica-se, desse modo, que muitas reações da química inorgânica obedecem a um padrão de previsibilidade no que se refere a reagentes e produtos.

Materiais:

- Balança analítica
- Béquer de 100 mL
- Cadinho de porcelana
- Conjunto tripé, tela de amianto e bico de Bunsen
- Imã
- Tubos de ensaio e respectiva grade

Reagentes:

- Carbonato de cálcio (CaCO₃) sólido
- Enxofre (S₈) sólido
- Ferro (Fe) em limalha
- Hidróxido de sódio (NaOH) em solução aquosa grosseira
- Sulfato de alumínio (Al₂(SO₄)₃) em solução aquosa grosseira
- Sulfato de cobre penta-hidratado (CuSO₄·5H₂O) em solução aquosa grosseira
- Zinco (Zn) em placas

Problema(s) Proposto(s):

As reações da química inorgânica obedecem a padrões teóricos bem definidos, admitindo classificações e subclassificações de acordo com determinados critérios. No entanto, experimentalmente, nem sempre podemos identificar essas demarcações teóricas com facilidade.

Com relação às reações de síntese, análise, deslocamento e dupla troca, características da química inorgânica, de que forma podemos estabelecer caracterizações experimentais capazes de satisfatoriamente identificá-las?

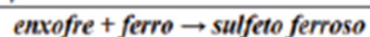
Objetivo experimental:

Propor reações inorgânicas a partir de processos experimentais, como aquecimento e contato entre reagentes.

Diretrizes metodológicas:

- 1ª parte: propondo uma reação de síntese
 - Medir 1 g de limalha de ferro e 1 g de enxofre.
 - Com o auxílio de um ímã, testar o ferromagnetismo do ferro, mesmo quando misturado ao enxofre.
 - Misturar novamente as substâncias e aquecer a mistura em um cadinho de porcelana, sobre tela de amianto.
 - Testar a inexistência de ferromagnetismo da nova substância formada.
 - Equacionar a reação no Quadro 05.

Quadro 05. Proposta de equacionamento de reação.



Fonte: Os autores.

- 2ª parte: propondo uma reação de análise

- Em um tubo de ensaio, adicionar 1 g de carbonato de cálcio sólido.
- Levar o tubo de ensaio ao aquecimento direto em bico de Bunsen, observando a formação de nova substância e o desprendimento de gás.
- Equacionar a reação no Quadro 06.

Quadro 06. Proposta de equacionamento de reação.

carbonato de cálcio → óxido de cálcio + gás carbônico

Fonte: Os autores.

- 3ª parte: propondo uma reação de deslocamento

- Em um copo de béquer de 100 mL, preparar 50 mL de uma solução aquosa grosseira de sulfato de cobre (penta-hidratado).
- Introduzir à solução uma placa de zinco, de modo que aproximadamente 50% desta fique submersa na solução.
- Observar, dentro de alguns minutos, o surgimento de um depósito avermelhado de cobre sobre a lâmina de zinco.
- Equacionar a reação no Quadro 07.

Quadro 07. Proposta de equacionamento de reação.

sulfato de cobre + zinco → sulfato de zinco + cobre

Fonte: Os autores.

- 4ª parte: propondo uma reação de dupla troca

- Em um tubo de ensaio, adicionar 2 mL de solução aquosa grosseira de hidróxido de sódio.
- Repetir a operação em outro tubo, adicionando solução aquosa grosseira de sulfato de alumínio.
- Em um dos tubos, misturar as duas soluções e observar a floculação seguida por precipitação de hidróxido de alumínio.
- Equacionar a reação no Quadro 08.

Quadro 08. Proposta de equacionamento de reação.

hidróxido de sódio + sulfato de alumínio → hidróxido de alumínio + sulfato de sódio

Fonte: Os autores.

Questões sugeridas:

1 - Representar um exemplo teórico para cada uma das equações genericamente propostas abaixo:

- (a) ácido + base $\rightarrow$ sal + água
- (b) ácido + óxido básico $\rightarrow$ sal + água
- (c) ácido₁ + sal₁ $\rightarrow$ ácido₂ + sal₂
- (d) ácido + metal $\rightarrow$ sal + H₂
- (e) óxido básico + água $\rightarrow$ base
- (f) base₁ + sal₁ $\rightarrow$ base₂ + sal₂
- (g) base + óxido ácido $\rightarrow$ água + sal
- (h) óxido ácido + óxido básico $\rightarrow$ sal
- (i) óxido ácido + água $\rightarrow$ ácido
- (j) metal + água $\rightarrow$ base

2 - Como pode-se evidenciar a ocorrência das reações químicas experimentalmente trabalhadas?

3 - Pesquisar e aprofundar conceitos em reações inorgânicas de síntese, análise, deslocamento e dupla troca.

Com base nas equações químicas abaixo:

- (a) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- (b) $\text{BaO} + \text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- (c) $\text{K}_2\text{O}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2$
- (d) $\text{SrO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{SrCO}_3$
- (e) $\text{NaH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- (f) $\text{KOH} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- (g) $\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2$
- (h) $\text{Br}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
- (i) $\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2$
- (j) $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- (l) $\text{HCl} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr} + \text{Cl}_2$
- (m) $\text{HNO}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

4 - Classificar as equações apresentadas como reações de síntese, análise, deslocamento ou dupla troca.

5 - Ajustar os coeficientes das equações para que fiquem balanceadas.

6 - Identificar a função inorgânica (ácido, base, sal ou óxido) à qual pertencem os reagentes e os produtos.

7 - Representar a nomenclatura dos reagentes e produtos envolvidos nas reações.

8 - Identificar quais das reações químicas apresentadas são reações de oxi-redução.

Referências

FELTRE, R. Química: Química geral. v. 1, 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004, p. 242-245

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. Química: volume único. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003, p. 94-95.

Título

Indicadores ácido-base naturais e sintéticos

Fundação Teórica

Indicadores são substâncias químicas, líquidas ou em tiras de papel, que apresentam uma coloração A em meio ácido e uma coloração B em meio básico. Sendo assim, podem indicar o ponto de equivalência de uma reação químico-analítica ou, simplesmente, indicar o pH de uma solução por meio da mudança de coloração. Porém, cada tipo de indicador tem seu ponto de viragem característico, como podemos observar na Tabela 02.

Tabela 02. Principais indicadores ácido-base utilizados e suas características.

indicador	faixa de pH da mudança de cor	cor da forma	
		Ácida	Básica
azul de timol*	1,2 – 2,8	vermelho	amarelo
alaranjado de metila	3,2 – 4,4	vermelho	amarelo
azul de bromofenol	3,0 – 4,6	amarelo	azul
verde de bromocresol	3,8 – 5,4	amarelo	azul
vermelho de metila	4,8 – 6,0	vermelho	amarelo
Tornassol	5,0 – 8,0	vermelho	azul
azul de bromotimol	6,0 – 7,6	amarelo	azul
azul de timol*	8,0 – 9,6	amarelo	azul
Fenolftaleína	8,2 – 10,0	incolor	cor-de-rosa
amarelo de alazarina R	10,1 – 12,0	amarelo	vermelho
Alazarina	11,0 – 12,4	vermelho	violeta

* Possui dois pontos de viragem. Fonte: Adaptado de ATKINS (2012).

Algumas substâncias naturais podem ser utilizadas com eficiência como indicadores químicos, como é o caso do repolho roxo, da beterraba e de pétalas de rosas vermelhas, pois apresentam moléculas denominadas antocianinas, que são responsáveis por essa propriedade.

Materiais:

- Almofariz e pistilo
- Conjunto tripé, tela de amianto e bico de Bunsen
- Frascos para armazenagem de reagentes
- Pipeta graduada ou volumétrica de 5 mL
- Pera de sucção
- Sistema para filtração comum gravitacional
- Tubos de ensaio e respectiva grade

Reagentes:

- Ácido clorídrico (HCl) em solução aquosa a 1 mol/L
- Água destilada
- Bromotimol em solução aquosa grosseira
- Chá de frutas ou flores vermelhas
- Etanol
- Fenolftaleína a 1%
- Hidróxido de sódio (NaOH) em solução aquosa a 1 mol/L
- Metilorange (alaranjado de metila) em solução aquosa grosseira
- Pétalas de rosas
- Repolho roxo

Problema(s) Proposto(s):

A identificação de substâncias ácidas e básicas pode ser feita por meio de indicadores universais, como é o caso, por exemplo, da fenolftaleína, que se apresenta incolor em meio ácido e rósea em meio básico, quando o pH da solução supera o valor de 8,2. Entretanto, podemos utilizar substâncias cotidianas com esse mesmo propósito, tais como amostras de chá, algumas espécies de flores e o repolho roxo. Sendo assim, qual deverá ser a coloração de uma limonada ao ser tratada com alguns mililitros de uma solução alcoólica de repolho roxo?

Objetivo experimental:

Produzir indicadores ácido-base e testar indicadores diversos em soluções de ácidos e de bases.

Diretrizes metodológicas:

- 1ª parte: preparando os indicadores

- Separadamente, macerar em almofariz algumas pétalas de rosas e folhas de repolho roxo.
- Adicionar alguns mililitros de álcool aos sistemas e filtrá-los.
- Armazenar os indicadores em frascos apropriados.
- Extrair, em meio aquoso e a quente, os pigmentos das amostras de chá e armazená-los.
- Formar-se-ão, assim, três indicadores naturais.

- 2ª parte: testando os indicadores

- Dispor, em uma grade, seis tubos de ensaio em uma linha e seis tubos de ensaio em outra, identificando-os.
- Adicionar a cada um dos tubos de ensaio da primeira linha 5 mL de solução aquosa de HCl a 1 mol/L.
- Aos tubos da segunda linha, repetir o procedimento utilizando uma solução aquosa de NaOH a 1 mol/L.
- Utilizando sempre duas gotas, adicionar o mesmo indicador, respectivamente, a uma amostra ácida e a uma amostra básica.
- Dessa forma, utilizar os seis indicadores (três sintéticos e os três produzidos).
- Verificar e anotar a coloração obtida pelas soluções no Quadro 09.

Quadro 09. Coloração obtida com o uso de diferentes indicadores ácido-base.

	fenolftaleína	azul de bromotimol	metilorange	pétalas de rosas	repolho roxo	amostra de chá
ácido						
base						

Fonte: Os autores.

- 3ª parte: identificando uma amostra desconhecida

- Retirar 5 mL de uma amostra de natureza ácido/básica desconhecida e transferi-la para um tubo de ensaio.
- Realizar testes, com pelo menos 3 indicadores distintos, para identificá-la quanto a pertencer à função ácido ou base.

Questões sugeridas:

- 1- Todos os indicadores mostraram-se eficientes na identificação da acidez ou basicidade? Caso a resposta seja negativa, informe o motivo.
- 2- A fenolftaleína poderia ser utilizada na identificação da chuva ácida? Justifique.
- 3- Qualquer base pode ser identificada pela fenolftaleína? Explique.
- 4- Representar a estrutura química da fenolftaleína em meio ácido e em meio básico, relacionando a resposta à sua alteração de coloração.

Referências

ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012, p. 492-493.

BROWN, T. L.; LEMAY Jr, H. E.; BURSTEN, B. E. Química: a ciência central. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005, p. 575.

Título

Reatividade química

Fundação Teórica

Na Química, a reatividade de uma substância está relacionada com a sua capacidade de reagir na presença de outras substâncias. De forma geral, essa tendência depende de grandezas termodinâmicas e/ou cinéticas, mas qualitativamente podemos constata-la. A reatividade química dos metais varia com a eletropositividade, logo, quanto mais eletropositivo for o elemento, mais reativo será o metal. Os metais mais reativos são aqueles que possuem grande tendência a perder elétrons, formando íons positivos (cátions) com maior facilidade.

Por exemplo, colocando-se uma lâmina de ferro em uma solução de sulfato de cobre (II) (coloração azul), verifica-se que esta fica recoberta por uma camada de um metal avermelhado (o cobre). Por outro lado, a solução torna-se amarela (solução de sulfato de ferro II).

Ocorre, portanto, uma reação química, que pode ser representada pela Equação XVI:



A partir dessas constatações, verifica-se que o ferro é mais reativo do que o cobre, pois desloca-o de seu composto, dando origem a um sal ferroso. Por meio de reações desse tipo, colocam-se os metais em ordem decrescente de reatividade química, o que é mostrado no Quadro 10.

Quadro 10. Ordem decrescente de reatividade de alguns metais da tabela periódica.

(+) K>Ba>Ca>Na>Mg>Al>Zn>Fe>H> Cu>Hg>Ag>Au (-)

Fonte: Adaptado de FELTRE (2004).

A reatividade química dos não-metais varia com a eletronegatividade; logo, quanto mais eletronegativo for o elemento, mais reativo será o não-metal. Os não-metais mais reativos são aqueles que possuem grande tendência a receber elétrons, formando, assim, íons negativos (ânions) com maior facilidade.

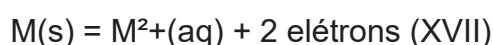
Os não-metais também podem ser organizados de acordo com sua reatividade, conforme é mostrado no Quadro 11.

Quadro 11. Ordem decrescente de reatividade de alguns não-metais da tabela periódica.

(+)F>O>N>Cl>Br>I>S>C>P(-)
--

Fonte: Adaptado de FELTRE (2004).

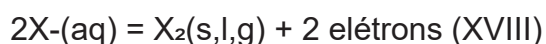
Na primeira parte desse experimento, serão observadas algumas reações de oxirredução que envolvem metais e íons metálicos. Analisando os resultados, poderá ser determinada qualitativamente a força relativa dos metais como agentes redutores (tendência de perder elétrons, ou seja, se oxidar) e dos íons metálicos como agentes oxidantes (tendência de ganhar elétrons, ou seja, se reduzir). A equação genérica envolvida nesse processo está representada na Equação XVII (para metais bivalentes):



Na segunda parte desse experimento, será proposta uma comparação semelhante referente ao poder oxidante relativo de três elementos não metálicos do grupo 17 da Tabela Periódica (halogênios): cloro, bromo e iodo.

Neste caso, será determinado qual molécula (Cl_2 , Br_2 ou I_2) é capaz de remover elétrons dos íons haleto (Cl^- , Br^- e I^-), dispondo-os em ordem crescente de facilidade de oxidação.

A semi-equação entre íons haleto e o halogênio elementar, em sua forma genérica, é mostrada na Equação XVIII:



Portanto, verifica-se uma reação de deslocamento, tanto com relação à reatividade metálica (associada à eletropositividade), como com relação à reatividade não metálica (associada à eletronegatividade).

Materiais:

- Béquer de 50 mL
- Pera de sucção
- Pipetas graduadas
- Rolhas para tubos de ensaio
- Tubos de ensaio e respectiva grade

Reagentes:

- Água de bromo
- Água de cloro
- Brometo de sódio (NaBr) em solução aquosa a 0,1 mol/L
- Cloreto de sódio (NaCl) em solução aquosa a 0,1 mol/L
- Cobre (Cu) em placa
- Etanol
- Ferro (Fe) em placa
- Iodeto de sódio (NaI) em solução aquosa a 0,1 mol/L
- Iodo (I₂) sólido
- Nitrato de cobre (II) (Cu(NO₃)₂) em solução aquosa a 0,1 mol/L
- Nitrato de ferro (II) (Fe(NO₃)₂) em solução aquosa a 0,1 mol/L
- Nitrato de zinco (Zn(NO₃)₂) em solução aquosa a 0,1 mol/L
- Tetracloreto de carbono (CCl₄)
- Zinco (Zn) em placa

Problema(s) Proposto(s):

A reatividade química determina a direção de todas as reações químicas no laboratório, na indústria e em nosso cotidiano.

O enferrujamento de uma grade de ferro exposta à ação climática e a estabilidade química da platina ao ser utilizada em procedimentos cirúrgicos nos demonstra, por exemplo, que o ferro é mais reativo do que a platina.

Assim, de que modo podemos elaborar uma ordem crescente de reatividade metálica?

Objetivo Experimental:

Realizar reações químicas em meio aquoso a partir do contato direto entre reagentes

Diretrizes metodológicas:

- 1ª parte: testando a reatividade metálica
 - Obter placas ou fitas pequenas e limpas dos metais Zn, Cu e Fe. Providenciar, também, as seguintes soluções, todas aquosas e com concentração de 0,1 mol/L: $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ e $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$.
 - Propor as combinações mostradas no Quadro 12. Para cada combinação, utilizar 20 mL da solução em um copo de béquer e uma pequena placa de metal recentemente limpa.
 - Inserir a placa metálica no béquer e observar possíveis reações em cada um dos sistemas.

Quadro 12. Reações entre metais e sais metálicos.

metal / sal	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
Zn			
Cu			
Fe			

- 2ª parte: testando a reatividade não metálica
 - Colocar em três tubos de ensaio distintos 3 mL dos três halogênios: cloro e bromo em solução aquosa, e o iodo em etanol.
 - Acrescentar a cada tubo 1 mL de CCl_4 (trabalhar com esse solvente em capela).
 - Arrolhar os tubos de ensaio e agitá-los por aproximadamente 15 segundos.
 - Observar a cor da fase de tetracloreto de carbono que contém o halogênio dissolvido.
 - Registrar as observações em um modelo semelhante ao utilizado para os testes metálicos

● **ADICIONAL:** testes para reações espontâneas.

- Colocar em um tubo de ensaio 3 mL de solução aquosa de NaBr 0,1 mol/L e, em outro tubo, 3 mL de solução aquosa de NaI 0,1 mol/L.
- Acrescentar a cada tubo 1 mL de CCl_4 e, depois, 1 mL de solução de cloro em água.
- Arrolhar os tubos de ensaio e agitar durante 15 segundos.
- Observar a cor da fase de CCl_4 e comparar com os testes anteriores (2º parte).
- Repetir o teste descrito na etapa anterior, mas utilizar agora soluções aquosas de NaCl 0,1 mol/L e de NaI 0,1 mol/L.
- Acrescentar a cada tubo de ensaio 1 mL de CCl_4 e 5 gotas de solução aquosa de bromo.
- Arrolhar os tubos de ensaio e agitar durante 15 segundos.
- Repetir o teste, mas utilizando agora soluções aquosas de NaCl 0,1 mol/L e de NaBr 0,1 mol/L.
- Acrescentar a cada tubo de ensaio 1 mL de CCl_4 e 5 gotas de solução alcoólica de iodo.

Questões sugeridas:

- 1- Qual dos metais testados foi oxidado por ambas as soluções dos outros íons metálicos?
- 2- Qual metal foi oxidado apenas por um dos íons metálicos?
- 3- Qual metal não foi oxidado por nenhum dos íons metálicos?
- 4- Dispor, em uma coluna, por ordem decrescente de facilidade de oxi-redução, as semiequações metal/íon metálico experimentalmente tratadas.
- 5- Propor equações completas balanceadas para os casos em que foram observadas reações de oxi-redução entre metais e íons metálicos.
- 6- Seria prudente armazenar uma solução de sulfato de cobre em um recipiente de zinco metálico? E em um recipiente feito de prata metálica? Justifique sua resposta.
- 7- Dispor, em uma coluna, por ordem decrescente de facilidade de oxidação, as semi-equações entre os íons haletos e halogênios moleculares.
- 8 - Propor as reações totais completas para os casos em que se verificaram reações de oxi-redução entre íons haletos e halogênios moleculares.

Referências

ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012, p. 532-534.

FELTRE, R. Química: Química geral. v. 1, 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004, p. 246-247.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. Química: volume único. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003, p. 173-185.

Título

Dosagem de ácido cítrico em frutos cítricos

Fundação Teórica

O ácido cítrico ocorre nos frutos cítricos, como a laranja e, principalmente, o limão. Seu mais importante processo de obtenção baseia-se na fermentação cítrica da glicose ou da sacarose (melaço) por meio de micro-organismos, como o *Citromyces pfeferianus*. É o ácido orgânico mais usado na preparação de alimentos. Também é empregado na indústria de bebidas efervescentes e refrigerantes, na fabricação de confeitos e como mordente em tinturaria. Seu sal mais comum, o citrato de sódio, é laxativo. Sua acidez se deve à presença de três grupos carboxilas ($-\text{COOH}$) na cadeia carbônica do composto. Sua fórmula estrutural é mostrada na Figura 06.

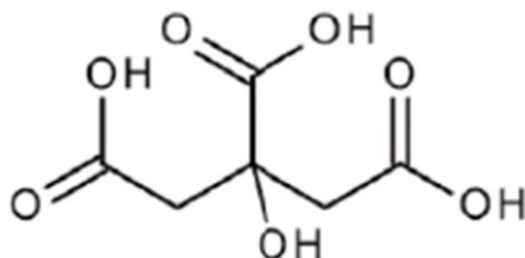


Figura 06. Fórmula estrutural do ácido cítrico. Fonte: Os autores.

Materiais:

- Bureta de 25 mL ou de 50 mL
- Erlenmeyer
- Papel branco (tipo ofício)
- Pera de sucção
- Pipeta volumétrica de 5 mL
- Suporte universal

Reagentes:

- Água destilada
- Fruto cítrico
- Fenolftaleína a 1%
- Hidróxido de sódio (NaOH) em solução aquosa padronizada a 0,1 mol/L

Problema(s) Proposto(s):

- A acidez dos frutos cítricos se deve, basicamente, ao teor de ácido cítrico presente em seu suco (fração líquida). Por tratar-se de um ácido, podemos determinar sua concentração por meio da mudança na coloração do indicador, que passa de incolor (meio ácido) para róseo (meio básico), indicando o ponto final da titulação.
- Verificar na bureta o volume gasto de solução padrão.
- Calibrar novamente a bureta e titular as outras duas alíquotas.
- Calcular o gasto médio de solução padrão.

Questões sugeridas:

1- Representar os cálculos envolvidos na determinação do teor do ácido na alíquota utilizada, conforme as especificações abaixo:

- (a) Massa de ácido contida na alíquota titulada
- (b) Massa de ácido contida no fruto original
- (c) Concentração comum e molar
- (d) Título da solução
- (e) Concentração percentual

2 - Representar a equação de neutralização envolvida no processo, denominando e classificando os reagentes e produtos.

Referências

FELTRE, R. Química: Química geral. v. 1, 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004, p. 4.

NAJAFPOUR, G. D. Biochemical Engineering and Biotechnology. Amsterdam: Elsevier, 2007, p. 280.

Caderno 1: Aprender Ciências no Ensino Fundamental na Perspectiva da Teoria da Complexidade: In(ter)venções em uma Viagem pelo Período Paleolítico.

Caderno 2: Aprender Ciências pela Imaginação.

Caderno 3: Aprendizagens Não Lineares: uma Proposta de Hipertextualização em Ciências no Ensino Fundamental.

Caderno 4: Dispositivo Cadáver: uma Aventura pelo Corpo Humano.

Caderno 5: Dispositivos Complexos de Aprendizagem no Ensino de Ciências: o Imaginário Mundo da Microbiologia.

Caderno 6: Invenção de Mundos: Pistas para Práticas Inclusivas na Escola.

Caderno 7: Invenção de Mundos como Dispositivo Complexo de Aprendizagem: Pistas para a Produção da Inventividade em Sala de Aula.

Caderno 8: Dispositivos Complexos de Aprendizagem em Ciências: a Experiência da Construção de um “Laboratório Secreto”.

Caderno 9: Atividade Experimental Problematicada (AEP).

Caderno 10: Educação Geológica: um Desafio para as Gerações Futuras.

Caderno 11: Energia e Eletricidade para Professores de Ciências.

Caderno 12: Explorando a Química com Modelos Moleculares 3D: um Guia Didático para Professores.

Caderno 13: Lapbook como Estratégia Didática para o Ensino de Concepções sobre Estrutura Atômica e Periodicidade Química.

Caderno 14: Robótica Educacional para Despertar o Engenheiro nos Jovens.

Caderno 15: Tecnologias para a Inclusão e a Acessibilidade.

Caderno 16: Elementos Químicos em 1 Minuto – Uma Tabela Periódica Sonora.



Coleção Especial

Produtos Educacionais para Inovação Tecnológica e Metodológica

Este caderno pedagógico faz parte da coleção Produtos Educacionais para Inovação Tecnológica e Metodológica no Ensino de Ciências. A disseminação desses produtos, incluindo a produção desses cadernos pedagógicos, recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, por meio do Programa Inova EaD (Edital 15/2023). A coleção é composta por 16 e-books produzidos por pesquisadores da Rede de Saberes Articulando Ciência, Criatividade e Imaginação – Rede SACCI.

