

Atividades experimentais investigativas no ensino de química

Fabio Luiz de Souza
Luciane Hiromi Akahoshi
Maria Eunice Ribeiro Marcondes
Miriam Possar do Carmo

ISBN 978-85-99697-27-6



Cetec
Capacitações

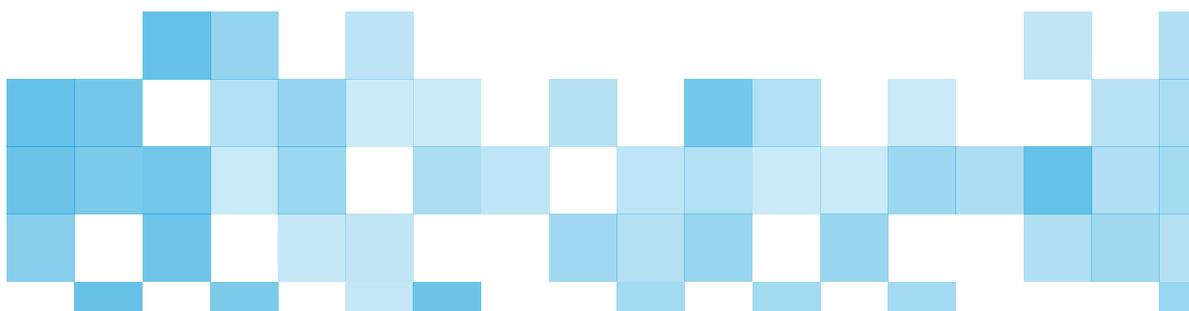
A expansão do Ensino Técnico no Brasil, fator importante para melhoria de nossos recursos humanos, é um dos pilares do desenvolvimento do país. Esse objetivo, dos governos estaduais e federal, visa à melhoria da competitividade de nossos produtos e serviços, vis-à-vis com os dos países com os quais mantemos relações comerciais.

Em São Paulo, nos últimos anos, o governo estadual tem investido de forma contínua na ampliação e melhoria da sua rede de escolas técnicas - Etecs e Classes Descentralizadas (fruto de parcerias com a Secretaria Estadual de Educação e com Prefeituras). Esse esforço fez com que, de agosto de 2008 a 2011, as matrículas do Ensino Técnico (concomitante, subsequente e integrado, presencial e a distância) evoluíssem de 92.578 para 162.105.

A garantia da boa qualidade da educação profissional desses milhares de jovens e de trabalhadores requer investimentos em reformas, instalações/laboratórios, material didático e, principalmente, atualização técnica e pedagógica de professores e gestores escolares.

A parceria do Governo Federal com o Estado de São Paulo, firmada por intermédio do Programa Brasil Profissionalizado, é um apoio significativo para que a oferta pública de ensino técnico em São Paulo cresça com a qualidade atual e possa contribuir para o desenvolvimento econômico e social do estado e, conseqüentemente do país.

Almério Melquíades de Araújo
Coordenador de Ensino Médio e Técnico



CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Diretora Superintendente

Laura Laganá

Vice-Diretor Superintendente

César Silva

Chefe de Gabinete da Superintendência

Elenice Belmonte R de Castro

Coordenador do Ensino Médio e Técnico

Almério Melquíades de Araújo

REALIZAÇÃO

Unidade de Ensino Médio e Técnico

Grupo de Capacitação Técnica, Pedagógica e de Gestão - Cetec Capacitações

Responsável Cetec Capacitações

Sabrina Rodero Ferreira Gomes

Responsável Brasil Profissionalizado

Silvana Maria Brenha Ribeiro

Parecer Técnico

Edilberto Felix

Revisão de Texto

Yara Denadai

Projeto Gráfico

Diego Santos

Fábio Gomes

Priscila Freire

Impressão

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

ISBN 978-85-99697-27-6

Projeto de formação continuada de professores da educação profissional
do Programa Brasil Profissionalizado - Centro Paula Souza - Setec/MEC

Sumário

Apresentação.....	7
O papel da experimentação no ensino de química.....	9
A importância de conhecer as concepções dos alunos para a aprendizagem de conceitos em química.....	29
Propostas de atividades experimentais investigativas.	39
Propostas de atividades e estratégias de ensino.....	75

Apresentação

Prezado(a) professor(a),



O GEPEQ-IQUSP – Grupo de Pesquisa em Educação Química do Instituto de Química da Universidade de São Paulo – tem como objetivo desenvolver estudos, pesquisas e atividades na área da educação científica, buscando ampliar a compreensão da realidade do ensino atual, das necessidades formativas e do processo educativo.

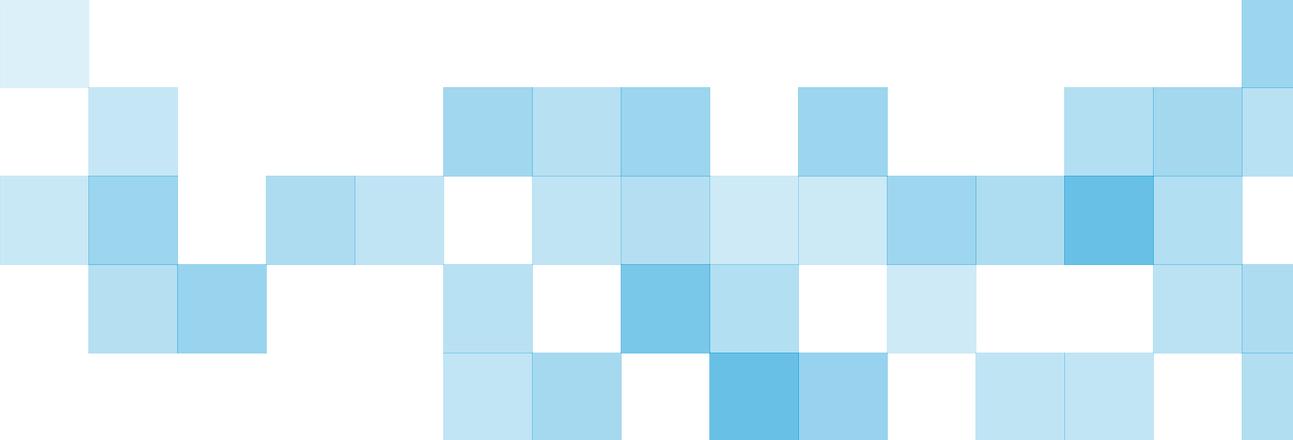
Nossas ações visam contribuir para a melhoria do ensino de química, procurando proporcionar a professores e alunos uma compreensão mais aprofundada do papel da Ciência e da Tecnologia na vida individual e na sociedade, através da interligação dos conteúdos ao contexto social e da promoção de um ensino que possibilite o desenvolvimento de competências que permitam ao educando entender o mundo físico, julgar e tomar suas próprias decisões sobre situações relacionadas ao conhecimento científico, ampliando o sentido de sua cidadania.

Procuramos, neste material, apresentar algumas propostas de trabalho com o enfoque na experimentação investigativa. Primeiramente discutiremos o papel da experimentação no ensino de química, o significado da experimentação investigativa e sua importância na aprendizagem de conteúdos de ciências, possíveis níveis de abertura de um experimento investigativo e a necessidade de se conhecer as concepções dos alunos sobre alguns conceitos antes de promover o ensino dos mesmos.

Neste material, você encontrará textos sobre os tópicos citados, bem como atividades experimentais de características investigativas e propostas para que o professor desenvolva seu próprio material e atividades com esse enfoque.

Nossa proposta é a de aprofundar alguns dos temas que fazem parte do currículo de Química do Estado de São Paulo, especificamente conteúdos relativos ao ensino da físico-química.

Para que as atividades aqui propostas sejam bem aproveitadas por todos nós, a troca de experiências é um fator muito importante, bem como o estabelecimento de um espaço para discussões e aprofundamentos conceituais.



O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Capítulo 1

1.1 Por que usar experimentação no ensino de Química?

As atividades experimentais são práticas em geral vistas com bons olhos pelo professorado e, sobretudo, pelos estudantes. Dificilmente algum desses sujeitos não aprecia a realização, ou mesmo a observação, de um experimento de ciência. Os alunos gostam de ver cores, fumaças, movimentos, choques e explosões. Os professores gostam de “ensinar na prática”, como eles mesmos dizem. Todos gostam de experiências fantásticas!

Entretanto, *apreciar* a experimentação é algo bem diferente de *utilizá-la* ou *compreendê-la* corretamente. É preciso admitir que, embora todos gostem de experiências, poucos refletem ou pesquisam sobre questões como “Qual o papel didático da experimentação?” ou “De que maneira ela contribui para a aprendizagem da Química?”. Consequentemente, as respostas à questão proposta no título desse texto, “Por que usar experimentação no ensino de Química?”, quase sempre apresenta respostas simplistas ou parciais tais como “Devemos usar a experimentação porque a Química é uma ciência experimental”, “Devemos fazer experimentos para cativar os alunos” ou “As experiências ajudam a mostrar a teoria na prática”. Estas são algumas das respostas mais comuns diante da questão apresentada no título do texto e, mesmo que a princípio concordemos com suas proposições, elas não são satisfatórias porque são simplistas e incompletas.

A Química evolui a partir da realidade concreta dos fenômenos observados, sejam eles naturais ou provocados pelo homem, mas também evolui a partir da criatividade e da razão humana. Muitas vezes o conhecimento não surge da observação dos fenômenos, mas das proposições teóricas, dos modelos e, mais recentemente, das simulações e modelagens computacionais. Dizer que é por meio da experimentação que a Química constrói seu conhecimento é uma declaração um tanto reducionista.

O aspecto lúdico¹ das atividades experimentais também é outra armadilha. Nem sempre um bom experimento será “fantástico”. Entenda-se “bom experimento” como sendo aquele que resulta em aprendizagens importantes para a formação dos estudantes. Quase sempre o potencial pedagógico e a capacidade de despertar interesse e fascinação de uma atividade experimental não residem em sua beleza estética, mas na habilidade do mediador (professor, monitor) em problematizar os fenômenos, questionar os estudantes, explorar os dados, fazer relações e contextualizar os conteúdos aprendidos. Por outro lado, alguns experimentos lindos têm pouca utilidade

¹ Lúdico; lú.di.co; adj (lat ludu+ico2) Que se refere a jogos e brinquedos ou aos jogos públicos dos antigos. (Dicionário online Michaelis)

nas aulas de Química e, infelizmente, muitas vezes são considerados como “autossuficientes” pelos professores. Às vezes parece que, pelo fato da turma ter gostado de ver ou de realizar aquele experimento, o papel do professor está cumprido. O fato de uma atividade experimental despertar nos alunos certa curiosidade ou fascínio não é o ponto de chegada da aula, mas o ponto de partida, não é nele que culmina o processo educativo, como pensam alguns, mas de onde se parte para alcançar a aprendizagem.

Por fim, a maior das falácias é a ideia de que pela experimentação didática, aquela feita em uma sala de aula (ou mesmo em um laboratório didático), com controles mínimos das condições experimentais, pode-se provar ou negar uma teoria científica. Na melhor das hipóteses, a experimentação didática pode fornecer mais elementos, argumentos, fatos, que, em conjunto com outros conhecimentos, podem ajudar na compreensão e construção de um conceito científico, mas nunca prová-lo ou negá-lo. Se a experimentação didática tivesse tal poder, o que dizer aos alunos diante de um experimento em que o resultado observado não confere com a teoria estudada? Muda-se a teoria? Claro que não! Por outro lado, não é aconselhável simplesmente dizer que o experimento deu errado, que o ignorem e se foquem na teoria. Ao invés disso, podemos interpretar o resultado inesperado à luz dos conhecimentos já tratados, analisar as condições de realização do experimento e aproveitar do acontecido para, ainda assim, desenvolver certas aprendizagens científicas. Por trás da ideia de que por meio de um simples experimento pode-se provar ou refutar uma teoria científica por vezes está a concepção, já há muito criticada na filosofia e história da ciência, de que a evolução científica ocorre por meio de experimentos cruciais realizados por alguns poucos cientistas brilhantes e que determinam a criação das teorias e leis científicas. Bem diferente disso, a ciência evolui por um processo não linear de reflexões, debates e embates de pesquisadores e grupos de pesquisa, alguns renomados e outros quase anônimos, pautados em aspectos teóricos e fenomenológicos e possuidores de diferentes crenças, valores, interesses, conhecimentos e propósitos.

Em síntese, como afirma Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 326), “alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois, de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de Ciência neutra, objetiva, progressista, empirista”. Esses autores também criticam a ideia de experimentação para comprovação de teoria e para motivação dos alunos, como temos discutido até aqui.

Os problemas ligados à experimentação no ensino de Química são muitos e se referem não apenas às concepções dos professores e alunos, mas também

a maneira como ela é realizada nas aulas:

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades, ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados (SUART; MARCONDES, 2009, p.51).

É preciso, portanto, repensar tanto os propósitos das atividades experimentais nas aulas de Química quanto a forma mais adequada de realizá-la. Uma aula experimental deve engajar os estudantes não apenas em um trabalho prático, manual, mas principalmente intelectual. Não basta que o aluno manipule vidrarias e reagentes, ele deve, antes de tudo, manipular ideias (problemas, dados, teorias, hipóteses, argumentos). Em outras palavras, o que se espera é que a expressão “participação ativa dos estudantes”, tantas vezes usada para justificar o uso de atividades experimentais nas aulas de Química e em outras atividades didáticas, passe a adquirir o significado de “participação *intelectualmente ativa* dos estudantes”.

A experimentação cujos objetivos principais são a motivação da turma ou a comprovação de teorias pouco contribui para a aprendizagem dos estudantes (GIL-PÉREZ; VALDÉS-CASTRO, 1996; HODSON, 1994). A experimentação nas aulas de Química tem função pedagógica, ou seja, ela presta-se a aprendizagem da Química de maneira ampla, envolvendo a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento, a compreensão do trabalho científico, aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão, controle e previsão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica.

É preciso que as atividades experimentais desenvolvidas nas aulas de Química possam propiciar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos físicos, articulando seus conhecimentos já adquiridos e formando novos conhecimentos. Neste processo de construção dos conhecimentos, as atividades experimentais poderiam ser organizadas de maneira a colocar os estudantes diante de situações problemáticas, nas quais eles poderão usar dados empíricos, raciocínio lógico, conhecimentos teóricos e criatividade para propor suas próprias hipóteses, argumentações e explicações. Quanto maior a abertura que se dê aos estudantes nas aulas experimentais para que eles exponham seus raciocínios, confrontem suas

teorias e debatam seus argumentos, tanto maior será o desenvolvimento não apenas da aprendizagem de conceitos da ciência, mas também de um pensamento científico.

1.2 Atividades experimentais investigativas para o ensino de Química

Como já mencionado, as atividades experimentais têm sido consideradas um recurso importante no ensino de Química. Tais atividades podem proporcionar aos alunos o conhecimento de fenômenos, citados pelos professores em suas aulas, e que são, muitas vezes, desconhecidos ou não associados à Química pelos estudantes, como, por exemplo, o reconhecimento de um ácido ou base pelo emprego de indicadores, as diferenças na rapidez com que as reações químicas ocorrem etc.

Além do reconhecimento de fenômenos, as atividades experimentais podem ter um alcance maior na formação do aluno, pois podem ser planejadas para proporcionar a elaboração de conceitos e o desenvolvimento de habilidades de pensamento relacionadas aos processos da ciência. As atividades experimentais de natureza investigativa apresentam essas características pedagógicas.

Uma atividade de ensino investigativa deve partir de uma situação problema que possa interessar os alunos a participar da investigação, suscitando a busca de informações, a proposição de hipóteses sobre o fenômeno em estudo, o teste de tais hipóteses, e a discussão dos resultados para a elaboração de conclusões acerca do problema. Nesse processo, os alunos mobilizam os conhecimentos que já têm e buscam outros para formular suas hipóteses e propor maneiras de solucionar o problema apresentado, devem argumentar, procurando justificar tais hipóteses e procedimentos propostos, e estabelecer relações entre fatos e possíveis explicações e aplicar os conhecimentos construídos em outras situações. Os alunos, dessa maneira, têm um papel ativo, sendo o professor o orientador desse processo, no qual incentiva os alunos a participar, indica ou fornece informações necessárias, questiona os encaminhamentos dados pelos estudantes na busca de soluções para o problema, auxilia-os na elaboração de procedimentos e na análise dos dados.

Assim, em uma atividade de natureza investigativa,

...a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar,

relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Planejar uma atividade experimental com características investigativas exige do professor que atente para alguns aspectos nem sempre considerados quando se planejam atividades que visam somente o conhecimento de fatos ou a ilustração de princípios e conceitos já abordados na sala de aula. Um desses aspectos diz respeito aos objetivos pedagógicos que o professor atribui à atividade, definindo-os não apenas em termos dos conteúdos ou conceitos a serem aprendidos, mas, também, em relação ao que se espera que a atividade alcance considerando as habilidades de pensamento e julgamentos de valor que pretende que os alunos desenvolvam. Outro aspecto importante é a proposição de um problema que possa despertar o interesse dos alunos e, ao mesmo tempo, seja adequado para tratar os conteúdos que se quer ensinar. Também, o professor deve tomar decisões quanto à busca de informações pelos alunos, as quais podem em parte ser fornecidas por ele ou serem buscadas em fontes de informação por ele indicadas (livros, páginas na internet). Ainda, um grande desafio nesse tipo de atividade é saber planejar questões que auxiliem o aluno a tratar os dados (estabelecer relações, testar uma hipótese, elaborar conclusão, julgar a plausibilidade da conclusão etc.), promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem.

As principais características das atividades de natureza investigativa (SPRONKEN-SMITH et al. 2007, p. 2, tradução nossa) são:

- aprendizagem orientada por questões ou problemas;
- aprendizagem baseada em um processo de busca de conhecimentos e construção de novos entendimentos;
- ensino centrado na aprendizagem, professor tem papel de facilitador;
- alunos assumem gradativamente a responsabilidade por sua aprendizagem;
- desenvolvimento de habilidades de auto-reflexão;
- processo ativo de aprendizagem.

Para iniciar a elaboração de uma atividade investigativa a ser aplicada em sala de aula, pode ser de grande valia refletir sobre alguns aspectos pedagógicos que devem fazer parte do planejamento. Silva (2011) aponta os seguintes aspectos a serem considerados:

- objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais;
- situação problema, cujas atividades experimentais propostas ajudam a responder;
- conhecimentos e concepções que os alunos apresentam sobre o tema;
- atividades pré-laboratório: informações a serem apresentadas e hipóteses solicitadas aos alunos;
- atividade experimental, por demonstração ou para a realização pelos alunos; dados a serem coletados, maneira de organizá-los;
- atividades pós-laboratório: questões formuladas aos alunos para análise dos dados, conclusão e aplicação do conhecimento; sistematização dos resultados e conclusões; aplicação a novas situações.

A determinação da quantidade de etanol presente na gasolina comercial, tema frequentemente presente no ensino médio, pode ser um exemplo de como esses elementos pedagógicos podem ser mobilizados no planejamento de uma atividade investigativa. O quadro a seguir resume um planejamento de uma atividade proposta aos alunos para o estudo dessa determinação.

Quadro 1: Planejamento de uma atividade experimental investigativa.

<p>Situação-problema- Para melhorar o rendimento da queima da gasolina em um motor automotivo adicionam-se certos aditivos a ela. O Brasil substituiu os compostos de chumbo, altamente poluentes, que eram acrescentados à gasolina comercial por etanol. A quantidade máxima de etanol a ser adicionada é determinada por lei, sendo atualmente de 20%. A gasolina disponível no mercado pode estar adulterada, como já foi muitas vezes noticiado na imprensa. O álcool é substituído por outros materiais mais baratos, mas que causam problemas como a corrosão do motor e menor eficiência na combustão.</p>
<p>Problema: Como se pode determinar a quantidade de álcool adicionado à gasolina?</p>
<p>Conhecimentos prévios: Questionar os alunos sobre o que conhecem sobre a gasolina. Qual é a origem da gasolina? Como é fabricada? Por que se coloca álcool na gasolina? O álcool que se usa como combustível comercial é igual ao adicionado à gasolina? A mistura gasolina-etanol é homogênea ou heterogênea? Como separar esta mistura?</p>
<p>Informações: Apresentar alguns dados sobre a produção da gasolina e de etanol no país, dar informações sobre os “diferentes” tipos de etanol: anidro, hidratado, gel. Sugerir busca de informações sobre propriedades físicas e químicas da gasolina e do etanol. Mostrar uma amostra de gasolina comercial (que contém álcool), perguntar sobre a aparência (homogênea), se é possível reconhecer visualmente a presença do álcool.</p>
<p>Hipóteses/Sugestões: Solicitar aos alunos que, baseados em seus conhecimentos apresentem sugestões de como fazer a determinação do teor de álcool em uma amostra de gasolina comercial. Se necessário, lembrá-los das possíveis diferenças entre as propriedades desses materiais. (Nossa suposição é a de que sugiram a destilação, a densidade, solubilidade).</p>

Pré-laboratório: Discussão das sugestões dos alunos e de uma proposta de método de separação.
Laboratório: Será fornecido um roteiro para a realização da extração quantitativa do etanol presente na gasolina por água. Haverá uma tabela para anotação dos dados.
<p>Questões propostas para análise dos dados:</p> <p>O que você observou quando adicionou água à gasolina? É possível identificar a água e a gasolina? Como?</p> <p>O volume dos materiais (gasolina e água) se alteraram?</p> <p>Baseado em dados de solubilidade, a água extraiu o álcool ou a gasolina?</p> <p>Comparando os volumes iniciais e finais, como você pode calcular a quantidade de álcool presente na amostra de gasolina? Qual é o teor de álcool nesta amostra?</p> <p>Toda a quantidade de etanol presente foi extraída pela água? Isto traria uma incerteza no valor obtido?</p>
<p>Conclusão: Avaliação do erro causado pela não dissolução total do álcool na água.</p> <p>Argumentar se esta gasolina comercial está de acordo com a atual legislação.</p>
Aplicação: Busque informações sobre processos industriais que utilizam a extração por solventes (extração da cafeína, de óleos vegetais)
Questão para discussão: Vale a pena adulterar a gasolina? Apresente seus argumentos.

Esta atividade permite a participação dos alunos em quase todas as etapas, exigindo um envolvimento cognitivo que não se restringe à simples observação e anotação do observado. Os alunos são convidados a analisar os dados, o que envolve o reconhecimento das variáveis relevantes no processo. A organização das observações em uma tabela também é um aprendizado e pode auxiliar o aluno no desenvolvimento de competências de leitura desse tipo de comunicação. Ainda, o aluno deverá aplicar os conhecimentos, reconhecendo o processo estudado em outros sistemas.

Essa atividade poderia ter um nível de exigência cognitiva maior se o professor pedisse aos alunos que elaborassem seus próprios procedimentos para testar as hipóteses apresentadas e selecionadas para investigação. Tais procedimentos deveriam ser discutidos com os grupos para que pudessem ser executados, sendo que o professor faria questionamentos quanto a aspectos como: materiais empregados, controle de variáveis, segurança etc. Esse tipo de atividade, em que os alunos propõem procedimentos para testar suas próprias hipóteses, muitas vezes é chamada de “Laboratório Aberto” (CARVALHO et al, 1999).

As questões propostas pelos professores aos alunos podem auxiliá-los na análise dos resultados e de suas próprias ideias e, dessa maneira, no

desenvolvimento de raciocínios científicos. Assim, na elaboração dessas questões deve-se considerar a demanda cognitiva que elas requerem dos alunos. Pode-se categorizar essa demanda em três níveis (SHEPARDSON; PIZZINI, 1991; SUART; MARCONDES, 2008), como é mostrado no Quadro 2.

Quadro 2: Nível de cognição das questões propostas para os alunos (SUART; MARCONDES, 2008).

Nível	Descrição
1	Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
2	Requer que o estudante desenvolva atividades como seqüenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema.
3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Questões de nível 1 têm baixa exigência cognitiva, sua função é a de provocar a evocação de fatos, de um dado conceito ou conhecimento. São necessárias, mas não podem ser o único tipo de questão apresentada aos alunos. Questões do nível 2 requerem habilidades cognitivas de ordens mais altas do que a simples evocação, pois envolvem o reconhecimento da situação problemática, o estabelecimento de relações. As questões de nível 3 são as que exigem habilidades cognitivas de mais alta ordem, uma vez que as repostas a essas questões demandam o reconhecimento das variáveis relevantes e a avaliação destas, generalizações do problema em outros contextos etc. Uma atividade com características investigativas deve apresentar questões dos três níveis, com ênfase nos dois últimos.

No planejamento de uma atividade, os vários aspectos pedagógicos presentes podem apresentar características investigativas em diferentes níveis. Para analisar o quanto a atividade planejada pode ser investigativa, Silva (2011) propôs uma classificação em quatro níveis de acordo com a proximidade à abordagem investigativa, conforme descrita anteriormente.

O Quadro 3 apresenta esses quatro níveis para cada elemento pedagógico presente em uma atividade.

Quadro 3: Níveis de aproximação a uma atividade investigativa (SILVA, 2011).

Níveis	N1 – Não apresenta características investigativas	N2 – Tangencia características investigativas	N3 – Apresenta algumas características de atividade investigativa	N4 – Atividade investigativa
Objetivo	Tópicos a serem estudados ou conteúdos específicos.	Habilidades genéricas e tópicos a serem estudados.	Habilidades e competências específicas.	Habilidades e competências específicas relacionadas ao assunto estudado.
Problemática	Não apresenta.	Questões sobre o assunto estudado (com o intuito de organizar ou introduzir o assunto, podem ou não ser respondidas).	Questões relacionadas ao assunto estudado que são retomadas durante o experimento.	Problema a ser resolvido por meio da atividade experimental, da busca de informações e de discussões.
Elaboração de hipóteses	Não há.	Elaborada pelo aluno para uma situação específica que não é explorada.	Elaborada pelo aluno para uma situação específica que será explorada na atividade.	Elaborada pelo aluno a partir da problematização.
Atividade experimental	Experimento por demonstração o aluno observa o que o professor apresenta sem interação.	Experimento por demonstração ou realizado pelo aluno a partir de um procedimento dado.	Experimento realizado pelo aluno a partir de um procedimento dado com algum grau de decisão no procedimento (por exemplo, massa, volume, concentração)	Experimento realizado pelo aluno a partir de um procedimento inicial e completado ou sugerido por ele.
Questões conceituais para os alunos	Não exploram os dados obtidos na atividade.	Exploram parcialmente os dados obtidos na atividade prática, solicitando ou não conclusões parciais.	Exploram os dados obtidos na atividade prática exigindo uma conclusão.	Exploram os dados obtidos na atividade prática exigindo uma conclusão ou a aplicação em novas situações.
Sistematização dos conceitos	Realizada exclusivamente pelo professor ou não apresentada.	Sem encaminhamento de questões de análise e de exploração da hipótese.	A partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses.	A partir das análises dos resultados, do confronto das ideias iniciais e finais, da exploração das hipóteses e das respostas ao problema proposto.
Características do experimento	Verificação ou ilustração de conceitos.	Apresenta características de verificação, porém com uma exploração conceitual inicial.	Apresenta características investigativas devido ao tipo de questões de análise dos dados.	Investigativo, busca resolver o problema proposto.

O planejamento de uma atividade que apresente características investigativas não é tão simples como o de uma atividade ilustrativa ou de reconhecimento de fenômenos, entretanto as possibilidades que proporciona para o desenvolvimento dos alunos é um incentivo para que elaborem atividades que apresentem os elementos pedagógicos de uma atividade baseada na investigação.

1.3 Níveis de abertura em atividades experimentais investigativas

Como visto anteriormente, a experimentação no ensino de Ciências tem importância reconhecida por professores de química. Dois tipos de atividades experimentais podem ser comparadas, a conhecida como tradicional, na qual estão incluídas demonstrações, ilustrações, verificações e comprovação de teorias, e um segundo tipo, chamada de experimentação investigativa, que envolve a participação do aluno na resolução de um problema.

Na atividade experimental com enfoque tradicional o aluno faz o que o professor determina, seguindo um roteiro tipo receita culinária (TAMIR, 1977; DOMIN, 1999) e geralmente conhece de antemão os resultados que serão obtidos. Não é apresentada uma problematização, que poderia motivar e estimular o aluno a pensar, e a interagir com seus pares, tampouco o envolve na formulação de hipóteses e na elaboração de conclusões. A solicitação ao aluno se limita ao relato dos dados e o professor, como detentor do saber, fornece explicações, utilizando o resultado do experimento para comprovar teorias ou conceitos anteriormente apresentados ao aluno.

Essa maneira de organizar a atividade experimental é muito diferente do enfoque investigativo, que tem como base o envolvimento do aluno na resolução de um problema. Como apontam Zanon e Freitas (2007, p. 95), nesse tipo de atividade, o professor “suscita o interesse dos alunos a partir de uma situação problematizadora em que a tentativa de resposta dessa questão leva à elaboração de suas hipóteses”. O experimento não se resume à simples manipulação de materiais e coleta de dados, pois é planejado para que o aluno reflita, tomando consciência de suas ações e propondo explicações (CARVALHO et al., 1999). Ainda, os alunos com a mediação do professor, poderiam elaborar seus próprios experimentos, na tentativa de testar suas próprias hipóteses para a resolução do problema.

Os papéis desempenhados pelo professor e pelos alunos nas diversas etapas envolvidas em uma atividade com características investigativas podem definir diferentes graus de liberdade conferidos ao aluno.

Um dos primeiros a definir os níveis de abertura de uma atividade experimental foi Schwab² (1962 apud JIMÉNEZ VALVERDE; LLOBERA JIMÉNEZ; LLITJÓS VIZA, 2006, p. 60). Ele definia esses níveis de acordo com a proporção em que o professor facilitaria os problemas, as maneiras

²SCHWAB, J. J. The teaching of science as enquiry. In: ²SCHWAB, J. J.; BRANDWEIN, P. F. (eds). **The teaching of science**. Cambridge: Harvard University Press, 1962, p. 3-103.

e meios para enfrentar os problemas e as respostas aos problemas, ou seja, quanto maior a intervenção do professor menor o grau de abertura.

Outras classificações sobre os níveis de abertura foram propostas por: Herron³ (1971 apud JIMÉNEZ VALVERDE; LLOBERA JIMÉNEZ; LLITJÓS VIZA, 2006, p. 62, tradução nossa), Tamir⁴ (1991 apud SANTIAGO, 2011, p. 38), Borges (2002, p. 304), apresentadas respectivamente nos quadros 4, 5 e 6,

Quadro 4 – Níveis de abertura propostos por Herron (1971).

Nível	0	1	2	3	4
Nome	Demonstração	Exercício	Investigação estruturada	Investigação aberta	Projeto
Objetivo	Dado	Dado	Dado	Dado	Dado em parte ou aberto
Material	Dado	Dado	Dado todo ou em parte	Aberto	Aberto
Método	Dado	Dado	Dado em parte ou aberto	Aberto	Aberto
Solução	Dado	Aberta	Aberta	Aberta	Aberta
Tipo de prática	Verificacionista	Verificacionista	Verificacionista ou investigativa	Investigativa	Investigativa

Quadro 5 – Níveis de abertura propostos por Tamir (1991).

Nível de investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dadas
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

³HERRON, M. The nature of scientific inquiry. **School Review**, 79, 1971, p. 171-212,

⁴TAMIR, P. Practical work at school: An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed). **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

Quadro 6 – Níveis de abertura propostos por Borges (2002).

Aspectos	Laboratório tradicional	Atividades Investigativas
Quanto ao grau de abertura	Roteiro pré-definido	Variado grau de abertura
	Restrito grau de abertura	Liberdade total no planejamento
Objetivo da atividade	Comprovar leis	Explorar fenômenos
Atividade do estudante	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

A proposta de Priestley⁵ (1997 apud JIMÉNEZ VALVERDE; LLOBERA JIMÉNEZ; LLITJÓS VIZA, 2006, p. 60, tradução nossa) relaciona os níveis de abertura da atividade experimental com os processos cognitivos requeridos.

Quadro 7 – Níveis de abertura propostos por Priestley (1997).

Nível	Nome	Descrição	Processo cognitivo requerido
1	Hermeticamente fechado	Todos os procedimentos são dados aos alunos. Os dados são anotados em locais definidos na folha de atividades de laboratório. As tabelas de dados são incluídas.	Conhecimento
2	Muito fechado	Todos os procedimentos são dados aos alunos. As tabelas de dados são incluídas.	Conhecimento
3	Fechado	Todos os procedimentos são dados aos alunos.	Conhecimento e compreensão
4	Entreaberto	Todos os procedimentos são dados aos alunos. Algumas perguntas ou conclusões são abertas.	Compreensão e aplicação
5	Ligeiramente aberto	A maioria dos procedimentos são dados aos alunos e algumas perguntas ou conclusões são abertas.	Aplicação
6	Aberto	Os estudantes desenvolvem seus procedimentos. Uma lista com os materiais é fornecida. Muitas perguntas e conclusões são abertas.	Análise e síntese
7	Muito aberto	Aos estudantes é indicado um problema a ser resolvido ou eles mesmo podem indicá-lo. Os estudantes desenvolvem seus procedimentos e chegam às suas conclusões.	Síntese e avaliação

⁵ PRIESTLEY, W. J. The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education. **Dissertation Abstracts International**. 58(3), 1997, p. 806.

Em nossos trabalhos (GEPEQ, 2009), utilizamos a proposta de Pella (1961, tradução nossa) que considera as seguintes etapas de uma atividade experimental: proposição de um problema, elaboração de hipóteses, elaboração de um procedimento experimental, coleta e análise dos dados e elaboração das conclusões, cada uma delas pode ser, em princípio, realizada pelo professor ou pelo aluno, o que significa maior ou menor envolvimento intelectual e afetivo dos estudantes na realização da atividade. Quanto maior é a solicitação feita ao aluno, maior é o nível de abertura do experimento e, conseqüentemente, maior grau de liberdade ele terá para tomar decisões no sentido de resolver o problema. Essa proposta (quadro 8) mostra as diferentes possibilidades de realização de cada etapa pelo professor ou pelo aluno, considerando 3 níveis de abertura (ou graus de liberdade). Para efeito de comparação incluímos a experimentação tradicional.

Quadro 8 – Níveis de abertura de atividades experimentais (PELLA, 1961)

	TRADICIONAL	INVESTIGATIVA		
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Elaboração do problema	Não há	Professor	Professor	Aluno
Elaboração de hipótese	Não há	Não há, ou professor	Aluno	Aluno
Proposição dos procedimentos	Professor	Professor	Aluno	Aluno
Coleta de dados	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno
Análise dos dados	Professor	Aluno	Aluno	Aluno
Elaboração da conclusão	Aluno/ Professor	Aluno	Aluno	Aluno

Atividade experimental investigativa de nível 1

Na abordagem investigativa nível 1 cabe ao professor propor uma situação problema e também fornecer o procedimento dos experimentos. Ao aluno cabe coletar e analisar os dados, elaborar uma conclusão e também propor soluções para o problema em questão.

Atividade experimental investigativa de nível 2

Na abordagem investigativa de nível 2 de abertura, o professor propõe uma situação problema e ao aluno cabe a elaboração de hipóteses, a escolha dos procedimentos experimentais, a coleta e análise dos dados, a elaboração de conclusões e a proposta de soluções para o problema em questão.

Atividade experimental investigativa de nível 3

Diferentemente das abordagens investigativas Nível 1 e Nível 2, nas quais o professor propunha o problema a ser investigado, na abordagem investigativa de nível 3 de abertura cabe ao aluno a proposição de uma situação problema, bem como a elaboração de hipóteses, a escolha dos procedimentos experimentais, além de coletar e analisar os dados, elaborar uma conclusão e também propor soluções para resolver ou minimizar o problema em questão. Este tipo de abordagem ocorre, com mais frequência, quando os alunos desenvolvem projetos ou atividades em feiras de ciências com características de pré-iniciação científica.

Em qualquer uma dessas abordagens não tradicionais o problema a ser investigado precisa ser elaborado de forma que os alunos sintam interesse pela investigação, ou seja, deve ser relacionado à realidade do aluno, ao contexto em que está inserida a escola, ou aos conceitos estudados em sala de aula. Ainda, o problema deve ser proposto em um nível de dificuldade adequado para que os alunos não se sintam desmotivados e desistam da atividade. Problemas muito simples ou muito complexos para certo grupo de alunos podem causar desmotivação.

Como o experimento pressupõe um problema a ser resolvido, é necessário que haja atividades pré e pós-laboratório. É importante, do ponto de vista do envolvimento cognitivo do aluno, introduzir inicialmente a situação problematizadora, discutir as idéias principais e dar oportunidades para que os alunos pensem sobre o problema e proponham suas hipóteses. A aula pós-laboratório pode ajudar os estudantes a pensar sobre os dados obtidos, como os analisar e como conectar esses dados com os conceitos estudados. As discussões, realizadas durante o pré e o pós-laboratório,

podem permitir que os estudantes façam conexões significativas entre o fenômeno observado, os dados coletados e os conceitos desenvolvidos nas aulas.

Devemos enfatizar, também, a importância do papel do professor, qualquer que seja o nível de abertura com que um experimento investigativo é proposto, pois cabe a nós professores a mediação do processo, provendo condições para que os alunos compreendam o que estão fazendo e possam construir relações conceituais que justifiquem o problema que estão resolvendo.

Qualquer que seja a atividade experimental proposta aos alunos, devemos considerar, em seu planejamento, as possibilidades de explorações conceituais e de desenvolvimento de habilidades cognitivas mais complexas do que a simples observação, comprovação ou execução mecânica de cálculos, e sim habilidades tais como estabelecer relações, propor hipóteses, elaborar conclusões. Pode não ser tarefa das mais simples transformar um experimento apresentado nos moldes tradicionais, que atinge certos objetivos formativos, em um investigativo, que pode promover competências mais complexas, mas parece valer a pena esse esforço, se consideramos os ganhos que os alunos podem ter.

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências – Unindo a pesquisa e a prática**. Thomson, 2004.

BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 19 (3), 2002, p. 291-313.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: FEUSP, 1999, 123p.

DOMIN, D. S. A Review of Laboratory Instruction Styles. **Journal of Chemical Education**. 76 (4), 1999, p. 543-547.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação. **Química Nova**, 27 (2), 2004, p. 326-331.

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química – Instituto de Química USP). MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro (coord.); GAIA, Anderson Melo; SOUZA, Fabio Luiz de; AKAHOSHI, Luciane Hiromi; SANTOS, Maria do Carmo de Almeida; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; SALES, Maria Gislaine Pinheiro; OLIVEIRA Jr., Milton Machado de; CARMO, Miriam Possar do; SUART, Rita de Cassia; MARTORANO, Simone Alves de Assis. **Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio: reflexões e propostas**. São Paulo: SEE/CENP, 2009.

GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio con investigación: Un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de Las Ciencias**, 14 (2), 1996, P.155-163.

HODSON, D. Hacia un Enfoque más crítico del Trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciencias**, 12 (3), 1994, p. 299-313.

JIMÉNEZ VALVERDE, G.; LLOBERA JIMÉNEZ, R.; LLITJÓS VIZA, A. La atención a la diversidad en las práctica de laboratorio de química: los niveles de abertura. **Enseñanza de las Ciencias**, 24 (1), 2006, p. 59-70.

PELLA, M. O. The laboratory and science teaching. **The Science Teacher**, 28, 1961, p.20-31.

SANTIAGO, J. C. R. **Propostas de atividades experimentais no ensino de física e os objetivos educacionais estabelecidos pela lei de diretrizes e bases da educação nacional, LDB/96**. Dissertação de

Mestrado, Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Brasília, 2011.

SHEPARDSON, D. P., PIZZINI, E. L. Questioning levels of Junior high school science textbook and their implications for learning textual information. **Science Education**. 1991, 75 (6), p. 673-688.

SILVA, D. P. **Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores**. 2011, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – área Ensino de Química) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011, Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-01062012-135651/pt-br.php>. Acesso em 19/03/2013.

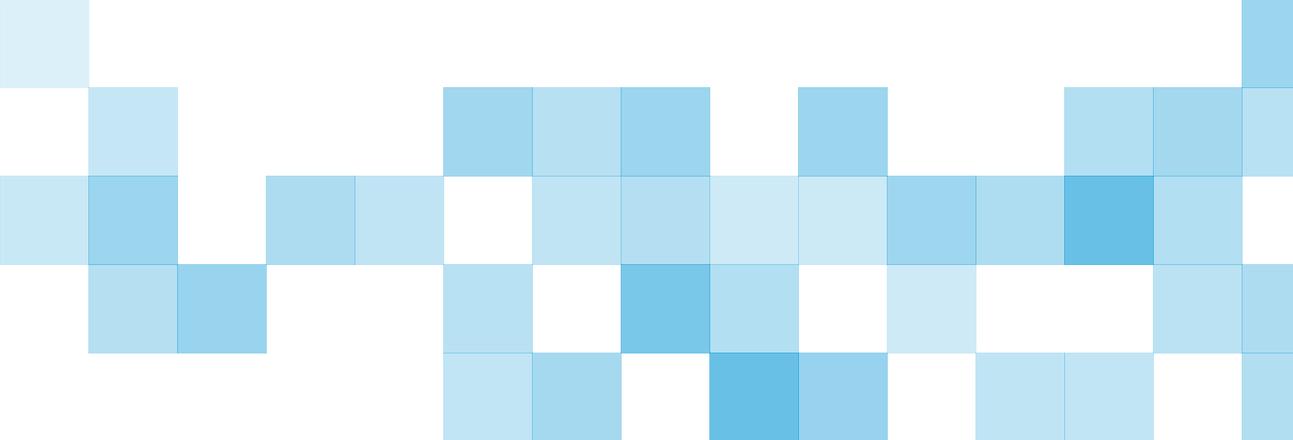
SPRONKEN-SMITH, R.; ANGELO, T.; MATTHEWS, H.; O’STEEN, B.; ROBERTSON, J. How Effective is Inquiry-Based Learning in Linking Teaching and Research? In: **An International Colloquium on International policies and Practices for Academic Enquiry**, Marwell, Winchester, UK, April, 19-21, 2007. Disponível em <http://www.intellcontrol.com/files/EBL/how%20effective%20is%20inquiry-based%20learning%20in%20linking%20teaching%20and%20research.pdf>. Acesso em 19/03/2013.

SUART, R. C., MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 8 (2), 2008. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/53/46>. Acesso em 19/03/2013.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciência & Cognição**, 14 (1), 2009. p. 50-74.

TAMIR, P. How are the laboratories used? **Journal of Research in Science Teaching**, 14 (4), 1977, p. 311-216.

ZANON, D. A. V., FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciência & Cognição**. 10, 2007, p. 93-103.



A IMPORTÂNCIA DE CONHECER AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS EM QUÍMICA

Capítulo 2

As orientações construtivistas do processo de ensino e aprendizagem de ciências defendem que os estudantes constroem seus próprios conhecimentos na interação entre os conhecimentos que fazem parte de suas estruturas mentais, as informações que recebem do meio externo e com os outros. Portanto, o reconhecimento de ideias já estabelecidas na mente do aluno é de fundamental importância para que se estabeleçam ligações entre o que se pretende ensinar e o que o aluno já conhece, tendo em vista a aprendizagem significativa. Com base nessa premissa, destaca-se a célebre frase: *“O fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já conhece; descubra-o e ensine-o de acordo”* (AUSUBEL et al., 1980, p. 137).

Assim se o ensino deve partir das ideias ou concepções prévias dos alunos é importante que se conheça um pouco sobre elas. O que chamamos de concepções prévias? Segundo a literatura, inúmeras denominações podem ser atribuídas às concepções prévias dos alunos, tais como: pré-conceitos, conceitos de senso comum, ideias intuitivas, conceitos espontâneos, concepções alternativas, pré-concepções, entre outras. No consenso geral, referem-se a ideias de caráter pessoal, pois são representações que cada indivíduo faz do mundo que o cerca, são vagas (variam seu significado de uma situação para outra) e pouco definidas. São ideias que os sujeitos constroem para interpretar e explicar eventos naturais cotidianos; são construções que os estudantes elaboram para dar respostas às necessidades pessoais de interpretar os fenômenos naturais. Podem ser elaboradas através da interação do sujeito com o mundo, ou seja, da experiência direta com objetos, acontecimentos ou situações. Podem se originar desde o instante que a criança tenta prever os acontecimentos visto que, para ela, são coerentes e bastante preditivas em relação aos fenômenos cotidianos, mesmo que do ponto de vista científico não sejam corretas. Portanto, as concepções prévias são influenciadas, mas não ditadas por contribuições do meio. Podem ser inconsistentes, pois os alunos tendem a usar concepções diferentes para interpretar situações que exigem a mesma explicação, e usam as mesmas concepções para interpretar situações que exigem explicações diferentes. Todavia, estas concepções prévias podem se tornar inibidoras da construção de conceitos e de princípios cientificamente aceitos, pois são, “altamente estáveis, tenazes e resistentes à extinção”, pois, para os alunos, são úteis e coerentes, satisfazendo seus pontos de vista.

Existem, ainda, diversas posições relativas à influência de um ou outro fator, sociocultural, educativo e linguístico, no que diz respeito à origem destas construções pessoais e como estão organizadas. Por exemplo, o termo partícula é usado na ciência para se referir a molécula, íon, átomo etc.;

no entanto, os alunos utilizam-no para expressar uma pequena, mas visível porção da matéria, associando o termo partícula à ideia de “pequenos grãos”.

A seguir apresentamos algumas concepções que os alunos podem apresentar sobre alguns conceitos de Química e que podem orientar o planejamento das atividades didáticas. Por exemplo, em relação à cinética química, estudos mostraram que:

- Os alunos atribuem às substâncias participantes da reação, ou a uma delas, a responsabilidade pela velocidade do processo.
- Em suas explicações sobre a dinâmica de uma reação química existe a coexistência da teoria das colisões com uma visão contínua de matéria.
- A questão do movimento das partículas envolvidas em uma reação química não é considerada pelos alunos em suas explicações sobre a interação entre essas partículas. (JUSTI; RUAS, 1997)

Para que o aluno do ensino médio entenda por que algumas transformações químicas são mais rápidas do que outras é necessário que ele, inicialmente, consiga identificar as substâncias participantes dessa reação. Nessa tarefa, o primeiro obstáculo que o aluno pode encontrar está relacionado ao conhecimento que ele possui da linguagem própria da química (reconhecer e representar equações, fórmulas, símbolos químicos, entre outros). Os estudantes podem não conseguir identificar, em uma equação química, as substâncias que estão reagindo, em que estados físicos se encontram, dificultando assim o entendimento, por exemplo, da velocidade e do mecanismo de uma reação química.

Concepções de alunos sobre a corrente elétrica e óxido-redução em eletroquímica foram detectadas nos estudos de Caramel (2006) e Sanger e Greenbowe (1997) e algumas são destacadas a seguir:

- Os alunos reconhecem a corrente elétrica como um “pacote” de substância em movimento que é consumida durante a circulação, pois é comum pensarem que a energia é “materializada” e “consumida”.
- O termo eletricidade implica em alguma forma de energia primária, como petróleo, carvão e gás.
- A corrente elétrica cessa, pois não existe “espaço” disponível para os elétrons no fio.
- A corrente é vista como “algo” fluindo através do circuito, da bateria

para a lâmpada, assim como água num circuito hidráulico.

- Em uma célula, os ânions e cátions atraem uns aos outros e isto afeta o movimento dos íons para os eletrodos.
- Os prótons movem-se em condutores metálicos.
- Os elétrons movem-se em eletrólitos.
- Há uma alta concentração de elétrons no ânodo.
- Processos de oxidação e redução podem ocorrer de forma independente.

Esses autores apontam que os alunos demonstram ter muita dificuldade, nos níveis representacional, descritivo, funcional e explicativo das reações de óxido-redução, e em conceituar redução e oxidação. Justificam o efeito geração da corrente, por uma única causa, a transformação das espécies química (oxidação e redução), sem se importarem com os aspectos dinâmicos de movimentação das cargas, tanto nos fios, quanto nos eletrólitos. A função da ponte salina é praticamente ignorada e o movimento de íons na solução não constitui uma corrente elétrica, além do que a ponte salina é vista pelos alunos como um fio por onde passam os elétrons. Ideias estas que devem ser consideradas no planejamento do ensino de eletroquímica.

No ensino de equilíbrio químico é de fundamental importância que o aluno visualize o sistema em equilíbrio não como compartimentos separados e independentes, que percebam que a rapidez da reação direta e inversa são iguais ao se atingir o equilíbrio químico, que saibam interpretar como o aumento da pressão ou das quantidades de reagentes perturbam o equilíbrio químico, que considerem que a constante de equilíbrio químico permanece constante a uma dada temperatura, e que compreendam o dinamismo e a coexistência de reagentes e produtos.

No entanto, algumas concepções prévias relacionadas a este assunto acabam por inibir a compreensão do aluno e mesmo suas experiências com situações por eles vivenciadas, tais como andar de bicicleta, observar uma balança, acabam por dificultar a compreensão sobre este tema.

Nos estudos feitos por Machado e Aragão (1992), é possível perceber algumas concepções apresentadas pelos alunos e que devem ser analisadas e consideradas pelo professor antes do ensino de equilíbrio químico, tais como:

- Equilíbrio químico é igual ao equilíbrio estático, assim como em uma balança.
- A quantidade de reagente e produtos são necessariamente iguais no

equilíbrio químico.

- Os alunos fazem confusão entre o conceito de equilíbrio químico e a operação de acertar o coeficiente estequiométrico. Tomam uma ideia pela outra, essa confusão provavelmente tem origem no fato de que alguns professores utilizam a expressão “equilibrar a equação química” para se referir ao balanceamento das equações químicas.
- O equilíbrio químico é estático e nele não ocorrem mais reações químicas.
- Os reagentes se transformam em produtos e depois os produtos se transformam em reagentes, assim como em um movimento pendular.
- Reagentes e produtos estão separados em compartimentos distintos, assim como representado na equação química em que reagentes estão de um lado da representação e produtos do outro.

Conhecer as concepções prévias que os alunos trazem para a sala de aula, antes do ensino de alguns conceitos, poderia auxiliar o professor na elaboração de estratégias de ensino a fim de superar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos científicos. Além disso, poderia evitar que as concepções prévias fossem reforçadas ou até mesmo formadas durante o processo de ensino.

Segundo Yip⁶ (1998 apud CAKIR, 2008, p. 204, tradução nossa) a formação dos professores em uma perspectiva construtivista de ensino e aprendizagem deveria prepará-los com conhecimentos e habilidade sobre:

- o que os educadores em ciência têm descoberto sobre as concepções alternativas em ciências;
- métodos para diagnosticar as concepções alternativas dos estudantes antes e após o ensino;
- planejamento de estratégias instrucionais para enfrentar as concepções alternativas dos estudantes;
- revisão de determinadas áreas do conhecimento em que os próprios professores tem dificuldades conceituais.

Estes objetivos formativos para professores de ciências podem ser aplicados também à formação continuada, visto que os conhecimentos produzidos na pesquisa em ensino e aprendizagem de conceitos científicos estão em constante atividade e podem contribuir para a melhoria da educação em ciências.

⁶ YIP, D. Y. Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. **International Journal of Science Education**, 20(4), 1998, p. 461-477.

Para acessar os conhecimentos e concepções dos alunos previamente ao ensino, o professor poderá utilizar de questões que façam os alunos explicitarem suas ideias sobre um determinado tema. Assim, por exemplo, no ensino de cinética química, questões como as exemplificadas abaixo, poderiam contribuir para o reconhecimento das concepções prévias dos alunos sobre cinética química:

1. Em sua opinião, por que algumas substâncias reagem quando estão juntas enquanto outras não reagem?
2. Como você pode explicar que algumas transformações (como a queima de petróleo e a formação de bolhas durante a dissolução de um antiácido) são praticamente instantâneas enquanto outras (como a formação de ferrugem em um prego de ferro e a formação de água na atmosfera) demoram mais tempo para ocorrer?
3. Como você imagina que uma transformação química ocorre? Por favor, desenhe o que está pensando e explique seu desenho. Ex: para a reação: $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$.

A solicitação de desenhos também é outra maneira de explorar as concepções dos estudantes, desde que eles expliquem suas representações pictóricas.

Muitos trabalhos de pesquisa já foram realizados procurando conhecer as ideias dos alunos sobre conceitos químicos. Muitos desses trabalhos mostram como os dados junto aos alunos foram coletados, apresentando, por exemplo, as questões solicitadas aos alunos. No artigo “Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio” (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009), são apresentadas as questões submetidas aos alunos para se conhecer o que pensavam sobre o assunto tratado, como é exemplificado a seguir.

- 1) Elabore, com base em seus conhecimentos, um desenho que mostre como você imagina “ser” um átomo, indicando as partes que o constituem.
- 2) Podemos separar os elétrons de um átomo? Explique.
- 3) Represente, por meio de um desenho, como você imagina “ser” o átomo de sódio.
- 4) O que você entende por íon? Como você pensa que se formam os íons? Explique.

Outro artigo publicado trata das ideias que os alunos apresentam sobre a

dissolução (CARMO; MARCONDES, 2008). Para conhecer as concepções dos estudantes, foram apresentadas quatro questões abertas que solicitavam.

o entendimento da palavra “solução” (no contexto da aula de Química); da expressão “dissolver uma substância em outra”; exemplos de soluções conhecidas por eles; e a representação, por meio de desenhos e explicações, do processo da dissolução de sal de cozinha em água.

Assim, além de planejar suas próprias questões para saber o que os alunos já conhecem do assunto a ser ensinado, o professor poderá encontrar subsídios na literatura, de vários exemplos de manifestação das concepções sobre os mais diversos assuntos.

Referências

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

CAKIR, M. Constructivist Approaches to Learning in Science and Their Implications for Science Pedagogy: A Literature Review. **International Journal of Environmental & Science Education**, 3 (4), 2008, p. 193-206.

CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando Soluções em Sala de Aula – uma Experiência de Ensino a partir das Idéias dos Alunos. **Química Nova na Escola**. 28, 1997, p. 37-41.

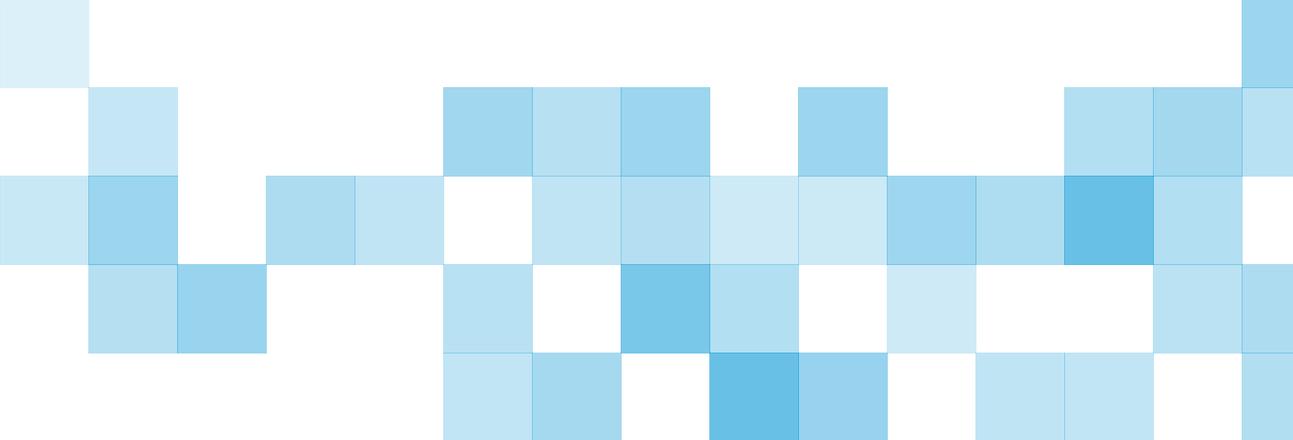
CARAMEL, J. C. N. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Caderno Brasileiro Ensino Física**, 28 (1), 2011, p. 7-26.

FRANÇA, A. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, 31 (4), p. 275-282, 2009.

JUSTI, R.; RUAS, R. M. Aprendizagem de química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento? **Química Nova na Escola**. 5, maio, 1997.

MACHADO, H. A.; ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico: Concepções e distorções no ensino e na aprendizagem. **Química Nova na Escola**, 4, 1996, p. 18-20.

SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J. Common students misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolyte and concentration cells. **Journal of Research in Science Teaching**, 34 (4), 1997, p. 377-398.



PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

Capítulo 3

Açividade 1

Energia Fornecida pelos Alimentos

Situação problema

Alguns alimentos são utilizados pelo homem como fonte de matéria e energia para poder realizar suas funções vitais, incluindo o crescimento, a movimentação, a reprodução etc. A produção de energia pelo corpo humano ocorre a partir da digestão dos alimentos, em que acontece uma série de transformações químicas que convertem moléculas complexas em moléculas mais simples. Nas células do organismo acontecem, com estas moléculas, transformações químicas que são responsáveis pelo fornecimento da energia.

Supondo que uma pessoa disponha dos seguintes alimentos: pão torrado, amendoim, nozes e castanha. Qual desses alimentos forneceria maior quantidade de energia?

Açividade pré-laboratório

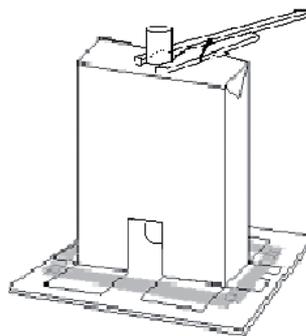
1. Dos alimentos citados, na sua opinião, qual forneceria mais energia para quem o consumir? Justifique
2. Como você procederia para determinar a energia fornecida por esses alimentos?
3. O que devemos considerar para comparar a energia fornecida pelos alimentos?

Laboratório

Objetivo: Comparar o calor produzido na queima de alguns alimentos.

Materiais e reagentes:

- » 1 pinça de madeira
- » 1 calorímetro construído com caixa de leite
- » fósforos
- » 2 tubos de ensaio pirex de 15mm x 150mm
- » 1 proveta de 10mL
- » 1 termômetro de -10°C a 110°C



Calorímetro

- » 1 balança
- » lamparina a álcool ou bico de bunsen
- » água destilada
- » 1 clipe aberto para prender/espeter o alimento
- » pão torrado
- » grãos de amendoim ou pedaços de nozes ou castanhas

Procedimento:

- » 1. Pesar o tubo de ensaio e anotar o valor obtido na tabela.
- » 2. Prender o tubo de ensaio com a pinça de madeira e colocá-lo no orifício superior do calorímetro, como mostra a figura ao lado. Regular a altura do tubo para que fique cerca de 3cm acima do azulejo.
- » 3. Pesar o alimento e espetá-lo no clipe aberto.
- » 4. Medir, com a proveta, 10mL de água destilada e adicionar ao tubo de ensaio.
- » 5. Introduzir o termômetro no tubo de ensaio e medir a temperatura inicial da água. Retirar o termômetro.
- » 6. Iniciar a queima de um dos alimentos através da chama da lamparina.
- » 7. Ao observar que o alimento está queimando, introduzir o alimento no orifício inferior do calorímetro deixando-o próximo ao tubo de ensaio. Quando terminar a combustão do alimento, medir a temperatura da água, agitando-a previamente.
- » 8. Com outro tubo de ensaio, repetir o procedimento queimando outro alimento.
- » 9. Anotar os dados na tabela.

Tabela sugerida para anotações:

Alimento	Massa do alimento (g)	Temperatura inicial (°C)	Temperatura final (°C)	ΔT (°C)	Massa do tubo de ensaio (g)	massa de água (g)
Pão torrado						
Noz						
Castanha						
Amendoim						

Bibliografia:

SÃO PAULO (Estado) Sec. da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Subsídios para implementação da proposta curricular de química para o 2º grau.** Coord. Marcello de Moura Campos. São Paulo: SE/CENP/FUNBEC, 1979.

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e Transformações – Livro de Laboratório: Módulos III e IV.** São Paulo: EDUSP, 1999.

Questões para Análise do Experimento

1. Por que ocorre o aquecimento da água?
2. Como é possível calcular a energia térmica liberada na queima do alimento?
3. Considerando a densidade da água igual a $1\text{g}/\text{cm}^3$, calcule a massa de água utilizada.
4. Sabendo que 1g de água necessita de 1 cal para elevar sua temperatura em 1°C , calcule quantas calorias a massa de água utilizada absorveu para aumentar sua temperatura no valor obtido.
5. Sabendo que 1g de vidro necessita de $0,2\text{ cal}$ para elevar sua temperatura em 1°C , calcule quantas calorias o tubo de ensaio absorveu para aumentar sua temperatura no valor obtido.
6. Calcule o calor total liberado na queima do alimento, desprezando as perdas para o ambiente.
7. Para cada um dos alimentos, calcule a energia necessária para queimar 1g do alimento.
8. Dos alimentos analisados, qual fornece maior quantidade de energia?

Açividade 2

Condutibilidade elétrica de materiais

Procedimento:

- Inicialmente, com o dispositivo desligado, limpar os eletrodos com a esponja de aço.
- Rosquear as duas lâmpadas nesse dispositivo e ligá-lo à tomada. As lâmpadas acendem?
- Testar a condutibilidade elétrica de cada material sólido, usando o aparelho de condutibilidade com todas as lâmpadas rosqueadas. Caso não se acenda nenhuma lâmpada, desenroscar a de 100 W e observar novamente. Caso não observar acendimento, desenroscar a de 5 W e observar. Anotar suas observações.
- Preparar soluções aquosas de: cloreto de sódio e hidróxido de sódio, acrescentando a mesma quantidade de água aos frasquinhos que os contêm. Testar a condutibilidade da água e das soluções, seguindo o mesmo procedimento anterior, lavando, entre uma medida e outra, as pontas metálicas do aparelho.
- Colocar em uma cápsula de porcelana cerca de 2,0 g de hidróxido de sódio (20 pastilhas). Montar um sistema para aquecimento e aquecer suavemente, até a fusão do sólido. Testar a condutibilidade do hidróxido de sódio no estado líquido (fundido). Anotar suas observações.
- Repetir esse procedimento para a naftalina. Anotar suas observações.

Materiais	Observação das lâmpadas		
	2,5W	5W	100W
Alumínio			
Cobre			
Mármore			
Cloreto de sódio			
Naftalina triturada			
Naftalina fundida			
Hidróxido de sódio sólido			
Hidróxido de sódio fundido			
Água destilada			
Água potável			
Solução aquosa de NaCl			
Solução aquosa de NaOH			

Utilizar as notações (+); (++) e (+++) para expressar a condutibilidade e a intensidade da luz e a notação (-) no caso do material não ser condutor.

Discutir, com os colegas, os resultados obtidos. Fazer um quadro síntese considerando as observações feitas e a discussão.

Bibliografia:

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. **Caderno do professor: química, ensino médio. 2ª série**, v. 1. São Paulo: SEE, 2009.

Atividade 3

Reatividade de metais

(Adaptada de SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. **Caderno do professor: química, ensino médio**. 2ª série, v. 4. São Paulo: SEE, 2009.)

Objetivo: Comparar a reatividade de alguns metais por meio da interação entre esses metais e soluções aquosas de íons desses metais.

Estabelecer uma “ordem de reatividade”.

Materiais e Reagentes:

- » raspas de cobre.
- » solução aquosa de sulfato de magnésio 1 mol/L.
- » raspas de magnésio.
- » solução aquosa de sulfato de zinco 1mol/L.
- » raspas de zinco.
- » solução aquosa de sulfato de cobre 1 mol/L.
- » 9 tubos de ensaio.
- » caneta marcadora de vidro.

Procedimento:

- » 1 Numerar os tubos de ensaio de 1 a 9.
- » 2 Nos tubos 1, 2 e 3, colocar solução de sulfato de magnésio até cerca de 2 cm de altura. No tubo 1 adicionar o zinco, no tubo 2, o cobre e no tubo 3, o magnésio.
- » 3 Nos tubos 4, 5 e 6, colocar solução de sulfato de cobre até cerca de 2 cm de altura e adicionar zinco no tubo 4, cobre no tubo 5 e magnésio no tubo 6.
- » 4 Nos tubos 7, 8 e 9, colocar solução de sulfato de zinco até cerca de 2 cm de altura e adicionar zinco no tubo 7, cobre no tubo 8 e magnésio no tubo 9.
- » 5 Anotar suas observações na tabela a seguir

Metais	Íons		
	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Mg ²⁺
Zinco			
Cobre			
Magnésio			

Aktividade 4

Galvanização – cobreação

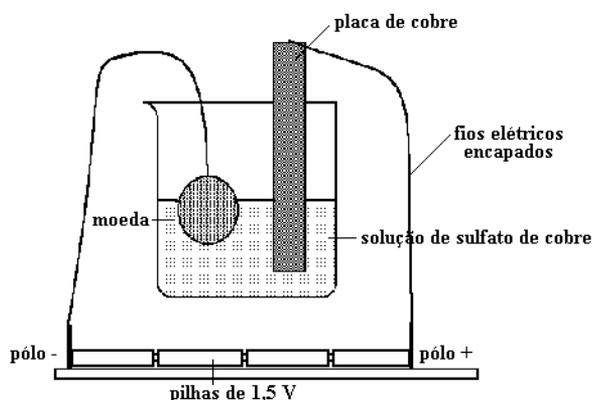
Objetivo: Efetuar o recobrimento de um objeto com cobre.

Materiais E Reagentes:

- » 1 placa de cobre
- » 1 moeda
- » 4 pilhas de 1,5 V (pequenas)
- » 1 béquer de 50 mL
- » palha de aço (“Bombril”)
- » 1 fonte
- » solução de sulfato de cobre II pentaidratado 0,5 mol/L ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Procedimento:

- » 1. Limpar a placa e a moeda com palha de aço.
- » 2. Colocar cerca de 40 mL de solução de sulfato de cobre II no béquer.
- » 3. Colocar a placa e a moeda na solução por aproximadamente 2 minutos e observar o que ocorre.
- » 4. Após esse tempo, secá-las e limpá-las novamente se necessário.
- » 5. Montar a aparelhagem conforme a figura:



- » 6. Deixar galvanizar por aproximadamente 2 minutos.

Bibliografia:

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e Transformações I: Química para o Ensino Médio: Livro do Aluno/ Guia do Professor.** São Paulo: Edusp, 1993.

Açividade 5

Galvanização – zincagem

Título: Utilização de energia elétrica – galvanização – zincagem.

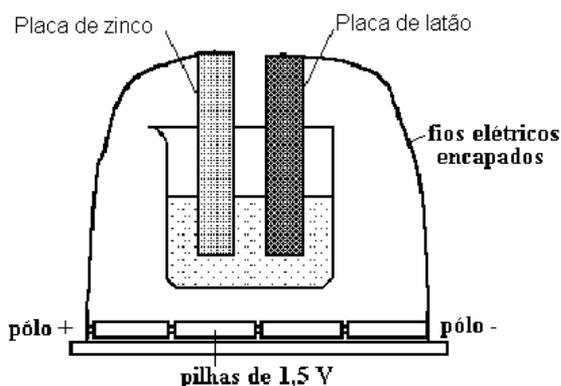
Objetivo: Efetuar o recobrimento de um objeto com zinco.

Materiais e Reagentes:

- » 1 placa de latão
- » solução de sulfato de zinco (ZnSO_4) 0,1 mol/L
- » 1 placa de zinco
- » 1 porta-pilhas com fios elétricos encapados
- » 1 béquer de 50 mL
- » 4 pilhas de 1,5 V (pequenas)
- » palha de aço (Bombril)

Procedimento:

- » 1. Limpar as placas com palha de aço.
- » 2. Colocar 40 mL da solução de sulfato de zinco no béquer.
- » 3. Montar a aparelhagem sem as pilhas (conforme figura) e deixar as placas na solução por aproximadamente 2 minutos e observar o que ocorre.
- » 4. Após esse tempo, secar as placas e limpá-las novamente se necessário.
- » 5. Montar a aparelhagem com as pilhas conforme a figura:



- » 6. Deixar galvanizar por aproximadamente 2 minutos.

BIBLIOGRAFIA:

NUFFIELD Foundation. **Colección de experimentos**. Barcelona: Reverté, 1971.

Aktividade 6

Galvanização – niquelação

Título: Galvanização - Niquelação.

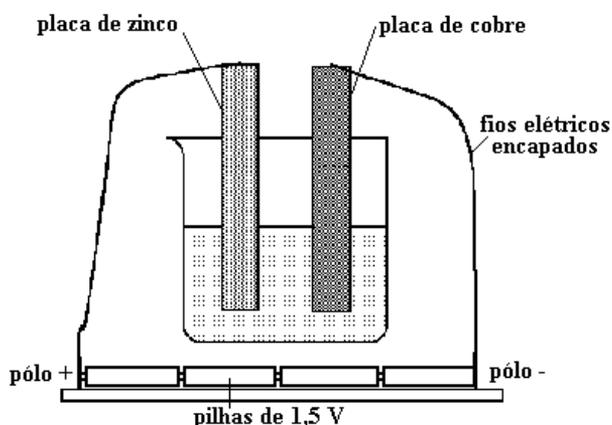
Objetivo: Efetuar o recobrimento de um objeto com níquel.

Materiais e Reagentes:

- » 1 placa de cobre (pólo negativo)
- » 8,0 g de sulfato de níquel (NiSO_4)
- » 1 placa de zinco (pólo positivo)
- » 1,0 g de sulfato de amônio [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$]
- » 1 béquer de 250 mL
- » água destilada
- » 4 pilhas de 1,5 V (pequenas)
- » 2 fios elétricos encapados
- » 4 “jacarés”
- » palha de aço (Bombril)

Procedimento:

- » 1. Preparar uma solução dissolvendo o sulfato de níquel e o sulfato de amônio em 100 mL de água destilada, no béquer de 250 mL.
- » 2. Limpar as placas com palha de aço. Em seguida, enxaguar bem com água destilada.
- » 3. Montar a aparelhagem de acordo com a figura abaixo:



» 4. Deixar galvanizar por 10 minutos, virando a placa de cobre para recobrir os dois lados.

Bibliografia:

ALYEA, H. N. & DUTTON, F. B. **Tested Demonstrations in Chemistry.** 6th ed., Pennsylvania, Journal of Chemical Education, 1965.

Açividade 7

Oficina de metais e eletroquímica

Metais e Eletroquímica 1

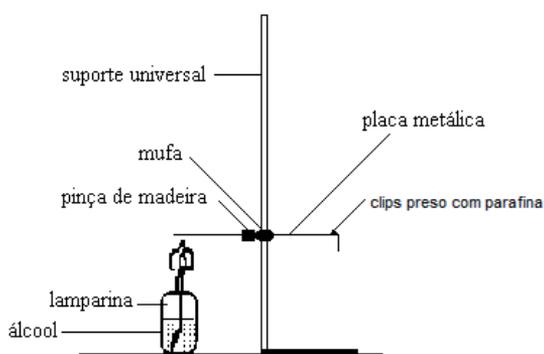
Título: Condutibilidade Térmica de Metais.

Objetivo: Verificar a diferença de condutibilidade térmica dos metais: alumínio e ferro.

- » Materiais e Reagentes:
- » 1 suporte universal
- » mufa e pinça de madeira
- » 1 lamparina à álcool
- » vela e fósforos
- » Cronômetro
- » placa de alumínio ou ferro (20cm × 3cm) dobrada a 1 cm de uma das extremidades
- » 1 clips preso com parafina na extremidade dobrada da placa

Procedimento:

- » 1. Montar o sistema a seguir, usando a placa de alumínio.



- » 2. Posicionar a lamparina abaixo da extremidade oposta ao do clipe preso.
- » 3. Ao mesmo tempo, acender a lamparina e acionar o cronômetro, medindo o tempo necessário para o clipe se desprender. Anotar esse tempo.
- » 4. Repetir o procedimento de 1 a 4 com a placa de ferro. Cuidado ao retirar a de alumínio, pois poderá estar quente.

Metais e Eletroquímica 2

Título: Densidade.

Objetivo: Compreender o conceito de densidade e verificar a densidade de alguns metais.

Materiais e Reagentes:

- » 1 conta-gotas
- » proveta de 10 mL (preferencialmente de plástico)
- » Água
- » cilindros de metal (como ferro, alumínio e cobre, não identificados)
- » balança

Procedimento:

- » 1. Pesar cada cilindro de metal e anotar a massa obtida.
- » 2. Colocar água de torneira na proveta até próximo à marca de 5 mL e, com o auxílio do conta-gotas, adicionar mais água até acertar o menisco.
- » 3. Colocar uma das amostras de metal desconhecido devagar na proveta para não quebrá-la se acaso for de vidro, para isso inclinar a proveta sem derramar a água, colocar cuidadosamente o cilindro e deixar que ele escorregue pela parede da proveta. Anotar a diferença de volume (lembre-se que a diferença de volume é o volume do metal).
- » 4. Calcular a densidade do metal analisado.
- » 5. Repetir este procedimento para a outra amostra de metal.

Bibliografia:

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. Interações e Transformações I: Química para o 2º Grau: Livro do Aluno/GEPEQ. São Paulo: Edusp, 1993.

Metais e Eletroquímica 3

Título: Metais - Reatividade.

Objetivo: Classificar metais segundo sua reatividade, através da reação com ácido.

Materiais e Reagentes:

- » 4 tubos de ensaio
- » raspa de cobre metálico (Cu)
- » 1 estante para tubos de ensaio
- » raspa de zinco metálico (Zn)
- » caneta marcadora de vidro
- » raspa de ferro metálico (Fe)
- » raspa de magnésio metálico (Mg)
- » ácido clorídrico 2 mol/L (HCl)

Procedimento:

- » 1. Numerar os tubos de ensaio de 1 a 4.
- » 2. Colocar cerca de 2 mL de ácido clorídrico em cada tubo.
- » 3. Colocar os metais, um em cada tubo, ao mesmo tempo e observar o que ocorre, anotando suas observações.

Anotações:

Tubo n°	Metal	Observações
1	ferro	
2	cobre	
3	zinco	
4	magnésio	

Bibliografia:

TRINDADE, D. F. et al. **Química Básica Experimental**. São Paulo: Ícone, 1981.

OLIVEIRA, E. A. **Aulas Práticas de Química**. São Paulo: Papiro, 1980.

Metais e Eletroquímica 4

Título: Determinação dos potenciais de eletrodos metálicos.

Objetivo: Comparar a reatividade de alguns metais.

Materiais e Reagentes:

- » 1 pedaço de papel de filtro em forma de T
- » solução de nitrato de sódio (NaNO_3) 1mol/L
- » 1 voltímetro (ou multímetro)
- » solução de nitrato de chumbo [$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$] 1mol/L
- » papel toalha
- » 1 placa de petri grande
- » 1 pedaço de palha de aço (bombril)
- » 3 placas metálicas: 1 de chumbo (Pb), 1 de cobre (Cu) e 1 de zinco (Zn)
- » solução nitrato de zinco hexaidratado [$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$] 1 mol/ L
- » solução de sulfato de cobre II pentaidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 1 mol/L

Procedimento:

- » 1. Escrever em cada uma das pontas do papel de filtro o nome de um metal (Pb, Zn, Cu).
- » 2. Limpar as placas de metal utilizando palha de aço (“Bombril”) sobre o papel toalha.
- » 3. Colocar o papel de filtro na placa de Petri conforme o esquema da figura 1, umedecer a ponta escrita “Pb” com 3 gotas de solução de nitrato de chumbo [$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$].
- » 4. Repetir a etapa anterior para as demais pontas, onde está escrito “Zn” com solução de nitrato de zinco [$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$] e “Cu” com solução de sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

- » 5. Colocar cada metal sobre o papel de filtro correspondente.
- » 6. A montagem dos metais sobre o papel deve ficar conforme a figura 2.

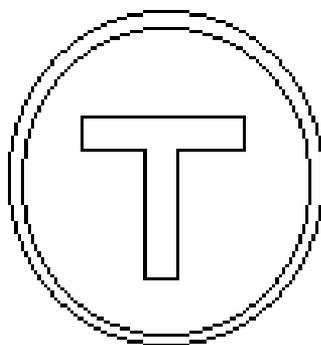


Figura 1

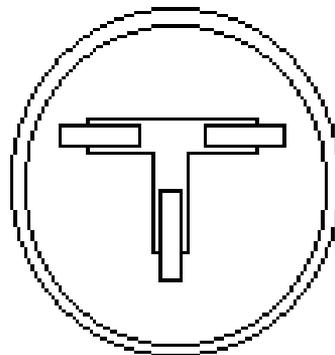


Figura 2

- » 7. Adicionar 4 gotas de solução de nitrato de sódio (NaNO_3) na parte central do papel de filtro.
- » 8. Com o auxílio do multímetro eletrônico realizar a medida dos potenciais entre dois diferentes metais.
- » 9. Anotar o valor do potencial obtido na tabela abaixo:

Metais	Pb(s)	Zn(s)	Cu(s)
Pb(s)	-----		
Cu(s)	-----		-----

- 10. Repetir o procedimento anterior utilizando dois outros pares de metais, até formar todos os pares possíveis. Não esquecendo de anotar os valores na tabela.

Bibliografia:

FELICÍSSIMO, A. M. P. et al. **Experiências de Química: Técnicas e conceitos básicos: PEQ**. São Paulo: Moderna, 1982.

Metais e Eletroquímica 5

Título: Construção de uma pilha comum (seca).

Objetivo: Mostrar o funcionamento de uma pilha comum.

Materiais e Reagentes:

- » 1 vidro de relógio
- » solução saturada de cloreto de amônio

- » pedaço de algodão
- » 1 tubo de zinco (retirado de uma pilha)
- » 1 bastão de carbono (grafite)
- » solução de ácido clorídrico 1 mol/L
- » dióxido de manganês
- » 2 espátulas de madeira (palito de sorvete)
- » 1 tubo de ensaio
- » estante para tubos de ensaio
- » 1 par de luvas descartáveis
- » 1 béquer de 100 mL (para descarte de líquidos)
- » água destilada
- » 1 sistema de cartão musical com fios e garras “jacaré”

Procedimento:

- » 1. Utilizando a espátula de madeira, colocar suavemente o tubo de zinco no tubo de ensaio.
- » 2. Adicionar a solução de ácido clorídrico ao tubo de ensaio até cobrir o tubo de zinco. Deixar em repouso por aproximadamente 1 minuto.
- » 3. Após esse tempo despejar o líquido do tubo de ensaio para o béquer, usando a espátula para não deixar o tubo de zinco sair do tubo de ensaio. Lavar duas vezes esse tubo de zinco com água destilada, para isso proceder da seguinte forma: colocar água até cobrir o tubo de zinco, agitar ligeiramente o tubo de ensaio e despejar o líquido para béquer utilizado anteriormente.
- » 4. Colocar no vidro de relógio uma quantidade de dióxido de manganês equivalente a três pontas de espátula.
- » 5. Adicionar solução de cloreto de amônio até formar uma pasta líquida.
- » 6. Colocar o algodão nessa pasta, deixando-o encharcado.
- » 7. Protegendo a mão com as luvas, enrolar o algodão em torno do grafite, formando um “rolinho”.
- » 8. Colocar esse “rolinho” dentro do tubo de zinco.
- » 9. Ligar ao tubo de zinco o “jacaré” adaptado ao polo negativo do sistema de cartão musical.
- » 10. Ligar ao bastão de carbono o “jacaré” adaptado ao polo positivo do sistema de cartão musical.
- » 11. Observar o que ocorre. Caso nada ocorra, verificar todos os contatos.

Bibliografia:

SHAKHASHIRI, Bassam Z. **Chemical Demonstrations**. Wisconsin: The University of Wisconsin Press, 1992, vol. 4.

Metais e Eletroquímica 6

Título: Construção de uma pilha de magnésio e cobre.

Objetivo: Mostrar as transformações químicas gerando energia elétrica.

Materiais e Reagentes:

- » 1 béquer de 100 mL
- » 1 bastão de grafite ou eletrodo de carbono
- » solução de ácido sulfúrico 1 mol/L
- » fita ou raspa ou bastão de magnésio
- » palha de aço
- » 1 sistema de cartão musical com fios e garras “jacarés”

Procedimento:

- » 1. Colocar cerca de 50 mL de solução de ácido sulfúrico no béquer.
- » 2. Adaptar o bastão de grafite ao polo positivo do sistema do cartão musical.
- » 3. Adaptar com o “jacaré” a raspa de magnésio ao polo negativo do sistema do cartão musical.
- » 4. Introduzir o bastão de grafite e a raspa de magnésio na solução de ácido sulfúrico.
- » 5. Observar o que ocorre. Caso nada aconteça, verificar todos os contatos.

Bibliografia:

AMBROGI, A.; VERSOLATO, E. F. & LISBOA, J. C. F. **Unidades modulares de química**. São Paulo: Hamburg/CECISP (Centro de Ensino de Ciências do Estado de São Paulo), 1987.

Metais e Eletroquímica 7

Título: Pilha de água sanitária.

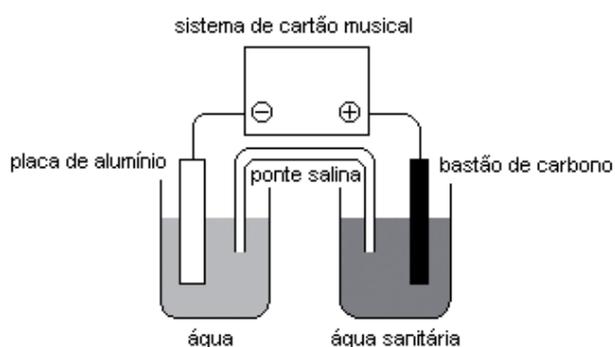
Objetivo: Mostrar o princípio de funcionamento de uma pilha.

Materiais e Reagentes:

- » água sanitária
- » placa de alumínio (obtida de uma latinha)
- » 2 potes pequenos de vidro
- » sal de cozinha (cloreto de sódio – NaCl)
- » 1 colher (chá) de plástico
- » sistema de cartão musical com fios
- » palha de aço (“Bombril”)
- » ponte salina (solução saturada de NaCl)
- » água destilada
- » bastão de grafite ou eletrodo de carbono (retirado de uma pilha)

Procedimento:

- » 1. Limpar a placa com palha de aço.
- » 2. Colocar em um dos potes água até a metade de sua capacidade.
- » 3. Colocar no outro pote água sanitária até a metade de sua capacidade.
- » 4. Colocar cerca de 40 mL de água no béquer. Adicionar uma colher cheia de sal e agitar.
- » 5. Montar o sistema conforme o esquema abaixo, ligando o fio do polo positivo ao eletrodo de carbono e o fio do pólo negativo à placa de alumínio. Observar por cerca de 20 segundos.
- » 6. Adicionar uma colher de sal no béquer que contém água e a placa de alumínio.



- » 7. Agitar cuidadosamente com a colher e observar novamente.

Bibliografia:

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química. Projeto Laboratório Aberto. São Paulo, IQUSP, 2003.

Metais e Eletroquímica 8

Título: Pilha de Daniell.

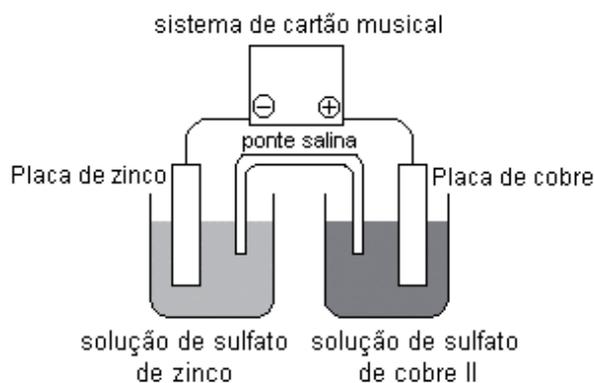
Objetivo: Mostrar o princípio do funcionamento de uma pilha.

Materiais e Reagentes:

- » 2 potes pequenos de vidro
- » ponte salina (solução KCl)
- » 1 placa de zinco
- » solução de sulfato de zinco 1 mol/L (ZnSO_4)
- » 1 placa de cobre
- » palha de aço (“Bombril”)
- » 1 sistema de cartão musical com fios
- » solução de sulfato de cobre II pentaidratado 1 mol/L ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Procedimento:

- » 1. Limpar as placas com palha de aço.
- » 2. Colocar em um dos potes solução de sulfato de cobre II até a metade de sua capacidade.
- » 3. Colocar no outro pote solução de sulfato de zinco até a metade de sua capacidade.
- » 4. Interligar os dois potes com a ponte salina.
- » 5. Colocar na solução de sulfato de zinco a placa de zinco já adaptada ao pólo negativo do sistema de cartão musical.
- » 6. Colocar na solução de sulfato de cobre II a placa de cobre já adaptada ao pólo positivo do sistema de cartão musical.
- » 7. Observar o que ocorre. Caso nada aconteça, verificar todos os contatos.



Bibliografia:

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: Livro do Aluno/Guia do Professor.** São Paulo: EDUSP, 1998.

Metais e Eletroquímica 9

Título: Pilha de cobre e zinco (pilha pingo d'água).

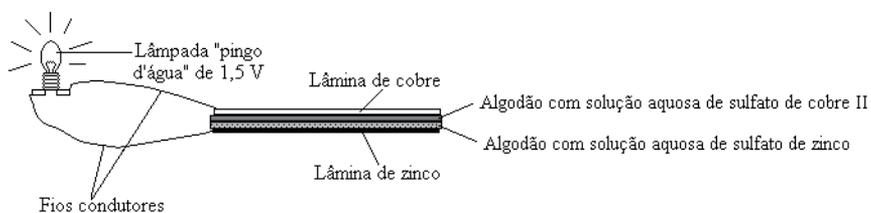
Objetivo: Mostrar o princípio do funcionamento de uma pilha ou bateria.

Materiais e Reagentes:

- » 1 ou 2 placas de cobre
- » 1 ou 2 placas de zinco
- » 1 soquete para essa lâmpada
- » solução de sulfato de zinco 1 mol/L (ZnSO_4)
- » 2 placas de petri
- » 1 lâmpada de 1,5 V (“pingo d'água”)
- » 2 conta-gotas
- » quadrados de algodão ou feltro
- » 1 pinça metálica palha de aço (“Bombril”)
- » 2 fios encapados adaptados às placas e ao soquete
- » solução de sulfato de cobre II pentaidratado 1 mol/L ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Procedimento:

- » 1. Limpar as placas com a palha de aço.
- » 2. Colocar o algodão na placa de petri e embebê-lo com a solução aquosa de sulfato de cobre (II) pentahidratado.
- » 3. Colocar outro algodão em outra placa de petri e embebê-lo com a solução aquosa de sulfato de zinco.
- » 4. Com o auxílio da pinça, colocar os pedaços de algodão entre as placas conforme a figura e pressionar.
- » 5. Tomar o cuidado de não deixar as placas se encostarem.
- »



» 6. Caso nada ocorra, verificar todos os contatos ou tentar intercalar mais uma placa de zinco e outra de cobre, respeitando a seguinte seqüência: placa de zinco / algodão com solução aquosa de sulfato de zinco / algodão com solução de sulfato de cobre II / placa de cobre / placa de zinco / algodão com solução aquosa de sulfato de zinco / algodão com solução de sulfato de cobre II / placa de cobre.

Bibliografia:

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência: Atmosfera: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: Livro do Aluno/Guia do Professor.** São Paulo: EDUSP, 1998.

Metais e Eletroquímica 10

Título: Eletrólise da salmoura

Objetivo: Conhecer o processo de eletrólise da salmoura.

Materiais e Reagentes:

- » 2 tubos de ensaio pequenos
- » cloreto de sódio (NaCl) ou sal de cozinha
- » 1 estante para tubos de ensaio
- » 2 béqueres de 50 mL
- » solução de iodeto de potássio 1,8% m/m
- » 1 colher de plástico
- » 1 suporte com 4 pilhas
- » amido ou maisena
- » 1 caneta marcadora de vidro
- » água destilada
- » 2 fios de aproximadamente 20 cm
- » solução de indicador universal verde
- » 2 bastões de grafite
- » solução de ácido acético 4% ou vinagre

- » 1 espátula pequena plástica
- » 2 conta-gotas
- » solução de água sanitária 10% em volume
- » algodão
- » ponte salina (tubo em forma de U)
- » escala do indicador universal verde

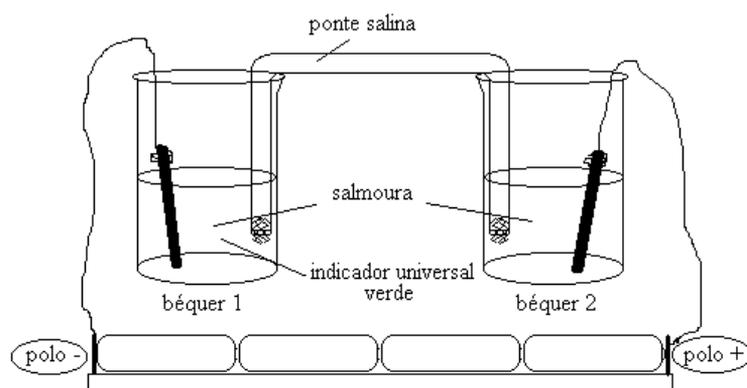
Procedimento:

- Teste Preliminar:

- » 1. Adicionar água destilada a um dos tubos até a altura de aproximadamente 1 cm.
- » 2. Adicionar cerca de 15 gotas de vinagre, 5 gotas de solução de iodeto de potássio 1,8% ao tubo e agitar.
- » 3. Adicionar uma ponta de espátula de amido ao tubo e agitar.
- » 4. Adicionar 5 gotas de solução de água sanitária ao tubo. Agitar e anotar suas observações.

- Eletrólise da salmoura:

- » 5. Numerar os dois béqueres.
- » 6. Adicionar cerca de 30 mL de água destilada em cada béquer.
- » 7. Adicionar meia colher de sal de cozinha em cada um dos béqueres e agitar para preparar a salmoura.
- » 8. Encher a ponte salina com a salmoura, preparada em um dos béqueres, usando o conta-gotas.
- » 9. Tampar as extremidades da ponte salina com algodão umedecido na salmoura.
- » 10. Adicionar cerca de 5 gotas de solução de indicador universal verde no béquer 1.
- » 11. Montar a aparelhagem conforme a figura a seguir:



- » 12. Deixar o sistema funcionando por cerca de 3 minutos e observar.
- » Usando o conta-gotas retirar a solução do béquer 2 e transferir para o outro tubo de ensaio até atingir cerca de 1 cm de altura.
- » Adicionar 15 gotas de solução de ácido acético ou vinagre no tubo de ensaio e agitar.
- » Adicionar 5 gotas de solução de iodeto de potássio (KI) no tubo de ensaio e agitar.
- » Adicionar uma ponta de espátula de amido no tubo de ensaio. Agitar e observar.

Bibliografia:

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química. **Projeto Laboratório Aberto**. São Paulo, IQUSP, 2003.

Atividade 8

Estudo do equilíbrio químico (NO_2 / N_2O_4)

Materiais e Reagentes:

- » 2 tubos de ensaio fechados com rolha de borracha, contendo NO_2 e apresentando a mesma cor
- » 1 béquer de 400 mL contendo gelo + sal
- » 1 béquer de 400 mL contendo água em ebulição
- » 1 béquer de 400 mL contendo água à temperatura ambiente

Procedimento:

- » 1. Construir uma tabela adequada para o registro dos dados.
- » 2. Introduzir os tubos contendo NO_2 na água à temperatura ambiente. Observar a cor do gás em cada tubo e anotar na tabela sua observação.
- » 3. Manter um dos tubos, que será tomado como referência, na água à temperatura ambiente e retirar o outro, transferindo-o para o banho de gelo. Aguardar alguns minutos até notar alguma mudança. Comparar a cor do gás deste tubo com a do tubo referência e anotar na tabela a observação feita.
- » 4. Transferir o tubo do banho de gelo ao béquer que contém água à temperatura ambiente. Aguardar o tempo suficiente até que nenhuma mudança mais seja observada (equilíbrio térmico). Anotar na tabela.
- » 5. Retirar novamente o tubo da água à temperatura ambiente e introduzi-lo na água fervente. Aguardar um pouco. Observar se há alteração de cor comparando-o com a referência e anotar o que foi observado.
- » 6. Transferir o tubo da água fervente para a água à temperatura ambiente, aguardando o tempo suficiente até não observar nenhuma mudança. Anotar na tabela.

Bibliografia:

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e Transformações II: Reelaborando Ideias sobre Transformação Química: Cinética e Equilíbrio: Livro do Aluno/Guia do Professor.** São Paulo: EDUSP, 1995.

Açividade 9

Equilíbrio químico (Fe e SCN)

Título: Equilíbrio Químico.

Objetivo: Verificar o efeito da concentração dos reagentes no equilíbrio existente entre os íons ferro (III) e tiocianato.

Materiais e Reagentes:

- » 6 tubos de ensaio
- » solução de ácido clorídrico 6 mol/L (HCl)
- » 1 béquer de 100 mL
- » pastilhas de hidróxido de sódio (NaOH)
- » estante para tubos de ensaio
- » cristais de nitrato de ferro (III) [Fe(NO₃)₃]
- » 3 provetas de 10 mL
- » cristais de tiocianato de amônio (NH₄SCN)
- » 1 conta-gotas
- » solução de nitrato de ferro (III) 0,02 mol/L
- » 1 espátula
- » solução de tiocianato de amônio 0,02 mol/L

Procedimento:

- » 1. Misturar, em um béquer, volumes iguais das soluções de nitrato de ferro e tiocianato de amônio (10 mL de cada solução).
- » 2. Numerar os tubos de ensaio de 1 a 6.
- » 3. Colocar cerca de 2 mL da mistura preparada nos tubos 1, 2, 3 e 4. E, conforme indicado abaixo, adicionar as substâncias a cada tubo.

Tubo	Adicionar
1	cristais de nitrato de ferro (III) e observar
2	cristais de tiocianato de amônio e observar
3	1 pastilha de hidróxido de sódio, esperar 2 min e observar
4	nada (usar como padrão)

- » 4. No tubo 5, colocar 2 mL de solução de nitrato de ferro (III) e 1 pastilha de hidróxido de sódio. Agitar e observar.
- » 5. No tubo 6, colocar 2 mL de solução de tiocianato de amônio e 1 pastilha de

hidróxido de sódio. Agitar e observar.

» 6. Adicionar, ao tubo 3, algumas gotas de ácido clorídrico 6 mol/L, até observar alguma mudança.

Bibliografia:

FUNBEC. **Laboratório Portátil de Química para o 2º grau.** Coord. Nagib Chaib. São Paulo, EDART, 1977.

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e Transformações II: Reelaborando Ideias sobre Transformação Química: Cinética e Equilíbrio: Livro do Aluno/Guia do Professor.** São Paulo: EDUSP, 1995.

Açividade 10

Equilíbrio químico (CO₂)

Materiais e Reagentes:

- » 1 béquer de 400mL
- » 2 béqueres de 100 mL
- » 3 tubos de ensaio
- » estante para tubos de ensaio
- » conta-gotas
- » canudo de refresco
- » pinça metálica
- » espátula (ou palito de sorvete)
- » HCl 3 mol/L
- » indicador universal
- » escala de pH
- » solução saturada de Ca(OH)₂
- » cloreto de cálcio sólido
- » bicarbonato ou carbonato de sódio sólido
- » carbonato de cálcio sólido
- » gelo seco

Procedimento:

Leia todo o procedimento e construa uma tabela adequada para registro dos dados, representando com desenhos, se julgar necessário, as etapas do mesmo.

- » 1. Num dos béqueres de 100 mL, colocar água destilada até a metade de sua altura.
- » 2. Adicionar, a seguir, pequena quantidade de carbonato de cálcio em pó.
- » 3. Agitar e pingar de 3 a 5 gotas do indicador universal. Observar a coloração adquirida pela mistura e compará-la com a escala de pH. Registrar na tabela a cor e o pH observado. Reservar este sistema, que será tomado como referência, para comparação nos passos seguintes.
- » 4. No outro béquer de 100 mL, colocar solução saturada de hidróxido de cálcio até a metade de sua altura.

- » 5. Adicionar de 3 a 5 gotas de indicador universal. Observar a coloração da solução (pH), anotando a cor observada.
- » 6. Com o canudo de refresco, assoprar na solução por alguns minutos até observar alguma mudança no sistema. Compará-lo com o de referência, em relação ao aspecto e à cor (pH). Registrar na tabela as observações feitas.
- » 7. Com o auxílio de pinça metálica, retirar pequeno pedaço (2 cm) de gelo seco e adicioná-lo ao sistema em estudo. Aguardar o tempo suficiente até que nenhuma modificação mais seja observada.
- » 8. Comparar novamente este sistema com o de referência. Anotar na tabela as observações em relação ao aspecto e à coloração (pH).
- » 9. Marcar uma altura de mais ou menos 3 cm em dois tubos de ensaio. Com o conta-gotas, retirar o líquido sobrenadante, transferindo-o para cada um desses tubos até a marca de 3 cm.
- » 10. A um dos tubos adicionar uma ponta de espátula de Ca(OH)_2 sólido. Observar a cor da solução (pH). Aguardar até que o sólido formado (precipitado) sedimente e nenhuma mudança mais seja observada.
- » 11. Para identificar o sólido precipitado, remover o líquido sobrenadante, transferindo-o para um tubo vazio e desprezando-o a seguir.
- » 12. Adicionar ao sólido que ficou no tubo algumas gotas de HCl 3 mol/L. Observar o que ocorre. Com este teste é possível identificar o sólido?
- » 13. Aquecer o conteúdo do outro tubo. Observar a cor (pH) e aguardar o tempo suficiente para que o sólido formado sedimente.
- » 14. Proceder como no teste anterior, ou seja, procurar identificar o sólido formado adicionando HCl 3 mol/L. Comparar o que ocorre com este sólido e com o que se formou no tubo anterior pela adição de HCl . Pode-se dizer que os dois sólidos são a mesma substância ou são diferentes?

Bibliografia:

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e Transformações II: Reelaborando Ideias sobre Transformação Química: Cinética e Equilíbrio: Livro do Aluno/Guia do Professor.** São Paulo: EDUSP, 1995.

Atividade 11

Titulação ácido-base [H_2SO_4 e $\text{Ba}(\text{OH})_2$]

Esta atividade ilustra uma transformação química de precipitação e permite observar a variação da condutibilidade elétrica no decorrer da transformação.

Materiais e Reagentes:

- » bureta de 50 mL
- » béquer de 100 mL
- » pipeta de 25 mL
- » suporte universal com garra
- » solução 0,1 mol/L de H_2SO_4
- » solução 0,1 mol/L de $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- » fenolftaleína
- » dispositivo de teste de condutibilidade (dois eletrodos conectados a uma lâmpada)

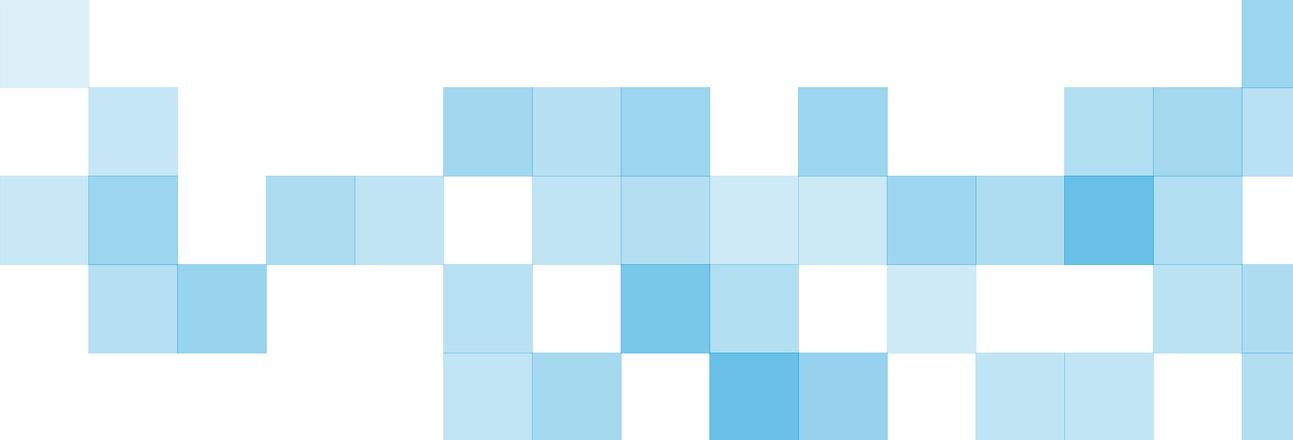
Procedimento:

- » 1. Prender a bureta ao suporte universal.
- » 2. Encher a bureta com a solução de H_2SO_4 (seguir as instruções do professor); ajustar o nível do líquido no “zero”.
- » 3. Com a pipeta, medir 25 mL da solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (seguir as instruções do professor) e transferir para o béquer, adicionando 2 a 3 gotas do indicador fenolftaleína.
- » 4. Colocar o béquer sob a bureta.
- » 5. Introduzir os eletrodos do dispositivo de teste na solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ e mantê-los na solução. Observar a intensidade da luz.
- » 6. Seguindo as instruções do professor na técnica do uso da bureta, gotear a solução de H_2SO_4 na solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Observar o que ocorre e anotar.
- » 7. Continuar a gotear a solução ácida e observar as alterações da condutibilidade elétrica até que a lâmpada se apague. Observar a cor da solução.
- » 8. Ler na bureta o volume de solução ácida consumido na reação.

- » 9. Anotar o que ocorreu com a solução do béquer.
- » 10. Adicionar mais algumas gotas da solução ácida. Observar o que acontece e anotar.

Bibliografia:

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e Transformações IV: A Química e a Sobrevivência: Hidrosfera: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: Livro do Aluno/Guia do Professor.** São Paulo: EDUSP, 1998.



PROPOSTAS DE ATIVIDADES E ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Capítulo 4

Açividade 1

Análise de uma atividade experimental

1. Analise o experimento proposto sobre Energia nos Alimentos e a maneira como ele foi realizado. Qual seria o seu principal papel se fosse aplicado em uma aula de Química?

- conhecer o fenômeno da combustão
- verificar na prática os conceitos de termoquímica estudados
- investigar os diferentes valores calóricos dos alimentos
- motivar os alunos a estudar termoquímica
- levantar hipóteses, propor procedimentos experimentais e testá-los
- outro: _____

2. Avalie a situação problema apresentada no início da atividade, respondendo, com justificativas, as seguintes questões:

- a) A situação problema é socialmente relevante?
- b) A resposta à situação-problema é óbvia ou desafiadora para um aluno do ensino médio?
- c) Ela pode ser respondida a partir do experimento proposto?

3. Avalie as questões pré-laboratório apresentadas no início do experimento, respondendo, com justificativas, as seguintes questões:

- a) Qual o papel pedagógico dessas questões?
- b) Que tipos de respostas a essas questões os professores podem esperar de alunos do ensino médio?
- c) Como lidar com respostas incorretas ou a ausência das respostas a essas questões durante a aula?

4. Sobre os registros dos dados, você considera que:

() não deveria ser fornecida a tabela, pois os alunos deveriam ficar livres para registrar as informações da maneira que quisessem.

() foi bom fornecer essa tabela, pois facilita o registro dos dados e sua posterior análise.

() seria melhor propor aos estudantes outra maneira de registrar os dados.

() deveria ter sido solicitado aos estudantes que elaborassem suas próprias tabelas para o registro dos dados

() essa discussão é irrelevante, pois o registro dos dados não influencia a análise do fenômeno e as conclusões alcançadas pelos estudantes.

Explique sua resposta.

5. Avalie as questões pós-laboratório apresentadas ao final do experimento, justificando suas respostas:

a) Existe uma sequência lógica nas questões propostas?

b) Use os seguintes critérios para avaliar o nível de exigência cognitiva das questões propostas:

(1) Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.

(2) Requer que o estudante desenvolva atividades como seqüenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema.

(3) Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8
Nível cognitivo								

Açividade 2

Elaboração de atividade experimental investigativa

Após a realização dos experimentos de condutibilidade elétrica e reatividade de metais, escolha um deles e elabore uma atividade experimental com características investigativas. Nesta atividade, deve-se propor uma situação-problema, na qual o experimento auxilie sua resolução, questões pré e pós-laboratório. Além disso, ela deve apresentar orientações para a coleta e análise dos dados experimentais. Explícite quais competências e habilidades pretende-se desenvolver nessa atividade e quais os principais conceitos que seriam construídos.

Açividade 3

Análise dos níveis de abertura dos experimentos

Reveja o texto sobre os níveis de abertura que as atividades experimentais podem manifestar. Escolha um dos esquemas de análise apresentados (Pella, Tamir ou Herron) e analise as atividades experimentais realizadas até o momento (queima dos alimentos e seu planejamento para o experimento condutibilidade elétrica ou reatividade de metais) em relação aos seus níveis de abertura.

Atividade 4

Laboratório Aberto

Considere a seguinte situação-problema:

“É comum vermos materiais enferrujados como portões e janelas de ferro, carros, pés de carteiras escolares, entre outros. O desgaste do ferro é um problema, podendo causar situações de risco, como aconteceu no desabamento da marquise de um hotel no Rio de Janeiro em 2007, com perda de vidas humanas e prejuízos materiais e financeiros.”

A partir de uma situação-problema como esta e da seguinte questão: “De que depende o enferrujamento e como se pode evitá-lo?” pode-se iniciar uma sequência de aulas em que os alunos seriam engajados em uma investigação. **Elabore um plano de aula que envolva uma atividade de investigação do tipo “Laboratório Aberto”, na qual os alunos possam propor hipóteses, elaborar seus próprios experimentos e executá-los.** Reflita, na elaboração de plano de aula, sobre os seguintes pontos:

- Número aproximado de aulas que seriam dedicadas à investigação;
- Conhecimentos e habilidades que os alunos deveriam possuir no início da investigação e desenvolver durante a investigação;
- Quais variáveis deveriam ser controladas;
- Que cuidados deve-se ter com a segurança dos alunos;
- Como conduzir a aula para que os alunos proponham suas hipóteses;
- Como conduzir a elaboração dos experimentos pelos alunos;
- Como lidar com múltiplas hipóteses e experimentos na aula;
- Como conduzir o fechamento da atividade.

Açividade 5

Influência da concentração e da temperatura na rapidez de uma transformação química

Alguns fatores como a concentração e a temperatura podem influir na rapidez de uma transformação química. Tendo como referencial a teoria das colisões para explicar como as reações ocorrem, podemos admitir que o aumento da concentração pode intensificar a frequência de colisões entre as partículas constituintes dos reagentes, podendo ocorrer em algumas dessas colisões a quebra de ligações existentes entre as partículas constituintes dos reagentes para que novos arranjos de átomos se formem, originando novas substâncias. O aumento de temperatura também faz com que a velocidade das partículas aumente, aumentando a frequência de colisões. Deve-se considerar, ainda, que as partículas devem ter uma energia cinética mínima para reagir. Com o aumento de temperatura, uma fração maior das partículas terá energia cinética igual ou superior a esse valor mínimo, isto é, mais partículas dos reagentes podem vencer certa barreira de energia, resultando na formação de produtos.

Vamos demonstrar, a seguir, dois experimentos que nos permitem estudar o efeito quantitativo da concentração dos reagentes e da temperatura na rapidez de uma reação.

Utilizaremos no estudo uma solução de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) de concentração 0,25 mol/L (40 g/L) e outra solução de ácido clorídrico 2 mol/L (170 cm³ do ácido concentrado para cada litro de solução). Cuidado, o ácido clorídrico pode causar queimaduras e seus vapores são tóxicos. Evite contato com a pele e respirar os vapores.

Ao serem misturadas as soluções aquosas de tiosulfato de sódio e a de ácido clorídrico, ocorre a reação, cuja equação iônica é representada abaixo:



As partículas de enxofre provocam certo grau de turbidez na solução.

1º Experimento: (Demonstrativo)

- Material:

- » 1 erlenmeyer de 250 mL
- » 1 proveta de 100 mL e uma de 10mL
- » solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,25 mol/L

- Reagentes:

- » solução de de HCl 2 mol/L
- » solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,25 mol/L

- **Procedimento:** (Adaptado de Esperidião e Lima, 1997)

- » 1. Medir com uma proveta 50 mL de solução de tiosulfato de sódio e transferir para um erlenmeyer.
- » 2. Medir 6 mL de solução de HCl 2 mol/L.
- » 3. Adicionar à solução de tiosulfato de sódio a de ácido clorídrico e observar o que ocorre.
- » 4. Como se poderia determinar o tempo em que a reação ocorre? (lembre-se da turvação do sistema)

2º Experimento: (Demonstrativo)

Material:

- » 1 erlenmeyer de 250 mL
- » 1 proveta de 100 mL e uma de 10 mL
- » Banho-maria
- » 1 termômetro de -10 °C a 110 °C

Reagentes:

- » solução de HCl 2 mol/L
- » solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,25 mol/L

Procedimento:

 (Adaptado de Esperidião e Lima, 1997).

- » 1. Medir com uma proveta 50 mL de solução de tiosulfato de sódio e transferir para um erlenmeyer.
- » 2. Medir 6 mL de solução de HCl 2 mol/L.
- » 3. Aquecer, em banho-maria, a solução de tiosulfato de sódio e a de ácido

clorídrico até 40 °C (controlar a temperatura usando um termômetro).

» 4. Adicionar à solução de tiosulfato de sódio a de ácido clorídrico e observar o que ocorre.

» 5. O tempo em que a reação ocorre poderia ser determinado da mesma maneira que a citada no item anterior?

Após a observação dos experimentos anteriormente demonstrados, com a utilização das soluções de tiosulfato de sódio e ácido clorídrico, **elabore o roteiro de uma atividade experimental com características investigativas, utilizando os mesmos reagentes que foram propostos.** O roteiro elaborado deve permitir investigar os efeitos da variação da concentração de tiosulfato e de ácido, e também o da temperatura na rapidez dessa transformação química.

Algumas questões para refletir ao elaborar seu roteiro experimental:

1. Considerando a informação de que o sistema reacional vai ficando turvo conforme a reação avança, como se pode controlar o tempo para ter certeza que se atingiu a mesma taxa de transformação?
2. Quais as variáveis envolvidas que devem ser controladas?
3. Como se pode variar a concentração de cada um dos reagentes?
4. É importante controlar o volume final do sistema em cada experimento?

Referência Bibliográfica:

AMBROGI, A.; VERSOLATO, E. F.; LISBÔA, J. C. F. Unidades Modulares de química. São Paulo: Hamburg, 1987.

ESPERIDIÃO, Y. M.; LIMA, C. S. Química: dos experimentos às teorias. Companhia editora nacional. V. 2, p. 61-75, 1977.

Açividade 6

Simulações e vídeos sobre cinética química

De acordo com Giordan (2008), o papel da experimentação por simulação não é o de substituir a experimentação nos moldes de um laboratório de ciências. A simulação poderia proporcionar uma mediação na relação entre a maneira como os alunos compreendem os fenômenos ao nível macroscópico e submicroscópico, que nem sempre encontram uma sustentação empírica. Os aplicativos computacionais possibilitam, por exemplo, veicular animações do nível molecular do fenômeno químico, sem algumas das limitações presentes em outros meios de representação, como a quantidade de átomos constituintes e a movimentação do objeto molecular. A visualização de animações deste tipo pode auxiliar os estudantes a representarem simbolicamente os processos químicos.

São indicadas a seguir algumas sugestões de páginas da web (acesso em 18/03/2013) com simulações e vídeos de experimentos didáticos. **Acesse-os e escolha um deles para analisar aspectos diversos, tais como adequação conceitual, adequação pedagógica, linguagem, qualidade visual, controle de variáveis, interatividade etc.** Reflita sobre as seguintes questões:

1. Como esse recurso poderia contribuir para que seus alunos aprendam conteúdos da Química?
2. Como você, professor, utilizaria esse recurso em sua sala de aula? Com que finalidade?
3. Quais as vantagens e limitações em sua opinião do uso desse recurso nas aulas de química?

Reações Oscilantes (Briggs Rauscher)

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna>.

Experimento reação relógio de iodo

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna>. Acesso em 18/03/2013

Phet - Interactive Simulações

a) Rapidez das reações e reverteribilidade

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/reactions-and-rates>

b) Concentração de soluções

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/concentration>

Pilhas e titulação de oxirredução

<http://www.profp.com.br/Simula%C3%A7%C3%A3o.htm>

Projeto Labvirt – simulações de conteúdos diversos de química e física

<http://www.labvirt.fe.usp.br/>

GEPEQ – vídeos de experimentos diversos

<http://gepequsp.wix.com/gepeq#!experimentos/c24ib>

Referência Bibliográfica

GIORDAN, M. Computadores e linguagens nas aulas de ciências. Ijuí: Unijuí, 2008

Atividade 7

Leituras sobre Experimentação no Ensino de Química

1. Leia os seguintes textos que tratam sobre a experimentação no ensino de Química ou ciências:

A - Trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências (Fernandes e Silva, 2004), disponível em http://www.cienciamao.usp.br/dados/rab/_otrabalhoexperimentaldei.artigoCompleto.pdf, acesso em 13/03/2013.

B - A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química (Suart e Marcondes, 2009). Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v14n1/v14n1a05.pdf>, acesso em 13/03/2013.

Elabore uma ou duas questões referentes a cada um dos textos do item anterior, as quais você gostaria de discutir neste curso.

2. As atividades experimentais, dependendo da maneira que são conduzidas, podem apresentar diversas vantagens ao processo de formação dos estudantes, contribuindo para a aprendizagem de conceitos científicos e para o desenvolvimento de aspectos ligados aos procedimentos e às atitudes que se espera deles.

Um exercício de reflexão interessante é comparar as atividades experimentais realizadas em nossas aulas com as atividades experimentais voltadas à verificação/comprovação de conceitos e as investigativas. Preencha a tabela a seguir, assinalando com um “X”, as vantagens que cada forma de experimentação efetivamente apresenta para a formação dos estudantes.

Vantagens que a atividade experimental proporciona aos alunos	minha prática	verificação	investigativas
Executar procedimentos, manipular materiais			
Contextualizar os conhecimentos científicos e dar sentido aos eventos cotidianos			
Formular problemas			
Fazer previsões e hipóteses			
Planejar o experimento			
Executar o experimento			
Registrar os dados			
Interpretar os dados e elaborar conclusões			
Discutir os resultados obtidos			
Comunicar os resultados e conclusões obtidos			
Analisar as limitações do experimento			
Formular novas perguntas			
Pesquisar em várias fontes de informação			
Cooperar com outros grupos de alunos			
Refletir criticamente sobre o procedimento e a análise do experimento			
Desenvolver responsabilidade			
Desenvolver autonomia			
Desenvolver criatividade			
Desenvolver iniciativa e autoconfiança			
Desenvolver habilidade de gerenciamento de tempo e projetos			

Esta publicação foi impressa em papel offset 90g/m² (miolo) e papel couché 230g/m² (capa).

Fontes utilizadas: Colaborate título 25pt, subtítulo 14pt, Palatino texto 10pt, Helvetica neue (capa) 8pt.

Fabio Luiz de Souza

Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo (2003) e Mestre em Ensino de Ciências - Modalidade Química pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (2008). Atualmente é colaborador do Grupo de Pesquisa em Educação Química do Instituto de Química da USP (GEPEQ), Educador do Instituto de Química da USP e doutorando em Ensino de Ciências - Modalidade Química pelo mesmo programa de Pós-Graduação. Tem experiência na área de Ensino de Química, atuando principalmente nos seguintes temas: contextualização, experimentação, produção de material didático, formação inicial e continuada de professores de Química e interações discursivas professor-aluno.

Luciane Hiromi Akahoshi

Possui graduação em Bacharelado em Química pela Universidade de São Paulo (1991). Atualmente é colaboradora da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Ensino de Química. Atuando principalmente nos seguintes temas: contextualização, divulgação científica, ensino-aprendizagem, ensino de química, CTSA.

Maria Eunice Ribeiro Marcondes

Bacharel e licenciada em Química pela Universidade São Paulo (1972). Doutorado em Química Orgânica pela Universidade de São Paulo, Instituto de Química. É professora doutora do Instituto de Química da USP. É coordenadora do Grupo de Pesquisa em Educação Química - GEPEQ - que desenvolve atividades de divulgação científica, de formação continuada de professores e de pesquisa em ensino de Química. É orientadora no Programa de Pós-Graduação Interunidades de Ensino de Ciências, da Universidade de São Paulo (IF, IQ, IB e FE USP), desenvolvendo trabalhos de pesquisa nas linhas de ensino e aprendizagem de Química e formação de professores.

Miriam Possar do Carmo

Possui graduação em Administração Escolar pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Bernardo do Campo (1984), graduação em Licenciatura Plena em Ciências pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Bernardo do Campo (1982) e mestrado em Mestrado em Ensino de Ciência pela Universidade de São Paulo (2005). Atualmente é pesquisadora colaboradora da Universidade de São Paulo e professor contratado - Colégio Singular. Tem experiência na área de Química, com ênfase em ensino de química, atuando principalmente nos seguintes temas: soluções, evolução conceitual, modelos explicativos, ensino-aprendizagem e ensino de química.

Maio de 2013