

ATIVIDADE EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)

Caderno Pedagógico

Processo de inovação teórico-metodológica
voltado ao planejamento, medição e avaliação
do ensino experimental das Ciências

Prof. Dr. André Luís Silva da Silva
PPG – Universidade Federal do Pampa

ANDRÉ LUÍS SILVA DA SILVA

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP): PROCESSO DE
INOVAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA VOLTADO AO PLANEJAMENTO,
MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DO ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS**

Caderno Pedagógico produzido pelo Grupo de Pesquisa *Ensino, Aprendizagem e Significados em Ciências* – EnASCi, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, via fomento do Edital 15/2023 – Programa *Inova EaD*, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Caçapava do Sul

2024

CADERNO PEDAGÓGICO¹

Atividade Experimental Problematizada (AEP): processo de inovação teórico-metodológica voltado ao planejamento, mediação e avaliação do ensino experimental das Ciências

Prof. Dr. André Luís Silva da Silva

PPG – Universidade Federal do Pampa

¹ Esta produção recebeu apoio e/ou recursos financeiros do Grupo de Pesquisa *Ensino, Aprendizagem e Significados em Ciências* – EnASci, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES por meio do Edital 15/2023 - Programa Inova EaD e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

APRESENTAÇÃO

Este Caderno Pedagógico está constituído por duas unidades. Na primeira, intitulada *Aspectos Teóricos*, são apresentados os marcos conceituais da AEP, em seus aspectos pedagógico, didático e epistemológico. A segunda, apresentada como *Aspectos Práticos*, estrutura-se pela proposição de 10 atividades experimentais circunscritas ao Ensino de Ciências, configuradas no formato da AEP.

Boa leitura e mediações!

SUMÁRIO *(geral)*

UNIDADE 1: Aspectos teóricos	5
1 Atividade Experimental Problematicada (AEP): <i>planejamento e mediação</i>.....	6
1.1 Cenário de interesses e primeiras demarcações	6
1.2 Estrutura teórico-metodológica da AEP	8
1.2.2 Mediação da AEP	11
1.3 Subsídios pedagógico e epistemológico	16
1.3.1 Subsídio pedagógico da AEP: Eixo Metodológico e Teoria da Aprendizagem Significativa	17
1.3.2 Subsídio epistemológico da AEP: Eixo Metodológico e Epistemologia de Thomas Kuhn	17
Referências	20
UNIDADE 2: Aspectos práticos	23
AEP nº 1	25
AEP nº 02	28
AEP nº 03	31
AEP nº 04	34
AEP nº 05	37
AEP nº 06	39
AEP nº 07	42
AEP nº 08	46
AEP nº 09	49
AEP nº 10	53

UNIDADE 1:

Aspectos teóricos

1 Atividade Experimental Problematizada (AEP): *planejamento e mediação*

1.1 Cenário de interesses e primeiras demarcações

Ao se considerar a experimentação como contributiva aos processos do ensino e da aprendizagem das Ciências, se percebe amplo respaldo na literatura, uma vez que determinados autores, nacionais e estrangeiros, tem se dedicado ao estudo, reflexão e sistematização dos aspectos teóricos e metodológicos imbuídos nas atividades experimentais, bem como em seus derivados 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 potencialidades amplas das atividades experimentais à qualificação e consolidação dos processos de ensino-aprendizagem nas particularidades 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 indicotimizáveis do processo de aprender significativamente. A experimentação, sob essa conjuntura, consolida-se como um expediente capaz de considerável contribuição na identificação, explicitação, problematização, argumentação e aplicação de conceitos e princípios científicos, de modo que professores e alunos possam desenvolver tratativas próprias de compreensão e transposição relacionadas aos temas abordados (HODSON, 1989).

Acrescentam-se a isto vários objetivos ao se tratar das potencialidades qualificadoras da experimentação em contribuição aos sujeitos envolvidos nos processos do ensinar e do aprender, tais como: diversificar as estratégias de ensino, articular saberes teóricos e práticos, despertar interesses, reter atenção, desenvolver raciocínios lógico-dedutivos, desenvolver e aperfeiçoar habilidades e competências e sensibilizar-se da implementação de determinados valores e atitudes. No que condiz às questões particulares das Ciências, vários propósitos podem ser apontados, em diferentes aspectos, tais 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 da experimentação como meio (d)e 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. Neste contexto, emerge a proposta inovadora da Atividade Experimental Problematizada (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).

A Atividade Experimental Problematizada (AEP) é apresentada como um processo de inovação teórico-metodológica voltado ao planejamento, mediação e avaliação do ensino experimental das Ciências. Está originalmente materializada pela publicação de duas obras bibliográficas, em que, na primeira, Silva e Nogara (2018) apresentam exemplificações de AEPs no contexto do ensino da Química e, na segunda, Silva e Moura (2018) a estendem às demais Ciências Naturais, fundamentando-a pedagógica e epistemologicamente. Outrossim, desde 2015 artigos versam sobre a temática via os domínios do ensino e da aprendizagem das Ciências, em diferentes contextos e públicos-alvo (SILVA, MOURA; DEL PINO, 2015; 2017; 2018; SILVA *et al.*, 2019; MOREIRA; SILVA, MOURA; DEL PINO, 2019).

A AEP 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 da aprendizagem. O epicentro desta abordagem reside na intenção de, por meio de um cuidadoso planejamento e eficaz mediação, criar as 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 à apropriação, aplicação, avaliação e aproximação a variados contextos e realidades educacionais. Sob os fundamentos da Epistemologia de Thomas Kuhn (ETK) e da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), ela se destaca como uma estratégia ao Ensino de Ciências, criando 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. Essa abordagem potencialmente promove a autonomia dos discentes, favorecendo a sua pré-disposição a aprender, condição imperativa 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 o desenvolvimento de uma possível solução a um determinado caso, considerando um procedimento experimental definido a partir da proposição de um problema. Sendo assim, consiste de uma abordagem que visa transformar os estudantes em pesquisadores ativos, incentivando a análise e sistematização de informações, proporcionando condições à produção de conhecimento para aplicações futuras.

Com foco principal no ensino experimental de Ciências, a AEP apresenta uma estrutura fundamentada em dois principais eixos, associativos e indissociáveis, um de origem teórica e outro metodológica (Quadro 01). Essa ideia permite organizar de maneira simples e lógica o planejamento (teórico) e as etapas de desenvolvimento (metodologia da prática) para a busca de soluções à dada situação-problema. O professor, como indivíduo idealizador da atividade experimental, é o agente de orientação, e lhe cabe elaborar, apresentar e esclarecer os eixos metodológicos, além de questionar e incentivar os alunos a refletirem, propondo um 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 que se estrutura a partir da demarcação, elucidação e *proposição* de um *problema* de natureza teórica, isto é, a AEP configura-se teoricamente como uma estratégia de busca por solução a dada situação-problema. A partir de então, são configurados um *objetivo experimental*, tratando-se, sob uma perspectiva genérica, do que se espera desenvolver empiricamente em termos de produto/ação terminal pela realização prática, e *diretrizes metodológicas*, como orientações às ações que resultarão neste produto experimental. Em síntese, a AEP propõe uma articulação entre objetivo experimental e diretrizes metodológicas, a partir da proposição e análise crítica de um problema, preferencialmente de familiaridade do estudante, abrigando elos associativos a diferentes contextos. O Eixo Metodológico, por sua vez, apresenta uma proposta de mediação

da prática, iniciando por uma discussão introdutória das temáticas a serem tratadas e culmina 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 resolutive, *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/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/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/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 necessitar-se-á de 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.

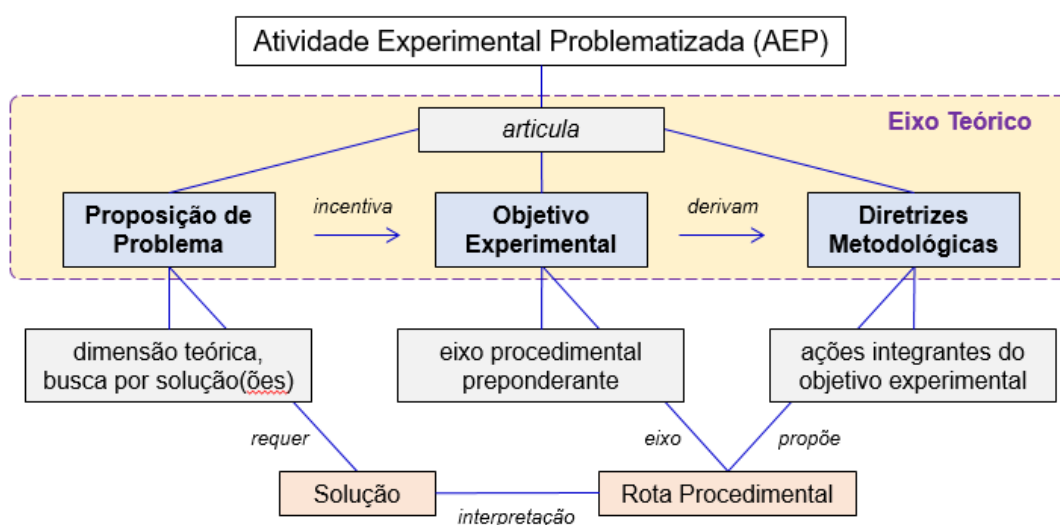
Desse modo, o objetivo experimentalmente proposto deve servir como um propósito amplo e genérico à obtenção de um produto teórico a partir de ações processuais, não levando a soluções previamente esperadas e tampouco carente de possibilidades profusas de interpretações, pois um único fenômeno pode ser 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/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 – não devem ser entendidas como um conjunto de regras fechadas e invioláveis e/ou uma “receita-de-bolo” – podendo ser adaptadas e/ou modificadas, pelo professor e/ou alunos, quando necessário, não se caracterizando em um fator limitador da experimentação. As diretrizes surgem como uma etapa necessária, a qual 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 organização das ideias individuais e estabelecimento de uma ação conjunta. Em alguns casos, as diretrizes metodológicas podem atuar como um processo iterativo, o que significa que envolve revisões, ajustes e refinamentos à medida que a pesquisa progride, obtendo-se experiência, novas informações e propósitos.

Atividades que não cabem em roteiros fechados e que abandonam a rígida orientação de procederes podem ampliar o espaço para debates contextualizados entre os alunos e o professor, proporcionando condições capazes de enriquecer aos processos de ensino e de aprendizagem, visto que a organização de informações com potencialidade 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 posto, 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 à 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 TAS, 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 as 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

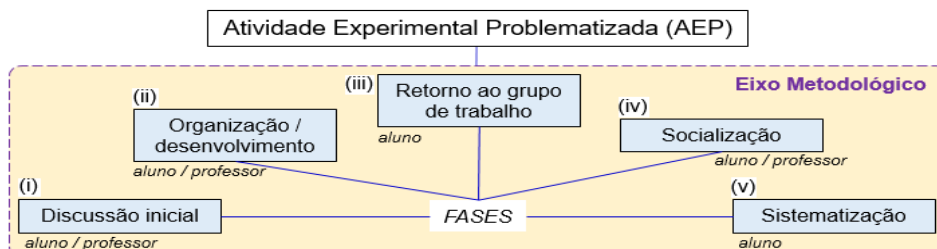
uma interpretação conjunta e dialógica. Aqui há um avanço no desenvolvimento cognitivo, guiado a partir da compreensão dos dados e das informações experimentais obtidos(as). Neste momento, a solução ao problema proposto deverá emergir. Ao professor cabe adotar uma postura neutra, analisando os conhecimentos 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 prática desenvolvida e inteligíveis à sua elaboração. A materialização desse produto é considerada uma ação essencial para a aprendizagem e geração de conhecimentos individuais e psicológicos. Almeja-se com isso a construção de um tripé teórico-metodológico composto por *reflexão*, *pesquisa* e *produção*, subsidiado por um processo organizado que inclui pensar criticamente, buscar ativamente conhecimento relevante e, finalmente, criar ou produzir algo como resultado desse esforço, visando o registro de um modo de contribuir para o avanço do conhecimento e promover o compartilhamento de descobertas

e/ou construções cognitivas. Esta fase envolve os alunos; o professor atua na avaliação do produto final (Figura 02).

Figura 02. Eixo Metodológico da AEP.



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

Considera-se as etapas descritas como imprescindíveis a uma atividade de ensino que ofereça subsídios pedagógicos aos aspectos teóricos da AEP, com base em fundamentos da TAS. Reiterando: outras ações – de natureza complementar, adaptativa ou ampliativa – poderão ser empregadas, tomando-se como pressuposto suas relações aos objetivos de aprendizagem pretendidos e à adequação sistêmica da metodologia às particularidades psicológicas do professor, potencialidade cognitiva dos alunos e a outros fatores imensuráveis e/ou pontuais.

Em meio aos avanços e desdobramentos das cinco fases constitutivas no Eixo Metodológico da AEP, diversas habilidades, em tese, são desenvolvidas pelos alunos, abrangendo desde a compreensão de leitura até aptidões pontuais, como argumentação, pesquisa, reflexão, trabalho em grupo, socialização, criatividade e senso crítico, entre outras. É importante ressaltar que tanto os articuladores do Eixo Teórico quanto as fases do Eixo Metodológico (Quadro 02) não devem ser consideradas como um conjunto de regras fixas, mas como propostas teórico-metodológicas capazes de enriquecer os processos de ensino-aprendizagem de alunos e professores envolvidos em aulas fundamentadas na AEP. Além disso, essa abordagem sugere uma possível aproximação entre a Ciência apresentada em sala de aula e a realidade cotidiana dos estudantes, alinhada à perspectiva da Alfabetização Científica (CHASSOT, 2003).

Quadro 02. Visão geral dos eixos da AEP e 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, esta, 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 lhe 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 no 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

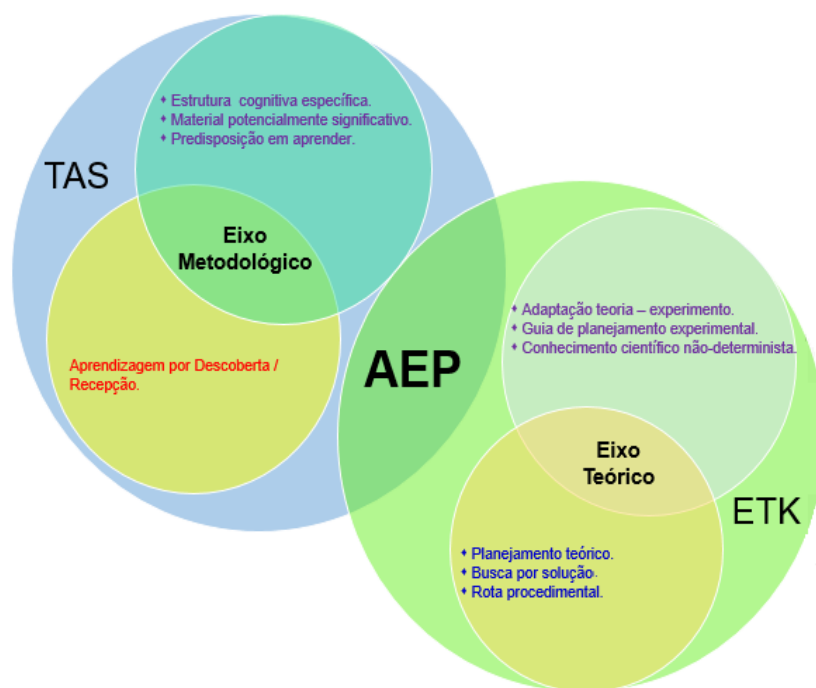
exemplares para uma comunidade científica. O paradigma, segundo ele, não se limita a regras específicas, mas define o objeto de investigação, os tipos de problemas, os processos heurísticos, estratégias, técnicas, instrumentos e critérios de validação e legitimação do conhecimento produzido (SACRISTÁN; 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/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 e em conquistas científicas 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. Desta 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.

Figura 03. Diagrama de Venn para associação entre AEP, TAS e ETK.



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 interim, novos questionamentos e problemas poderão 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. Nova York, Holt Rinehart and Winston, 1978.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, 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: Ed. Brasiliense, 1993.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3ª Ed. Ijuí: 2003.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.
- ECHEVERRÍA, Maria Del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio (org.). Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. Em: Pozo, J.I. (Ed.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender** (pp. 13-42). Porto Alegre: Artmed, 1998.
- 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. e 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 PEREZ, D. **Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las Ciencias**. Enseñanza de las Ciencias, v.1, n.1, p.26-33, 1993.
- GIL PEREZ, D.; CASTRO, P. V. **La orientacion de las practicas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo**. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.14, n.2, 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**. In: 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**. In: 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/DF. 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, p. 11-35.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre, ARTMED, 2000.

SACRISTÁN, J. G.; GÓMES, 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, 2017a.

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, p. 177-195, 2017b.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Subsídios pedagógicos e epistemológicos da atividade experimental problematizada (AEP). **REVELLI - Revista de Educação, Linguagem e Literatura**, v. 10, n. 4, p. 41-66, 2018.

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, p. 51-65, 2015. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID290/v10_n3_a2015.pdf. Acesso em 12 out. 2019.

SILVA, A. L. S., MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Subsídios pedagógicos e epistemológicos da Atividade Experimental Problematizada. **REVELLI**. v.10 n.4, p. 41-66, 2018. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/revelli/article/view/7568>. Acesso em 12 out. 2019.

SILVA, A. L. S.; NOGARA, P. A. **Atividade Experimental Problematizada (AEP) – 60 experimentações com foco no ensino de Química: da educação básica à universidade**. Appris. Curitiba/PR, 2018.

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

UNIDADE 2:

Aspectos práticos

SUMÁRIO² (*secundário*)

AEP N° 01. Determinação da densidade de metais elementares

AEP N° 02. Tratamento da água potável

AEP N° 03. Fenômenos físicos e fenômenos químicos

AEP N° 04. Reações químicas

AEP N° 05. Diluição de soluções

AEP N° 06. Funções inorgânicas

AEP N° 07. Principais reações da química inorgânica

AEP N° 08. Indicadores ácido-base naturais e sintéticos

AEP N° 09. Reatividade química

AEP N° 10. Dosagem de ácido cítrico em frutos cítricos

² Referência: SILVA, A. L. S.; NOGARA, P. A. Atividade Experimental Problematicada (AEP) – 60 experimentações com foco no ensino de Química: da educação básica à universidade – 2º edição. Appris. Curitiba/PR – 2024.



**ATIVIDADE
EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)**

LEIS PONDERAIS E CÁLCULOS QUÍMICOS

AEP nº 1

TÍTULO

Determinação da densidade de metais elementares

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A **densidade** (ρ) é definida como a quantidade de massa (m) presente em uma unidade de volume (v) de uma substância, ou seja, trata-se da razão entre a massa (em g) e o volume (em mL ou cm^3) de um objeto, de acordo com a expressão:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

O valor dessa propriedade física é característico de cada substância, por isso é muito utilizado para sua identificação.

A densidade é uma grandeza intensiva, pois, quando a massa de um objeto dobra, seu volume também dobra, assim, a razão entre eles permanece constante.

Porém, os valores de densidades são dependentes da temperatura, porque uma substância, quando aquecida ou resfriada, pode variar seu volume, afetando assim sua densidade. Por isso, quando se refere a um valor de densidade, deve-se mencionar em qual temperatura esta foi determinada; geralmente usa-se 25 °C. Na Tabela 01 podemos ver os valores de densidade para algumas substâncias.

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 (Fe, Cu, Zn, Sn, Al, Pb);
- pequenos fragmentos de ligas metálicas (botão, parafuso, *cobertura*).

PROBLEMA(S) PROPOSTO(S)

(a) Dispomos de peças metálicas distintas para confecção de uma peça de sustentação, sendo o grau de pureza o critério determinante para escolha do metal mais adequado. Assim, qual dos metais disponíveis deverá ser utilizado? (b) Desejamos conhecer uma composição possível e uma composição impossível para três ligas metálicas. Supondo-se que cada uma é composta pela combinação de apenas dois metais elementares, como essa questão poderá ser resolvida?

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

- 1º Parte: determinando a densidade dos metais.
 - Separar três amostras distintas de cada metal; com auxílio de uma balança, determinar suas massas separadamente, anotando resultado.
 - Em uma proveta, adicionar determinado volume de água, com auxílio de uma pipeta volumétrica. Montar dessa forma três sistemas.
 - Adicionar a cada sistema a respectiva amostra do metal de massa previamente medida, observando 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	%
											TPE	pureza
	(g)			(cm ³)			(g/cm ³)					%
Fe											7,86	
Cu											8,96	
Zn											7,14	
Sn											7,30	
Al											2,70	
Pb											11,3	

Fonte: Os autores.

- 2º Parte: determinando a densidade das ligas.
 - Separar três amostras distintas de cada liga; com auxílio de uma balança, determinar suas massas separadamente, anotando resultado.
 - Em uma proveta, adicionar determinado volume de água, com auxílio de uma pipeta volumétrica. Montar dessa forma três sistemas.
 - Adicionar a cada sistema respectiva amostra da liga metálica de massa previamente medida, observando 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 (poderá se utilizar de outras ligas metálicas disponíveis).

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

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

Fonte: Os autores.

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 erros percentuais nos valores obtidos de densidade.
4. Apresentar hipóteses que justifiquem tais erros.
5. O que torna possível a identificação de metais em estado sólido pela densidade?
6. Qual é a principal diferença existente em uma medição de volume para um sólido simétrico e para um sólido assimétrico. Explique.
7. De que forma se poderá conhecer o metal de mais elevado grau de pureza, dentre os utilizados?
8. De que forma se poderá fornecer uma composição possível e uma composição impossível para cada uma das ligas metálicas utilizadas?

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**. vol. 1, 6ª ed, São Paulo: Cengage Learning, 2009, p. 18-19.



ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP)

TÉCNICAS BÁSICAS DE INSTRUMENTAÇÃO

AEP nº 02

TÍTULO

Tratamento da água potável

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A água, apesar de ser abundante em todo o planeta (cerca de 70% de sua superfície), tem se tornado muita 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, em lagos, rios e depósitos subterrâneos.

Dentre os principais motivos da escassez de água potável, estão o seu não tratamento após o seu 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.

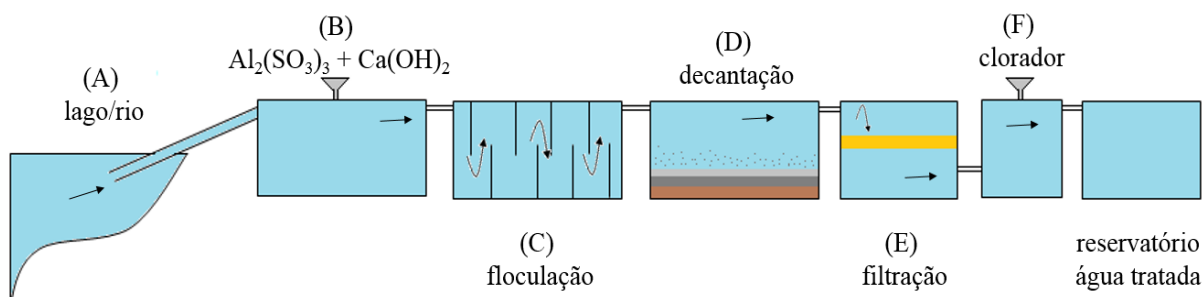
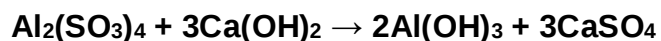


Figura 04. Esquema de uma estação de tratamento de água. Fonte: Os autores.

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. Após, a água é captada em um tanque (B) onde é adicionado sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio, que reagem entre si para a formação do hidróxido de alumínio (Equação IV), que atuará como agente floculante, pois este apresenta uma aparência de gel, sendo pouco solúvel em água (C). Em seguida, em outro tanque, ocorre a decantação do gel formado, que arrasta consigo para fundo do tanque, as impurezas e partículas em suspensão na água (D). Após, a água é direcionada para o tanque de filtração (E), onde possui uma camada filtrante composta por: areia fina, areia grossa, cascalho e carvão ativo. Em outro reservatório a água recebe a cloração (F), ou seja, a adição de pequena quantidade de cloro – Cl_2 –, que tem por objetivo eliminar micro-organismos patogênicos. Além disso, nesta etapa é adicionado também pequenas quantidades de fluoreto de sódio – NaF –, que auxilia no combate às cáries dentárias. Por fim, a água tratada é condicionada em um reservatório, no qual realiza-se testes de pH, de aparência, de percentagem de resíduos sólidos, entre outras análises, afim de verificar sua potabilidade.



(IV)

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

MATERIAIS

- 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 de processos de natureza física como de 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 EXPERIMENTAIS

- 1º 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.
- 2º 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.

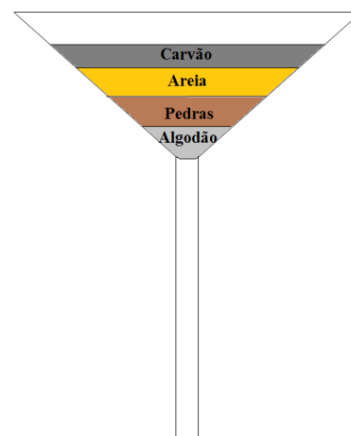


Figura 05. Modelo de um sistema de filtração de água. Fonte: Os

● 3º 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

1. 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 $\text{Al}(\text{OH})_3$.
2. Qual é o processo que faz com que as partículas de hidróxido de alumínio se adiram às impurezas?
3. Conforme 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?
4. 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.



**ATIVIDADE
EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)**

TÉCNICAS BÁSICAS DE INSTRUMENTAÇÃO

AEP nº 03

TÍTULO

Fenômenos físicos e fenômenos químicos

FUNDAMENTAÇÃO 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 através 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

● 1º 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 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 líquidos e observando 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 auxílio de uma pinça, medir a massa do papel filtro.

- Após 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.

● 2º 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

1. Quais são as principais diferenças teóricas entre fenômenos físicos e químicos? E experimentais?
2. Quais são as principais evidências da ocorrência de reações químicas. Quais foram observadas nos experimentos?
3. Equacionar todas as reações químicas ocorridas, compondo uma tabela com denominações funcionais.
4. Explicar a extração do álcool da gasolina pela água.
5. Conforme sua natureza, identificar FF e FQ 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. vol. 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.



**ATIVIDADE
EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)**

TÉCNICAS BÁSICAS DE INSTRUMENTAÇÃO

AEP nº 04

TÍTULO

Reações químicas

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao observarmos a natureza a 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 num pedaço de ferro, a queima de combustíveis, o apodrecimento de frutas, a respiração animal, a muitos outros exemplos.

Assim, todos esses eventos são caracterizados pela **transformação da matéria**, onde 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 ar oxigênio 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 (BaCl_2) em solução aquosa grosseira;
- dicromato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) sólido;
- magnésio (Mg) em fita ou em raspas;
- sulfato de sódio (Na_2SO_4) em solução aquosa grosseira;
- zinco (Zn) em raspas.

PROBLEMA(S) PROPOSTO(S)

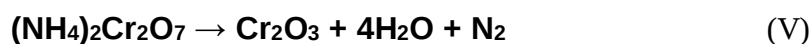
Identificar e equacionar um processo de natureza química é de fundamental importância para o laboratório e para a indústria química. Para tanto, é imprescindível que se reconheça alguns fatores empíricos capazes de evidenciar uma reação química. Quais podem representar esses fatores?

OBJETIVO EXPERIMENTAL

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

DIRETRIZES METODOLÓGICAS

- 1º Parte: aquecendo o dicromato de amônio.
 - Em um tubo de ensaio, colocar uma pequena porção de $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 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.



- 2º 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.



- 3º 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.



- 4º 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

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

5. Todos os metais reagem sob condições ambientes com o ácido clorídrico em solução? Justifique.
6. Por que não se deve armazenar ácido clorídrico em recipientes metálicos?

REFERÊNCIAS

FELTRE, R. **Química**: Química geral. vol. 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.



**ATIVIDADE
EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)**

TÉCNICAS BÁSICAS DE INSTRUMENTAÇÃO

AEP nº 05

TÍTULO

Diluição de soluções

FUNDAMENTAÇÃO 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 de 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 volume da solução inicial, logo, C_2 e V_2 representam a concentração e 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 deste soluto em uma concentração maior à 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

- 1º 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 preparação da solução supracitada.
 - Medir a massa correspondente do sal para a preparação da solução em vidro de relógio ou copo de béquer de 50 mL.
 - Transferir essa massa a um balão volumétrico, conforme a concentração e o volume a ser preparado da solução. Utilizar para isso papel em forma de cone.
 - Adicionar água destilada ao soluto até solubilizá-lo completamente.
 - Com 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).
- 2º parte: diluindo sucessivamente a solução preparada.
 - Retirar da solução preparada, com auxílio de uma pipeta, 5 mL e transferir este volume a um tubo de ensaio, acrescentando mesmo volume de água. Homogeneizar a solução.
 - Repetir este procedimento até que se tenham seis tubos de ensaio sucessivos de mesmo sal e de 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 6 sistemas, em g/L e ppm.
- 3º 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 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

1. O sulfato de cobre *anidro* apresenta-se como um sólido incolor; penta-hidratado trata-se de um sólido de coloração azul (ambos os casos, em CNTP). Explique esta diferença.
2. Sob a forma de quadro, represente os cálculos utilizados nesta AEP.
3. 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?
4. 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

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012, p. 56-57.
PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. **Química**: volume único. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003, p. 146.



**ATIVIDADE
EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)**

LEIS PONDERAIS E CÁLCULOS QUÍMICOS

AEP nº 06

TÍTULO

Funções inorgânicas

FUNDAMENTAÇÃO 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 consideradas inorgânicas.

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 comportarem-se de modo distinto sob algumas técnicas e manipulações. Por exemplo, ácidos liberam gás hidrogênio ($H_{2(g)}$) quando em presença de metal mais reativo do que o hidrogênio, bases fortes tornam a solução vermelha quando em presença do indicador fenolftaleína e 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 (AgNO₃) 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

- 1º 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 fósforos em brasa colocado sobre a abertura do tubo. Cuidado nessa etapa!
- 2º 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 desta solução.
 - Adicionar a este 3 gotas de fenolftaleína e observar a coloração adquirida.
 - Reservar esta solução.
- 3º 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 AgNO₃ e observar a precipitação de cloreto de prata (AgCl).
- 4º Parte: trabalhando com óxidos.
 - Retirar 1 mL da solução reservada (rósea) e transferi-la a um béquer de 50 mL.
 - Diluir a solução ao fator 1×50, ou até obtenção de uma coloração levemente rósea.
 - Com auxílio de um canudo de refrigerante, soprar a solução formada até desaparecimento da coloração.

QUESTÕES SUGERIDAS

1. Representar as reações observadas nos experimentos por meio de equações.

2. Montar uma tabela informando como as funções inorgânicas podem ser teoricamente identificadas através de suas fórmulas moleculares.
3. Montar uma tabela informando como as funções inorgânicas podem ser experimentalmente identificadas.
4. Por que o ferro reage com o HCl em solução, liberando $H_{2(g)}$? Como se classifica esta reação?
5. Qual é o gás exalado pelo organismo humano e por que ele alterou o pH da solução no experimento envolvendo os óxidos?
6. Pesquisar: (a) regras de nomenclatura, classificações e propriedades para as funções inorgânicas e (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**. vol. 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.



**ATIVIDADE
EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)**

LEIS PONDERAIS E CÁLCULOS QUÍMICOS

AEP nº 07

TÍTULO

Principais reações da química inorgânica

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como vimos (AEP anterior), os compostos inorgânicos são classificados de acordo com suas funções, assim, conforme suas características, podem reagir entre si através 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 (CaCO_3) sólido;
- enxofre (S_8) sólido;
- ferro (Fe) em limalha;
- hidróxido de sódio (NaOH) em solução aquosa grosseira;
- sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) em solução aquosa grosseira;
- sulfato de cobre penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) em solução aquosa grosseira;
- zinco (Zn) em placas.

PROBLEMA(S) PROPOSTOS(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?

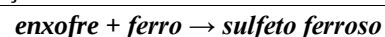
OBJETIVO EXPERIMENTAL

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

DIRETRIZES METODOLÓGICAS

- 1º Parte: propondo uma reação de síntese.
 - Medir 1 g de limalha de ferro e 1 g de enxofre.
 - Com auxílio de um imã, 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 (inexistência do) ferromagnetismo da nova substância formada.
 - Equacionar a reação, no Quadro 05.

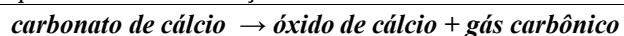
Quadro 05. Proposta de equacionamento de reação.



Fonte: Os autores.

- 2º 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 formação de nova substância e desprendimento de gás.
 - Equacionar a reação, no Quadro 06.

Quadro 06. Proposta de equacionamento de reação.

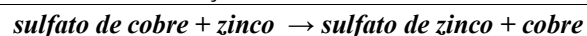


Fonte: Os autores.

● 3º Parte: propondo uma reação de deslocamento.

- Em um copo de bquer 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.

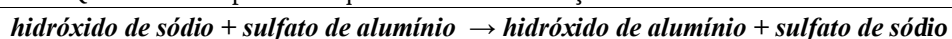


Fonte: Os autores.

● 4º 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 floculação seguida por precipitação de hidróxido de alumínio.
- Equacionar a reação, no Quadro 08.

Quadro 08. Proposta de equacionamento de reação.



Fonte: Os autores.

QUESTÕES SUGERIDAS

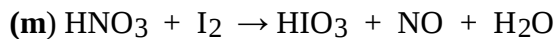
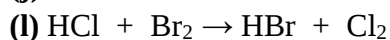
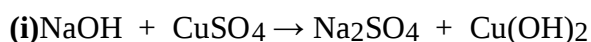
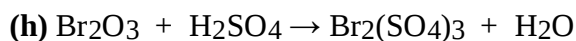
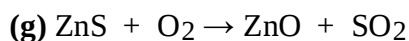
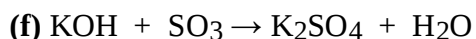
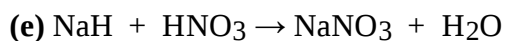
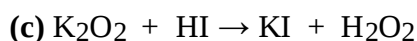
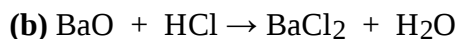
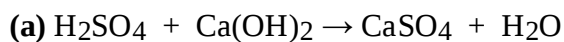
1. Representar um exemplo teórico para cada uma das equações genericamente propostas abaixo:

- (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:



4. Classificá-las, como síntese, análise, deslocamento ou dupla-troca.
5. Ajustar seus coeficientes.
6. Identificar a função inorgânica (ácido, base, sal ou óxido) à qual pertencem reagentes e produtos.
7. Representar a nomenclatura para reagentes e produtos.
8. Identificar reações químicas de oxi-redução.

REFERÊNCIAS

FELTRE, R. **Química**: Química geral. vol. 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.



**ATIVIDADE
EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)**

LEIS PONDERAIS E CÁLCULOS QUÍMICOS

AEP nº 08

TÍTULO

Indicadores ácido-base naturais e sintéticos

FUNDAMENTAÇÃO 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 através 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 apresenta-se incolor em meio ácido e rósea em meio básico, quando o pH da solução supera o valor de 8,2. Entretanto, podemos utilizar de 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

- 1º parte: preparando os indicadores.
 - Separadamente, macerar em almofariz algumas pétalas de rosas e folhas de repolho roxo.
 - Adicionar alguns mililitros do álcool aos sistemas e filtrá-los.
 - Armazenar os indicadores em frascos apropriados.
 - Extrair, em meio aquoso, a quente, os pigmentos das amostras de chá e armazená-los.
 - Formar-se-ão, assim, três indicadores naturais.
- 2º 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.

● 3º parte: identificando uma amostra desconhecida.

- Retirar 5 mL de uma amostra de natureza ácido/básica desconhecida e transferi-la a 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 resposta negativa, informe sua razão.

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 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.



**ATIVIDADE
EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)**

LEIS PONDERAIS E CÁLCULOS QUÍMICOS

AEP nº 09

TÍTULO

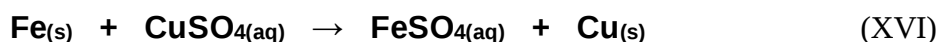
Reatividade química

FUNDAMENTAÇÃO 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 constatá-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, logo, formam 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 fica amarela (solução de sulfato de ferro II). Ocorre, pois, 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 deste 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, logo, formam 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 oxi-redução que envolvem metais e íons metálicos. Analisando os resultados, poderá ser determinado qualitativamente as forças relativas dos metais como agentes redutores (tendência de perder elétrons, se oxidando) e dos íons metálicos como agentes oxidantes (tendência de ganhar elétrons, se reduzindo). A equação genérica envolvida neste processo está equacionada em 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^-) e assim dispô-los em ordem crescente de facilidade de oxidação. A semi-equação entre íons haleto e o halogênio elementar, em sua dimensão 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

- Béquero 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 (I_2) sólido;
- nitrato de cobre (I) ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) em solução aquosa a 0,1 mol/L;
- nitrato de ferro (II) ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$) em solução aquosa a 0,1 mol/L;
- nitrato de zinco ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$) em solução aquosa a 0,1 mol/L;
- tetracloreto de carbono (CCl_4);
- zinco (Zn) em placa.

PROBLEMA(S) PROPOSTO(S)

A reatividade química determina a direção de todas as reações químicas do laboratório, da indústria e de nosso cotidiano. O enferrujamento de uma grade de ferro exposto à ação climática e a estabilidade química da platina ao ser utilizada em procedimentos cirúrgicos nos demonstra, por exemplo, ser o ferro 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

- 1º 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 à 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 bquer e uma pequena placa de metal recentemente limpo.
 - Inserir a placa metálica no bquer e observar possíveis reações de 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			

Fonte: Os autores.

- 2º parte: testando a reatividade não-metálica.
 - Colocar em três tubos de ensaios 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 15 segundos, aproximadamente.
 - Observar a cor da fase de tetracloreto de carbono que contém o halogênio dissolvido.
 - Registrar 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 semi-equações 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 haleto e halogênios moleculares.
8. Propor as reações totais completas para os casos em que se verificaram reações de oxi-redução entre íons haleto 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. vol. 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.



**ATIVIDADE
EXPERIMENTAL
PROBLEMATIZADA (AEP)**

LEIS PONDERAIS E CÁLCULOS QUÍMICOS

AEP nº 10

TÍTULO

Dosagem de ácido cítrico em frutos cítricos

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O **ácido cítrico** ocorre nos frutos cítricos, como a laranja e, principalmente, o limão. Seu mais importante processo de obtenção se baseia 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. É também empregado na indústria de bebidas efervescentes e de refrigerantes, na fabricação de confeitos e como mordente em tinturaria; seu sal mais comum, o citrato de sódio, é laxativo.

Sua acidez se deve a presença de três grupos carboxilas (COOH) na cadeia carbônica do composto. Sua fórmula estrutural é mostrada na Figura 06.

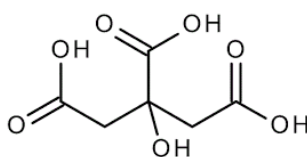


Figura 06. Fórmula estrutural do ácido cítrico. Fonte: Os autores.

Pode ser visto que o ácido cítrico trata-se de uma molécula orgânica de função mista, pois, além dos três grupos carboxílicos (é um ácido triprótico) apresenta um grupo hidroxila (HO) ligado a carbono saturado, característico da função álcool.

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 nça na coloração do indicador em solução de incolor (meio ácido) para róseo (meio básico), o que indica o referido 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 reagentes e produtos.

REFERÊNCIAS

FELTRE, R. **Química**: Química geral. vol. 1, 6ª ed, São Paulo: Moderna, 2004, p. 4.
NAJAFPOUR, G. D. **Biochemical Engineering and Biotechnology**. Amsterdam: Elsevier, 2007, p.280.