

QUÍMICA

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
E INVESTIGATIVAS



ESCOLA DE TEMPO
INTEGRAL

CADERNO DO PROFESSOR

ENSINO MÉDIO

Distribuição gratuita,
venda proibida



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

MATERIAL DE APOIO
AO PROGRAMA ENSINO INTEGRAL
DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUÍMICA

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E INVESTIGATIVAS

ENSINO MÉDIO
CADERNO DO PROFESSOR

Primeira edição

2014

São Paulo

Governo do Estado de São Paulo

Governador

Geraldo Alckmin

Vice-Governador

Guilherme Afif Domingos

Secretário da Educação

Herman Jacobus Cornelis Voorwald

Secretária-Adjunta

Cleide Bauab Eid Bochixio

Chefe de Gabinete

Fernando Padula Novaes

Subsecretária de Articulação Regional

Raquel Volpato Serbi Serbino

**Coordenadora da Escola de Formação e
Aperfeiçoamento dos Professores – EFAP**

Silvia Andrade da Cunha Galletta

**Coordenadora de Gestão da
Educação Básica**

Maria Elizabete da Costa

**Coordenadora de Gestão de
Recursos Humanos**

Cleide Bauab Eid Bochixio

**Coordenadora de Informação, Monitoramento e
Avaliação Educacional**

Ione Cristina Ribeiro de Assunção

**Coordenadora de Infraestrutura e
Serviços Escolares**

Dione Whitehurst Di Pietro

**Coordenadora de Orçamento e
Finanças**

Claudia Chiaroni Afuso

**Presidente da Fundação para o
Desenvolvimento da Educação – FDE**

Barjas Negri

Prezado(a) professor(a),

Em dezembro de 2011, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo instituiu o Programa Educação – Compromisso de São Paulo, que tem como um de seus pilares expandir e aperfeiçoar a política de Educação Integral, como estratégia para a melhoria da qualidade do ensino e, portanto, para o avanço na aprendizagem dos alunos.

Nesse contexto, foi criado, em 2012, o Programa Ensino Integral, com o objetivo de assegurar a formação de jovens autônomos, solidários e competentes por meio de um novo modelo de escola. Esse novo modelo, entre outras características, prevê jornada integral aos alunos, currículo integrado, matriz curricular diversificada, Regime de Dedicção Plena e Integral dos educadores e infraestrutura que atenda às necessidades pedagógicas do Programa Ensino Integral. Essa estrutura visa proporcionar aos alunos as condições necessárias para que planejem e desenvolvam o seu Projeto de Vida e se tornem protagonistas de sua formação. O Programa, inicialmente direcionado a escolas de Ensino Médio, teve sua primeira expansão em 2013, quando passou a atender também os anos finais do Ensino Fundamental. O Programa deverá continuar sua expansão nos segmentos que já atende e ampliar sua atuação na Educação Básica, compreendendo também escolas dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Esta série de cadernos contempla um conjunto de publicações que se destina à formação continuada dos profissionais que atuam no Programa Ensino Integral e também ao apoio dos adolescentes e jovens em busca de uma aprendizagem bem-sucedida. Os cadernos ora apresentados têm um duplo objetivo: por um lado, oferecer subsídios para otimizar o uso dos laboratórios, com base nas diretrizes que fundamentam este Programa; por outro, destacar estratégias metodológicas que, em todos os componentes curriculares, concorrem para que os estudantes possam ampliar suas competências na área de investigação e compreensão – para observar, descrever, analisar criticamente os diferentes fenômenos de cada área, levantar hipóteses que os expliquem e propor iniciativas para mudar a realidade observada. A série é composta pelas seguintes publicações:

- Biologia: atividades experimentais e investigativas
- Ciências Físicas e Biológicas: atividades experimentais e investigativas
- Física: atividades experimentais e investigativas
- Manejo e gestão de laboratório: guia de laboratório e de descarte
- Matemática – Ensino Fundamental – Anos Finais: atividades experimentais e investigativas
- Matemática – Ensino Médio: atividades experimentais e investigativas
- Química: atividades experimentais e investigativas
- Pré-iniciação Científica: desenvolvimento de projeto de pesquisa
- Robótica – Ensino Fundamental – Anos Finais
- Robótica – Ensino Médio

Pretende-se, dessa maneira, contribuir para que as escolas desenvolvam atividades experimentais e investigativas nos laboratórios, nos segmentos a seguir:

- Ensino Fundamental – Anos Finais: nas aulas de Ciências Físicas e Biológicas e de Matemática; nas aulas de Práticas Experimentais; e nas aulas de disciplinas eletivas, dependendo da especificidade dos temas e conteúdos selecionados.

- Ensino Médio: nas aulas de Biologia, Física e Química, da 1ª a 3ª séries; nas aulas de Prática de Ciências, na 1ª e 2ª séries; nas aulas de disciplinas eletivas, da 1ª a 3ª séries, dependendo da especificidade dos temas e conteúdos selecionados; e em atividades para o desenvolvimento de Projetos de Pré-iniciação Científica dos alunos.

Bom trabalho!

Equipe do Programa Ensino Integral



SUMÁRIO

Orientações sobre os conteúdos do Caderno	6
Tema 1: Determinação do teor de vitamina C em diferentes sucos de fruta	7
Considerações iniciais	7
Como investigar o problema?	8
Para saber mais	13
Tema 2: Relações em massa nas transformações químicas: conservação e proporção em massa e implicações socioambientais do uso de combustíveis (combustões completas e incompletas)	13
Considerações iniciais	13
Como investigar o problema?	14
Para saber mais	19
Tema 3: Estudando fatores que afetam a dissolução de gases na água	20
Considerações iniciais	20
Como investigar o problema?	21
Para saber mais	25
Tema 4: Comparação da viscosidade de líquidos e estudo da influência da temperatura sobre essa propriedade	26
Considerações iniciais	26
Como investigar o problema?	27
Para saber mais	34
Tema 5: Estudo de processos de extração e suas relações com a polaridade das moléculas	34
Considerações iniciais	34
Como investigar o problema?	35
Para saber mais	41
Tema 6: Alimentos e energia	42
Considerações iniciais	42

Como investigar o problema?	43
Para saber mais	49
Tema 7: Influência da variação das concentrações de reagentes sobre a rapidez de uma transformação química.....	50
Considerações iniciais	50
Como investigar o problema?	51
Para saber mais	58
Tema 8: Alimentos: comparação de teor de saturação em óleos e gorduras vegetais e organização de experimentos para divulgação científica	59
Considerações iniciais	59
Como investigar o problema?	60
Para saber mais	67



ORIENTAÇÕES SOBRE OS CONTEÚDOS DO CADERNO

Prezado(a) professor(a),

As metas da educação para o século XXI supõem a formação de indivíduos que saibam alinhar os seus projetos individuais ao mundo e à realidade atual, para poder agir nesta realidade e transformá-la.

Para tanto, é preciso saber enfrentar situações problemáticas, saber fazer escolhas, como, por exemplo, decidir que concentração de álcool de limpeza comprar, em que medicamento – genérico ou oficial – confiar, se é necessário trocar um chuveiro queimado ou somente sua resistência, se é melhor economizar e comprar à vista ou no cartão de crédito, que oferta de emprego escolher, que posição tomar e o que fazer quanto ao problema gerado pelo despejo de esgoto não tratado no rio que corta a cidade ou o bairro em que se mora, entre tantas outras.

Espera-se que a educação formal contribua para formar um indivíduo que aprenda a tomar as decisões mais adequadas, tanto no âmbito individual como no coletivo. Para tanto, é importante que os estudantes consigam mobilizar o que aprendem nas escolas para investigar e resolver esses e outros problemas. Devem, pois, saber usar tanto os saberes disciplinares específicos como os saberes procedimentais, o que significa detectar/diagnosticar problemas, levantar hipóteses sobre suas causas e sobre o que se pode fazer para resolvê-los, avaliar a qualidade das hipóteses comparando-as com o que já se conhece sobre o assunto, isolar variáveis, propor maneiras para testar essas hipóteses – mentalmente (teoricamente) ou na prática –, analisar os resultados observados para, então, concluir e tomar decisões ou formular teorias.

No Programa Ensino Integral, as atividades experimentais investigativas podem contribuir para que os estudantes aprendam não somente conteúdos químicos, mas também a identificar problemas, a formular hipóteses explicativas, a avaliar a qualidade delas, a propor procedimento de testes, a avaliar os resultados obtidos para propor eventualmente explicações e soluções.

Neste Caderno, são apresentadas sugestões de aulas experimentais de Química conduzidas de maneira investigativa, alinhadas com os conteúdos do Currículo do Estado de São Paulo e que podem ser realizadas com os materiais e reagentes disponíveis no laboratório de Física, Química e Biologia das escolas do Programa Ensino Integral.

São sugeridas também atividades que permitem ampliar as práticas experimentais para uso em disciplinas eletivas e em projetos individuais dos estudantes. Ao contrário das aulas experimentais, essas sugestões são pouco diretivas, pois estudos por projeto são desenvolvidos a partir de dúvidas, indagações e interesses dos estudantes.

Bom trabalho!





TEMA 1: DETERMINAÇÃO DO TEOR DE VITAMINA C EM DIFERENTES SUCOS DE FRUTA¹

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A atividade investigativa proposta envolve a identificação do teor de vitamina C (ácido ascórbico) presente em sucos de frutas. Pode-se ampliar as discussões, abordando questões relacionadas à importância das vitaminas na alimentação, aos possíveis danos que podem ser causados pelo seu consumo excessivo e às doenças associadas à falta de vitamina C. O enfoque dos problemas decorrentes do escorbuto na época das grandes navegações permite uma interface com o componente curricular História. Ao final da atividade, há sugestões de leituras que podem auxiliar nessas discussões.

Inicialmente, você pode perguntar aos estudantes: *Nosso organismo necessita de vitamina C?* Em seguida, pode mencionar que as vitaminas são nutrientes indispensáveis à manutenção da saúde. Pode, então, propor uma atividade de pesquisa sobre as vitaminas conhecidas, a importância de cada uma para a manutenção da saúde e em que alimentos elas podem ser encontradas. Depois, caso você julgue necessário, pode discutir como as vitaminas são absorvidas, retomando a importância do consumo de alguns tipos de gordura para que esse processo ocorra de maneira satisfatória, como no caso de algumas vitaminas (A, D, E e K), que são lipossolúveis.

Problema a ser investigado

Há variação no teor de vitamina C presente em diferentes sucos de fruta?

Habilidades

Aplicar a relação entre a massa de vitamina C de um comprimido efervescente e o número de gotas de solução de iodo consumido na sua transformação para determinar massas de vitamina C contidas em sucos de frutas; aplicar o controle de variáveis no planejamento de atividades experimentais; analisar e descrever as interações envolvidas nas atividades experimentais propostas.

Número de aulas

4 aulas.

¹ Este tema está articulado com o conteúdo desenvolvido no Caderno do Professor da 1ª série de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo faz escola), retomando o conceito de transformação química e possibilitando um enfoque quantitativo desse fenômeno.



COMO INVESTIGAR O PROBLEMA?

Levantamento de hipóteses

Você pode apresentar a seguinte hipótese aos estudantes: *Pode-se supor que sucos de frutas diversas ou mesmo de frutas iguais – que tenham sido submetidas a condições variadas – apresentam diferentes teores de vitamina C. Você pode, então, perguntar aos estudantes que questões poderiam ser formuladas para verificar em que medida essas suposições estão corretas. Por exemplo: Como determinar o teor de vitamina C presente em um suco de fruta? Há diferença no teor de vitamina C dos sucos da laranja e do caju? Se a laranja estiver madura, seu teor de vitamina C mudará em relação à fruta verde?*

A primeira questão é o ponto de partida para as comparações entre os teores de vitamina C nos diferentes sucos.

Em seguida, você pode propor a realização da atividade experimental – que permite associar a massa de vitamina C presente em um comprimido efervescente ao número de gotas de solução de iodo consumido em sua transformação – e mediar a discussão dos resultados, utilizando as questões propostas.

Como próxima etapa, as questões levantadas (com exceção da primeira, que será respondida na discussão do experimento realizado) podem ser distribuídas entre grupos de estudantes, para que cada um planeje o procedimento experimental a ser utilizado para investigar a questão que lhe foi atribuída.

EXECUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Material necessário

1 béquer de 250 mL, 2 béqueres de 100 mL, 1 béquer de 1 L, 1 proveta de 100 mL, 1 proveta de 10 mL, lamparina, etanol, tela de amianto, tripé, termômetro de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$, colher de chá, amido de milho, 1 conta-gotas, comprimidos efervescentes de vitamina C (1 g), tintura de iodo a 1% comercial, sucos diversos.

Procedimento a ser adotado

Primeiro, os estudantes realizarão o experimento que permite associar a massa de vitamina C presente em um comprimido efervescente ao número de gotas de solução de iodo a 1% utilizado para consumi-la. Para a realização desse experimento, os estudantes podem seguir os exemplos de procedimentos indicados a seguir.





Parte I – Preparação do sistema amido/água

- ☞ Coloque 200 mL de água filtrada no béquer de 250 mL;
- ☞ Utilizando uma lamparina, um tripé e uma tela de amianto, aqueça o líquido até uma temperatura próxima a 50 °C. Quando a água estiver aquecida, apague a lamparina (conforme sua orientação);
- ☞ Coloque uma colher de chá cheia de amido de milho (ou farinha de trigo) na água aquecida, agitando sempre a mistura até que alcance a temperatura ambiente. Reserve o sistema.

Parte II – Análise da interação entre iodo e amido

- ☞ Coloque 20 mL da mistura (amido de milho + água) em um béquer de 100 mL;
- ☞ Pingue, gota a gota, a solução de iodo no béquer, agitando constantemente até adquirir coloração azul. Anote o número de gotas adicionadas na coluna “amido de milho + água” da tabela a seguir.

Sistema	Amido de milho + água	Amido de milho + água + vitamina C
Número de gotas de solução de iodo		

Tabela 1.

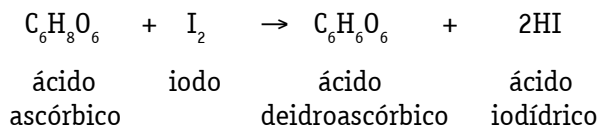
Parte III – Contabilizando a vitamina C presente em um comprimido efervescente

- ☞ Coloque 500 mL de água filtrada em um béquer de 1 L;
- ☞ Dissolva um comprimido efervescente que contém 1 g de vitamina C nesse sistema;
- ☞ Complete o volume com água até 1 L. Reserve o sistema;
- ☞ Coloque 20 mL da mistura (amido de milho + água) em outro béquer de 100 mL;
- ☞ Coloque 5 mL da solução de vitamina C no béquer;
- ☞ Pingue, gota a gota, a solução de iodo no béquer contendo vitamina C, agitando constantemente até adquirir coloração azul. Anote o número de gotas adicionadas na coluna “amido de milho + água + vitamina C” da tabela anterior.

Resultados observáveis

A interação entre iodo e amido produz um composto azul. A vitamina C é composta por ácido ascórbico que interage com o iodo, formando ácido iodídrico, que não forma um composto azul ao interagir com o amido.

A equação química que descreve o fenômeno é:



Podemos concluir que para deixar azul o sistema que contém um suco com grande teor de vitamina C, será necessário um número maior de gotas de solução de iodo em comparação ao que seria necessário para deixar azul um suco com baixo teor dessa vitamina.

Discussão dos resultados

A discussão dos resultados pode ser mediada pelas seguintes questões:

1. O que ocorreu quando a solução de iodo foi adicionada ao sistema contendo amido de milho e água? Descreva a transformação observada nesse caso.
2. A presença de vitamina C altera a interação que ocorre entre o iodo e o amido? Como essa interferência poderia ser descrita?
3. O que ocorreu quando a solução de iodo foi adicionada ao sistema contendo amido de milho, água e vitamina C? Sabendo que o ácido ascórbico (vitamina C) reage com o iodo, produzindo ácido iodídrico, descreva os processos que ocorreram nesse caso.
4. Considerando que 1 L (1 000 mL) de solução de vitamina C que foi preparada continha 1 g de ácido iodídrico, calcule a massa de vitamina C presente em 5 mL dessa solução.
5. Segundo os resultados experimentais obtidos, qual é a quantidade de gotas da solução de iodo que será consumida pela massa calculada na questão anterior? Se o volume da solução de vitamina C for dobrado, qual será a quantidade de gotas da solução de iodo utilizada?
6. Você poderia utilizar os resultados deste experimento para calcular a massa de vitamina C presente em uma amostra de suco de fruta? Como?

A primeira questão tem como objetivo levar os estudantes a perceber que o iodo reage com o amido e que o sistema resultante apresenta uma cor azul. A transformação pode ser descrita por: $\text{iodo} + \text{amido} \rightarrow \text{sistema azul}$. A segunda questão pretende mostrar aos estudantes que a presença de vitamina C não permite que a coloração azul se estabeleça no sistema. Na terceira questão, os estudantes devem descrever os processos, explicando que a vitamina C reage com o iodo, transformando-o em ácido iodídrico. Desta forma, não resta iodo disponível para interagir com o amido e não será produzida a cor azul. Quando toda a vitamina C for consumida pelas gotas de iodo, será possível que as gotas excedentes dessa substância reajam com o amido e produzam a cor azul no sistema. Na quarta questão, será possível concluir que a massa de vitamina C presente em 5 mL de solução é de 0,005 g. Na quinta questão, os estudantes irão perceber que, se o volume da solução de vitamina C for dobrado, o número necessário de gotas de solução de iodo também dobrará. A última questão leva ao início das discussões sobre a elaboração de procedimentos experimentais. Para respondê-la, é fundamental que os estudantes percebam que será preciso comparar o número de gotas de solução de iodo consumido no experimento realizado para transformar a vitamina C com aquele consumido no mesmo volume de suco de frutas. Por exemplo, se, em 5 mL de suco de fruta, o número de gotas de solução de iodo consumido for a metade daquele utilizado no experimento, a massa de vitamina C presente no suco também será a metade.





Em seguida, os estudantes devem retomar as questões levantadas e formular procedimentos experimentais que permitam investigá-las. É importante que você dê algumas orientações para a elaboração dos procedimentos, no que se refere à segurança e ao controle de variáveis. Você pode ressaltar que nunca se deve ingerir nenhum reagente utilizado em atividades experimentais, mesmo que seja um alimento. Além disso, todo aquecimento deve ser feito sob a sua supervisão e as orientações dadas devem ser exatamente seguidas. É importante que você leia atentamente os procedimentos planejados pelos estudantes antes de sua execução para que sejam eliminadas quaisquer ações que possam comprometer a segurança do grupo. Para discutir o controle de variáveis, podem ser utilizadas as seguintes questões: *De acordo com a questão indicada para investigação pelo grupo, qual é a condição que está variando? Quais condições devem ser mantidas constantes para que esse estudo seja coerente? Para determinar a massa de vitamina C presente nas amostras de suco de frutas estudadas, qual deve ser o volume de suco utilizado? Por quê? E qual deve ser o volume da solução de amido? Por quê? Podemos utilizar soluções de iodo de porcentagens diferentes?*

Você pode ressaltar que, para que a comparação utilizando os números de gotas de solução de iodo seja direta, é necessário utilizar os mesmos volumes de suco. Utilizar volumes diferentes de solução de amido pode dificultar a comparação das cores obtidas quando o amido passa a interagir com o iodo. Soluções com porcentagens diferentes de iodo resultarão em números de gotas diferentes, mesmo que a massa de vitamina C seja igual.

Para finalizar as discussões, cada grupo pode apresentar para a classe a questão que investigou, o procedimento de investigação adotado e as conclusões a que chegou. Os grupos devem, então, retomar as hipóteses iniciais e fechar a atividade, avaliando em que medida as suposições feitas estão corretas.

Parte IV – Investigação do teor de vitamina C na laranja madura em comparação com o teor da mesma substância na fruta verde

Na investigação de diferentes teores de vitamina C em frutas verdes e maduras, os estudantes podem elaborar procedimentos semelhantes aos apresentados a seguir:

Como avaliar a quantidade de vitamina C presente em sucos da mesma fruta submetidos a condições diferentes?

Procedimento: Determinação do teor de vitamina C presente em suco de laranja madura e em suco de laranja verde.

Nesta atividade, a condição variada é o suco ser obtido de uma fruta madura ou verde. Portanto, devem ser mantidos constantes: o tipo da fruta, o volume de suco, o volume de solução de amido, a porcentagem da solução de iodo e a temperatura em que será realizado o experimento.

- ☉ Coloque 200 mL de água filtrada em um béquer de 250 mL;
- ☉ Utilizando uma lamparina, um tripé e uma tela de amianto, aqueça o líquido até uma temperatura próxima a 50 °C;
- ☉ Quando a água estiver aquecida, apague a lamparina;
- ☉ Coloque uma colher de chá cheia de amido de milho (ou farinha de trigo) na água aquecida, agitando sempre a mistura até que alcance a temperatura ambiente. Reserve o sistema;



- Coloque 20 mL da mistura (amido de milho + água) em um béquer de 100 mL;
- Coloque 5 mL de suco de laranja madura no béquer;
- Pingue, gota a gota, a solução de iodo no béquer, agitando constantemente, até que adquira coloração azul. Anote o número de gotas adicionadas na coluna “amido de milho + água + suco de fruta madura” da tabela a seguir:

Sistema	Amido de milho + água + suco fruta madura	Amido de milho + água + suco fruta verde
Número de gotas de solução de iodo		

Tabela 2.

- Coloque 20 mL da mistura (amido de milho + água) em outro béquer de 100 mL;
- Coloque 5 mL de suco de laranja verde no béquer;
- Pingue, gota a gota, a solução de iodo no béquer, agitando constantemente até que adquira coloração azul. Anote o número de gotas adicionadas na coluna “amido de milho + água + suco de fruta verde” da tabela anterior;
- Considerando os dados obtidos no experimento realizado anteriormente, calcule a massa de vitamina C presente em 5 mL dos sucos de laranja verde e de laranja madura;
- A resposta da questão anterior permite concordar ou discordar das hipóteses propostas no início da atividade?

Para resolver estas questões, os estudantes devem considerar o número de gotas de solução de iodo gasto para consumir a vitamina C da solução feita a partir do comprimido efervescente e estabelecer relações proporcionais para calcular as massas de vitamina C contidas em 5 mL dos sucos de laranja verde e de laranja madura. Por exemplo, considere que foram gastas 8 gotas de solução de iodo para consumir 0,005 g de vitamina C no experimento inicial. Se 5 mL de um determinado suco consumiram 4 gotas de solução de iodo (metade do valor anterior), seu teor de vitamina C deve ser em torno de 0,0025 g (metade do valor anterior). É importante retomar as hipóteses levantadas e levar os estudantes a analisá-las.

Observação: se a condição variada for o tipo de suco, o mesmo procedimento pode ser utilizado como base, sendo mantidos constantes o estágio de amadurecimento da fruta, os volumes de suco e de solução de amido, a porcentagem da solução de iodo e a temperatura.

Ampliação do estudo experimental

Para ampliar este estudo experimental, você pode testar a presença de certos elementos químicos que são importantes para a manutenção da vida em diferentes alimentos, como, por exemplo, o ferro e o cálcio contidos no leite. Você pode também fazer um estudo sobre a importância do consumo adequado desses elementos e em quais alimentos são encontrados. Há considerações importantes a fazer a respeito da absorção do cálcio e da associação entre o consumo de alimentos ricos em cálcio e em ferro.





PARA SABER MAIS

Determinação do teor de vitamina C em alimentos. Disponível em: <http://www.eduquim.ufpr.br/matdid/quimsoc/pdf/roteiro_aluno/experimento3.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2014.

GONÇALVES, J. M.; ANTUNES, K. C. L.; ANTUNES, A. Determinação qualitativa dos íons cálcio e ferro em leite enriquecido. *Química Nova na Escola*, n. 14, nov. 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc14/v14a10.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo sobre a determinação de cálcio e ferro no leite.

SOUZA, W. A. de; VILLAS BOAS, O. M. G. da C. *A deficiência de vitamina A no Brasil: um panorama*. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/rps/v12n3/12871.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo sobre deficiência de vitamina A na população brasileira.

VARELLA, Drauzio. *Excesso de vitaminas*. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/envelhecimento/excesso-de-vitaminas/>>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo que aborda problemas decorrentes de excesso de vitaminas.

_____. *Vitamina D*. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/drauzio/vitamina-d/>>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo que aborda problemas decorrentes de excesso de vitaminas.



TEMA 2: RELAÇÕES EM MASSA NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: CONSERVAÇÃO E PROPORÇÃO EM MASSA E IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DO USO DE COMBUSTÍVEIS (COMBUSTÕES COMPLETAS E INCOMPLETAS)²

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A atividade investigativa proposta envolve o estudo da proporção ar/combustível em um processo de queima. Esta investigação permite discussões sobre perdas econômicas e aumento de impactos ambientais como consequências de misturas de reagentes em proporções inadequadas – no caso, a mistura de gás natural (metano) com oxigênio do ar. Você pode apresentar o problema aos estudantes ou mostrar a eles uma panela com o fundo enegrecido, sugerindo que a examinem. Para conseguir uma panela assim, basta aquecê-la (previamente) por menos de 15 segundos em um bico de Bunsen com a entrada de ar fechada (chama amarela) ou sobre uma chama de lâmparina.

² Este tema está articulado ao conteúdo “Combustão completa e incompleta e balanceamento de equações químicas”, desenvolvido no Caderno do Professor da 1ª série, Volume 2, de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo faz escola).



Problema a ser investigado

Suponha que duas panelas foram utilizadas para a preparação de um alimento, cada uma em uma boca do fogão. Logo em seguida, notou-se que o fundo externo de uma delas ficou recoberto com um pó preto, enquanto o da outra, não. Esse fenômeno repetiu-se no dia seguinte. Notou-se, ainda, que a chama formada na boca em que a panela pretejava era mais amarelada que a chama das outras bocas. O fogão utilizava gás natural, basicamente composto por gás metano; se o gás utilizado fosse de botijão, seria o GLP (gás liquefeito de petróleo), composto por uma mistura dos gases propano (C_3H_8) e butano (C_4H_{10}).

Como explicar o aparecimento de um material preto no fundo das panelas? Por que as panelas escureceram somente quando usadas em uma das bocas do fogão? Como resolver isso? Afinal, ficar limpando fundos de panelas não é desejável.

Habilidades

Elaborar e avaliar a qualidade de suas hipóteses; identificar e aprender a controlar variáveis; analisar relações causais; reconhecer a importância das relações proporcionais entre reagentes para que uma reação desejada ocorra; aplicar conhecimentos químicos e procedimentais para entender e agir sobre situações-problema do cotidiano; valorizar a busca de informações para fundamentar investigações; reconhecer que, em combustões incompletas, pode haver também a formação de fuligem; descrever combustões completas e incompletas por meio de equações; reconhecer que, em combustões incompletas, é liberada menos energia; reconhecer impactos ambientais causados por combustões incompletas.

Número de aulas

3 aulas.

COMO INVESTIGAR O PROBLEMA?

Levantamento de hipóteses

Para incentivar os estudantes a acionar conhecimentos que já possuem e ajudá-los a propor hipóteses, você pode lhes fazer perguntas, como: *Já aconteceu de vocês observarem em suas casas ou em casas de amigos este pretejavamento nos fundos de panelas ao cozinhar algo? Alguma pessoa presente fez algum comentário sobre esse pretejavamento ou sobre o que fez para resolver o problema? Por que o sólido preto apareceu somente nas panelas usadas em uma das bocas do fogão? Como explicar o aparecimento desse sólido? Lembrem-se de que foi queimado gás natural (gás metano, CH_4) e tentem recordar o que é necessário para que aconteça uma combustão.*





Nesta fase, é importante que você, professor, deixe que os estudantes discutam e avaliem suas hipóteses e ideias – sem que você dê a sua opinião e/ou julgue a qualidade das mesmas. Caso nenhuma ideia apareça, você pode sugerir aos estudantes que pensem no que está ocorrendo na boca do fogão: *De onde está vindo o gás? Qual é o combustível? Qual é o comburente? Os reagentes são os mesmos em todas as bocas do fogão?*

Ao pensar na combustão, alguns estudantes podem imaginar que algo deve estar acontecendo ou com o gás ou com o ar durante o processo. Outros podem pensar que alguma sujeira da boca do fogão esteja passando para o fundo da panela e que essa sujeira tanto pode ter caído durante o uso do fogão, como ter sido trazida pelo gás. Podem também supor que algo esteja quebrado na boca do fogão, no queimador.

Você pode ajudar os estudantes a sintetizar as hipóteses de trabalho e solicitar a eles que as registrem clara e sinteticamente. Por exemplo:

1. A sujeira preta veio de algum alimento que caiu da panela, entrou no queimador, está sendo queimado e saindo aos poucos, depositando-se no fundo da panela durante o cozimento.
2. A sujeira preta vem junto com o gás e está sendo arrastada por ele. Ela não queima e se deposita nas panelas. Por algum motivo, isso ocorre somente naquela boca do fogão. É possível que haja filtros nos queimadores e que o filtro dessa boca esteja quebrado.
3. A sujeira preta é formada durante a queima do gás e, por algum motivo, somente se forma nessa boca.

Então, os estudantes devem discutir e avaliar a qualidade de suas hipóteses. O que se deseja é que eles desenvolvam autonomia intelectual e emocional, que aprendam a mobilizar seus saberes – escolares ou não – para avaliar as hipóteses surgidas. O seu papel seria mais de mediador da discussão, para que ela se desenvolva em um clima de tolerância, e não de confronto. É importante que todas as hipóteses sejam consideradas. Por exemplo: Será que há um filtro na boca do fogão e ele está quebrado? Alguns estudantes têm certeza de que não, outros têm dúvidas. Você pode sugerir: *Que tal perguntar para um técnico ou buscar em alguma fonte de informação?* Em ambos os casos, os estudantes devem ser orientados quanto a avaliar a confiabilidade das informações obtidas. Após buscar informações, esta hipótese será descartada, pois não há filtros nas bocas de fogões.

Para ajudá-los a avaliar outras hipóteses, você pode sugerir a leitura de manuais de fogão, pois eles fornecem pistas para a investigação. Os manuais mencionam o problema de a “chama estar amarela, escurecendo panelas ou apagando” e orientam que se verifique se o gás está no fim (no caso de botijões), se os queimadores estão sujos, molhados e bem instalados e se a mangueira está dobrada, antes de chamar um técnico. Como é um problema hipotético, os estudantes são informados de que o queimador em questão estava limpo, seco e bem instalado, que o gás era de rua e que a mangueira também não estava dobrada – essa questão nem poderia ser levantada, pois ocasionaria problemas na queima em todas as bocas. Agora, resta investigar a hipótese 3. Outras hipóteses podem surgir e, caso surjam, cada uma delas deverá ser discutida e avaliada.



EXECUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A hipótese a ser testada é que a sujeira preta é formada durante a queima do gás e que, por algum motivo, ela somente se forma em uma das bocas. O encaminhamento da prática experimental vai depender da autonomia dos estudantes e do grau de liberdade que você vai dar a eles. Eles podem ou não ser solicitados a criar um procedimento para investigar o problema; esta decisão deve ser tomada por você, que conhece seus estudantes.

Independentemente da sua decisão, eles deverão conhecer o funcionamento do bico de Bunsen³ e aprender a acendê-lo. Alertas quanto aos cuidados a ser tomados devem ser dados. Pode ser usado um isqueiro do tipo maçarico – apesar do nome assustador, é bastante seguro, pois a chama pode ser regulada. Não fica tão clara a falta de oxigênio – como fica com o bico de Bunsen –, pois, no isqueiro do tipo maçarico, a entrada de ar é fixa e o que pode ser regulada é a entrada do combustível.

Para testar a hipótese 3, pode ser adotada uma abordagem mais diretiva ou menos diretiva. Para uma abordagem mais diretiva, as orientações podem ser dadas em uma folha de trabalho, como, por exemplo, a apresentada a seguir. Nesta abordagem, o procedimento para a investigação será sugerido por você.

Para uma abordagem mais aberta, depois que os estudantes tenham aprendido como acender e regular a chama do bico de Bunsen, a atividade pode ser desenvolvida por meio da seguinte solicitação: *A partir do que foi observado sobre o funcionamento do bico de Bunsen e as cores das chamas formadas durante as queimas e das informações dadas por manuais de fogão sobre problemas de funcionamento, proponham uma maneira de investigar se a sujeira preta é formada na referida boca durante a queima do gás. Tentem dar uma explicação para esta formação.* A discussão pode acontecer em grupos. Se nenhuma ideia surgir, solicite aos estudantes que relacionem as chamas do bico de Bunsen com as quantidades de ar e de gás nas misturas queimadas. Depois, sugira que se lembrem das pistas dadas por manuais de fogão que apontam que chamas amarelas pretejam painéis. Os estudantes talvez proponham colocar uma panela nas chamas do bico de Bunsen com a válvula de ar aberta e com ela fechada.

Sugestão de roteiro de trabalho para os estudantes

Observação da queima de gás em um bico de Bunsen

Orientação geral: Observe e anote tudo o que lhe chamar atenção e que possa ter relevância para o entendimento do que ocorreu na boca do fogão que está com problema.

Material necessário: 1 bico de Bunsen, devidamente conectado a uma fonte de gás, cujo controle da chama é feito por meio de uma válvula em sua base (controla a entrada de ar); fósforos; 1 estante para tubos de ensaio; 2 tubos de ensaio; 1 pinça de madeira compatível com o diâmetro dos tubos de ensaio; água de torneira.

³Se você, professor, achar conveniente, pode manusear o bico de Bunsen, descrevendo seu funcionamento e chamando a atenção para a possibilidade de se controlar a proporção dos componentes da mistura gás/ar.





- 🔍 Prenda os cabelos e não deixe nenhum material inflamável nas proximidades. Coloque óculos de segurança e avental, deixe a menor quantidade possível de material sobre as bancadas;
 - 🔍 Abra a válvula de gás;
 - 🔍 Regule o orifício de entrada de oxigênio para obstrução total;
 - 🔍 Observe a chama e anote suas observações.
1. Qual é a coloração da chama? Releia as recomendações sobre os problemas listados nos manuais de uso de fogão. Esses manuais fazem alguma referência à cor da chama? Anote suas observações.
 - 🔍 Coloque cerca de 10 mL de água em um tubo de ensaio grande, limpo e seco (Atenção! O volume de água não pode ultrapassar $1/3$ da altura do tubo);
 - 🔍 Prenda o tubo de ensaio a uma pinça de madeira e coloque-o sobre a chama (não aponte a boca do tubo em sua direção ou na direção de qualquer colega);
 - 🔍 Observe o aspecto do tubo após uns 10 segundos;
 - 🔍 Caso nada tenha ocorrido, deixe-o um pouco mais sobre a chama;
 - 🔍 Coloque-o na estante e anote suas observações. Cuidado: o tubo estará muito quente!
 2. Há alguma semelhança entre o aspecto do fundo do tubo e o aspecto de alguma das panelas usadas sobre a boca do fogão com problema?
 - 🔍 Peça orientação ao seu professor para regular a entrada de oxigênio até que você observe mudança na cor da chama. Anote suas observações.
 3. Há alguma semelhança entre a cor assumida pela chama e a cor da chama do queimador do fogão que, ao ser usado, não preteja as panelas?
 4. O que você acha que ocorrerá se colocar um tubo de ensaio limpo e com água sobre esta chama? Teste sua hipótese. Tome os mesmos cuidados e anote suas observações.
 - 🔍 Apague o bico de Bunsen de acordo com as orientações de seu professor.
 5. Discuta suas observações com seus colegas, procurando estabelecer relações entre a queima do gás no bico de Bunsen e a queima do gás no fogão. Compare as cores das chamas do bico de Bunsen e as cores das chamas no fogão. Compare também o que ocorreu com as panelas e o que ocorreu com os tubos de ensaio quando colocados sobre cada uma das chamas.
 6. Qual seria a função da válvula na base do bico de Bunsen? Você usaria o bico de Bunsen com a válvula mais aberta ou mais fechada? Por quê?
 7. Agora, o que você acha que ocasionou a formação do sólido preto? A hipótese 3 pode estar correta?

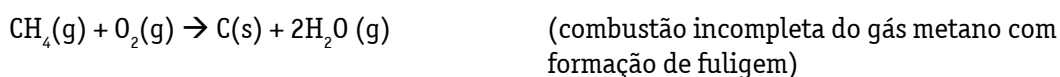
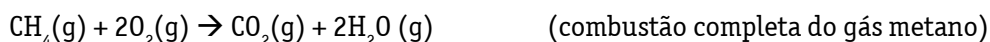
Discussão dos resultados

Nesta fase, os estudantes expõem suas conclusões, ouvem a dos colegas, avaliam quais são plausíveis e se a hipótese de trabalho foi confirmada. Caso não consigam, você pode solicitar que rediscutam as respostas às questões 1, 2 e 3 e retomem a informação de que os manuais de fogão associam chamas amarelas ao escurecimento de panelas. Dependendo da turma, você pode trabalhar todas as questões propostas ou, então, o desenvolvimento das questões 5 e 6 é suficiente para que os estudantes concluam que, quando a oferta de oxigênio for insuficiente, pode haver a formação da fuligem, o sólido preto. Eles também devem relacionar a cor amarela da chama com



a entrada insuficiente de oxigênio nos queimadores do fogão, identificando-a como uma evidência de combustão incompleta.

Para sintetizar o estudo, solicite que pesquisem a composição da fuligem e que escrevam as equações que descrevem as possíveis equações de combustão (completa e incompletas) do gás metano.



Ampliação do estudo experimental

Uma vez que o gás natural é considerado um combustível mais limpo do que o carvão e outros derivados de petróleo de maior massa molecular, poderia ser desencadeado um debate sobre o que seria um combustível limpo, ou combustível verde, ou combustível ecologicamente correto. Para tanto, os estudantes teriam de fazer pesquisas sobre o assunto. Aspectos relacionados a impactos ambientais e sociais envolvidos na prospecção, extração, produção, beneficiamento, transporte e comercialização de diferentes combustíveis (tais como gás natural, carvão vegetal e mineral, biodiesel, diesel e gasolina de petróleo) são alguns itens que podem ser pesquisados e discutidos.

Outra ampliação possível é a avaliação das desvantagens econômicas, ambientais e sociais de combustões incompletas. A análise de equações químicas que representam combustões completas e incompletas mostra que as incompletas, além de liberar menos calor, geram compostos nocivos à saúde: CO(g) e material particulado (C). Devem-se considerar também as perdas econômicas, pois a mesma quantidade de combustível gera uma quantidade menor de energia. Esse gasto maior tem reflexos no ambiente à medida que mais combustível é gasto e, portanto, extraído, refinado e transportado (todas essas etapas geram poluição). Essas perdas são detectáveis em todas as instâncias, desde queimas em fogões domiciliares mal regulados até queimas mal controladas em escala industrial. (**Observação:** para evitar perdas, as indústrias costumam adicionar oxigênio em excesso ao sistema.)

Combustão completa do gás metano	$\text{CH}_4(\text{g})$ 1 mol 16 g	+	$2\text{O}_2(\text{g})$ 2 mol 64 g	→	$\text{CO}_2(\text{g})$ 1 mol 44 g	+	$2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 2 mol 36 g	+	802 kJ
Combustão incompleta do gás metano (I)	$\text{CH}_4(\text{g})$ 1 mol 16 g	+	$3/2\text{O}_2(\text{g})$ 3/2 mol 48 g	→	$\text{CO}(\text{g})$ 1 mol 28 g	+	$2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 2 mol 36 g	+	520 kJ





Combustão incompleta do gás metano (II)	CH ₄ (g)	+	O ₂ (g)	→	C(s)	+	2H ₂ O(l)	+	408,5 kJ
	1 mol 16 g		1 mol 32 g		1 mol 12 g		2 mol 36 g		

Tabela 3.

Outras situações problemáticas podem ser exploradas, como: *É importante o controle da entrada de ar em fornos na obtenção de carvão vegetal? Como carvoeiros fazem esse controle? Por que é importante o controle da entrada de ar nos alto-fornos de siderúrgicas?* Sugere-se o uso de materiais do Telecurso 2000 (materiais 4-Ferro). Diversos vídeos sobre o trabalho de carvoeiros também podem ser encontrados *on-line*. Nesses vídeos, podem ser observados os buracos que são constantemente abertos e tampados nos fornos, para controlar a entrada de ar.

PARA SABER MAIS

CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível: o mito do combustível limpo. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 28, maio 2008, p. 9-14. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/03-QS-3207.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

DA RÉ CARVALHO, H. T. *Avaliação socioeconômica e ambiental em uma área impactada pela extração do carvão: estudo de caso no bairro Colonial em Criciúma-SC*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Gestão de Ambientes Alterados). Criciúma-SC: Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2008. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00003C/00003C8F.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

DE CASTRO DE CARVALHO, Giselle. A indústria dos hidrocarbonetos no Brasil: o problema com o caso gasoduto Bolívia-Brasil e a solução com os combustíveis renováveis. *Pap.polit.*, Bogotá, v. 11, n. 2, dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-44092006000200008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 jul. 2014.

GURGEL, C. A. V. et al. Impactos de extração do petróleo (óleo e gás) no Rio Grande do Norte, na região do Alto Rodrigues/RN. *HOLOS*, ano 29, v. 3, 2013, p. 130-147. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/715/692>> Acesso em: 25 jul. 2014.

KRUEGER, C. M. *Design universal aplicado no desenvolvimento de fogão doméstico*. Trabalho (TCC em Design de Produtos). Porto Alegre: Faculdade de Arquitetura UFRGS, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36819/000818278.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

LOPES, R. P.; OLIVEIRA FILHO, D.; DONZELES, S. M. L. et al. Controle da combustão em fornalhas a lenha. *Encontro de energia no meio rural*, Campinas, ano 3, 2003. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC00000002200000200023&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 25 jul. 2014.



PERCÍLIA, E. Gás boliviano. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/gas-boliviano.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

SILVA, J. P. Impactos ambientais causados por mineração. *Revista Espaço da Sophia*, ano 1, n. 8, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.registro.unesp.br/sites/museu/basededados/arquivos/00000429.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.



TEMA 3: ESTUDANDO FATORES QUE AFETAM A DISSOLUÇÃO DE GASES NA ÁGUA⁴

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A atividade investigativa proposta envolve o estudo da influência da temperatura sobre a solubilidade do gás oxigênio e do gás carbônico em água. Você pode iniciar a discussão perguntando aos estudantes se eles consideram que há gás oxigênio dissolvido na água. Nesse momento, é bom frisar que não se está falando do átomo de oxigênio presente na molécula de água. Se os estudantes afirmarem que não há dissolução, pergunte a eles como os peixes respiram e lembre-os de que, em aquários, é frequente o uso de bombas de ar para possibilitar a sobrevivência dos peixes.

Você pode continuar, explicitando o que significam os termos *soluto*, *solvente* e *solução*. Uma solução pode ser definida como um sistema homogêneo; o solvente pode ser definido como o material que está em maior quantidade na solução; o soluto, como o(s) material(is) que está(ão) em menor quantidade. Em seguida, você pode ressaltar que variações nas proporções soluto/solvente em soluções, como a água dos oceanos e dos rios, terão impacto significativo nesses ecossistemas. A manutenção das quantidades de gás oxigênio dissolvidas na água acima de determinados níveis é imprescindível à sobrevivência dos seres aquáticos; assim você pode pedir uma pesquisa sobre os impactos ambientais causados pela operação de usinas térmicas que jogam água quente em águas costeiras, rios e lagos. Pode-se, também, pesquisar sobre as quantidades de gás oxigênio dissolvidas na água que são necessárias para a sobrevivência de diferentes tipos de peixes e sobre as unidades de medida utilizadas nessa avaliação.

Atividades semelhantes podem ser propostas com relação à dissolução do gás carbônico na água. Essa está relacionada ao pH das águas naturais e à retenção de parcelas deste gás pelas águas dos mares e dos rios. Quando o gás carbônico está dissolvido nos oceanos em quantidades que são superiores a certos níveis, pode causar danos significativos à fauna e à flora. Alterações na temperatura das águas dos oceanos modificam esse processo de dissolução? Isso tem alguma implicação ambiental?

⁴ Este tema possibilita retomar o estudo da solubilidade de materiais. A proposta envolve um estudo experimental, complementando a abordagem iniciada nas atividades presentes no Caderno do Professor da 1ª série, Volume 2, de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo faz escola).





Problema a ser investigado

O aumento de temperatura afeta a quantidade de gás oxigênio dissolvido em certa massa de água? E o que ocorreria com o gás carbônico nesse caso?

Habilidades

Fazer registros de observações experimentais; fazer inferências sobre o comportamento dos materiais a partir de observações experimentais; associar a análise de diferentes fenômenos para planejar atividades experimentais; analisar dados e elaborar conclusões acerca da solubilidade do gás oxigênio e do gás carbônico em água; aplicar conhecimentos sobre a solubilidade de gases em água na interpretação de problemas socioambientais.

Número de aulas

4 aulas.

COMO INVESTIGAR O PROBLEMA?

Levantamento de hipóteses

Você pode apresentar a seguinte hipótese aos estudantes: *Suponha que haja diferenças nas quantidades de gás oxigênio e de gás carbônico dissolvidas na água a temperaturas diferentes. Você pode, então, perguntar a eles como essa hipótese poderia ser investigada, ou seja, que questões poderiam ser formuladas para concluir em que medida essas suposições estão corretas: Como comparar a quantidade de gás oxigênio dissolvida em diferentes amostras de água? E a quantidade de gás carbônico? Se aquecermos a água, as quantidades desses gases que estão nela dissolvidos se modificarão?*

As questões podem ser registradas, pois auxiliarão na construção de roteiros experimentais, e retomadas quando os resultados de todos os grupos forem analisados conjuntamente pelos estudantes e por você.

Em seguida, você pode propor a realização da atividade experimental que permite a comparação da quantidade de gás oxigênio dissolvida em duas amostras de água, sendo que apenas uma delas foi previamente fervida, e mediar a discussão dos resultados utilizando as questões propostas.

Como próxima etapa, você pode propor aos estudantes a elaboração de um procedimento experimental para comparar a quantidade de gás carbônico dissolvida em duas amostras de água a temperaturas diferentes.



EXECUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Material necessário

1 bastão de vidro, 1 tubo de ensaio, 1 placa de Petri, lamparina, tripé, tela de amianto, 2 béqueres de 100 mL, 1 béquer de 150 mL, etanol, indicador universal (e escala do indicador universal), palha de aço, fósforo, água, óleo de soja, 1 canudo de refrigerante.

Procedimento a ser adotado

Primeiro, proponha a realização do experimento para investigar o processo de oxidação da palha de aço. A análise desses resultados auxiliará os estudantes a compreender o procedimento proposto para avaliar o efeito da elevação da temperatura sobre a solubilidade do gás oxigênio, objeto de estudo do segundo experimento.

Para a realização desses experimentos, os estudantes podem seguir os exemplos de procedimentos indicados a seguir.

Parte I – Analisando a oxidação da palha de aço⁵

- ☞ Utilizando o bastão de vidro, coloque um pedaço pequeno de palha de aço no fundo de um tubo úmido. Distribua a palha de aço dentro do tubo, de forma que ela ocupe um terço do volume;
- ☞ Coloque água em uma placa de Petri, de forma a quase preenchê-la;
- ☞ Inverta o tubo de ensaio e, mantendo-o nessa posição, coloque-o na placa de Petri;
- ☞ Faça um desenho mostrando como ficou o estado inicial do sistema. Não se esqueça de retratar todos os detalhes, a altura da coluna de água dentro do tubo e o aspecto da palha de aço;
- ☞ Deixe o sistema em repouso por três dias;
- ☞ Faça um novo desenho para mostrar o estado final.

Parte II – Estudo do efeito da temperatura sobre a solubilidade do gás oxigênio

- a) Montagem utilizando amostra de água fervida:
- ☞ Monte o esquema, conforme indicado pelo professor, com a lamparina, o tripé e a tela de amianto.
 - ☞ Coloque 50 mL de água para ferver em um béquer de 100 mL;
 - ☞ Para evitar que a fervura ocorra de modo irregular, deixe um bastão de vidro dentro da água durante todo o tempo em que ela é aquecida;
 - ☞ Após a fervura da água, apague a lamparina, conforme indicado pelo professor, e deixe a água esfriar por cerca de 10 minutos;
 - ☞ Coloque um pedaço de palha de aço com cerca de 5 cm de comprimento dentro do béquer com água fervida, utilizando o bastão de vidro para deixá-la totalmente submersa;

⁵ O roteiro experimental da Parte I foi adaptado de: GEPEQ. *Interações e Transformações I*: elaborando conceitos sobre transformações químicas. Química, Ensino Médio. São Paulo: Edusp, 2006.



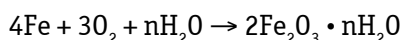


- ☞ Cubra a superfície da água com óleo de soja;
 - ☞ Deixe o sistema em repouso por três dias e registre suas observações quanto ao estado final do sistema.
- b) Montagem utilizando amostra de água que não foi previamente fervida:
- ☞ Coloque 50 mL de água em outro béquer;
 - ☞ Coloque um pedaço de palha de aço com cerca de 5 cm de comprimento dentro do béquer com água, utilizando o bastão de vidro para deixá-la totalmente submersa. Deixe o sistema em repouso por três dias e registre suas observações quanto ao estado final do sistema.

Resultados observáveis

Na Parte I do experimento, observa-se que a palha de aço enferruja e o nível de água dentro do tubo sofre um aumento. Na Parte II, observa-se que a palha de aço praticamente não sofre oxidação quando imersa na água previamente fervida. O outro pedaço de palha de aço sofre oxidação.

A equação a seguir representa o processo de formação da ferrugem:



Discussão dos resultados

A discussão dos resultados pode ser mediada pelas questões a seguir:

- ☞ Como você explica as observações feitas na Parte I da atividade experimental? Há alguma relação entre o nível final da água dentro do tubo e a transformação sofrida pela palha de aço?
- ☞ Sabendo que se pode considerar a formação da ferrugem como oxidação do ferro, você acha que o gás oxigênio tem alguma participação nesse processo? Qual?
- ☞ Como você explica as observações feitas na Parte II da atividade experimental? Existe alguma relação entre os resultados obtidos e a presença de gás oxigênio dissolvido na água?
- ☞ Como o aumento de temperatura influencia a quantidade de gás oxigênio dissolvido na água?

As duas primeiras questões devem levar os estudantes a associar o aumento do nível da coluna de água dentro do tubo de ensaio com o consumo de gás oxigênio decorrente do processo de oxidação do ferro. As duas questões seguintes devem levar à ideia de que o meio em que a palha de aço praticamente não sofreu corrosão não deve conter gás oxigênio. Uma vez que a água foi submetida ao aquecimento, conclui-se que o aumento de temperatura diminui significativamente a quantidade de gás oxigênio dissolvido na água.

Depois da análise dos resultados obtidos nos dois experimentos, você pode pedir aos estudantes que elaborem, em grupos, um procedimento para avaliar o efeito da temperatura sobre a quantidade de gás carbônico dissolvida na água. É importante que você leia atentamente os procedimentos planejados pelos estudantes antes de sua execução para que sejam eliminadas quaisquer ações que possam comprometer a segurança do grupo. É importante ressaltar que os aquecimentos realizados



devem ser supervisionados por você e todas as orientações sobre segurança devem ser seguidas. Pode ser lembrado que o gás carbônico reage com a água, deixando o meio ácido, e que isso pode ser evidenciado por meio de indicadores ácido-base. Também se pode mencionar que a expiração é rica em gás carbônico. Para discutir o controle de variáveis, podem ser utilizadas as seguintes questões: *Qual a condição experimental que será variada? Considerando o procedimento planejado, que condições devem ser mantidas constantes para que esse estudo seja coerente?*

Como condição experimental variada, tem-se a temperatura da água. Dependendo do procedimento elaborado, podem ser mantidos constantes: o volume de água, o número de gotas de indicador utilizado, o tempo em que se sopra na solução etc.

Para finalizar as discussões, você pode retomar as questões investigadas, os procedimentos de investigação adotados e as conclusões elaboradas. Devem-se retomar as hipóteses iniciais e fechar a atividade, avaliando em que medida as suposições feitas estão corretas.

Parte III – Estudo do efeito da temperatura sobre a solubilidade do gás carbônico⁶

Um exemplo de enunciado para a atividade é indicado a seguir.

Elabore um procedimento experimental para avaliar como a variação de temperatura afeta a quantidade de gás carbônico dissolvida na água. Não se esqueça de listar todos os materiais e reagentes necessários. Após a aprovação do professor, execute-o. Organize seus resultados e registre as conclusões finais. Dicas: a) O gás carbônico reage com a água formando ácido carbônico, portanto deixa o meio ácido. b) O ar que expiramos é rico em gás carbônico.

Um exemplo de procedimento que pode ser elaborado pelos estudantes para avaliar o efeito da temperatura na quantidade de gás carbônico dissolvido na água é mostrado a seguir:

- ☉ Coloque cerca de 50 mL de água em um béquer de 150 mL;
- ☉ Adicione ao sistema 10 gotas de indicador universal;
- ☉ Anote o pH correspondente à cor observada;
- ☉ Utilizando um canudo de refrigerante, sopra por cerca de 1 minuto de forma a borbulhar gás carbônico no sistema;
- ☉ Anote o pH correspondente à cor observada;
- ☉ Seguindo as instruções do professor, aqueça o sistema utilizando uma lamparina, um tripé e uma tela de amianto;
- ☉ Anote o pH correspondente à cor observada após o aquecimento da solução.

Resultados observáveis

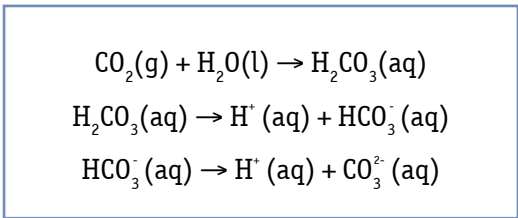
Os estudantes observarão que a dissolução do gás carbônico em água deixa o sistema ácido, comparando a cor do indicador com aquela observada antes do borbulhamento da solução. Quando o sistema é aquecido, o pH da solução torna-se igual ao inicial.

⁶ Experimento adaptado de GEPEQ. *Atividades experimentais de Química para o Ensino Médio*: reflexões e propostas. Disponível em: <http://cenp.edunet.sp.gov.br/Portal/Publicacoes/livro_experimentacao.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014.





A formação do ácido carbônico e seu processo de ionização estão representados a seguir:



Discussão dos resultados

A discussão dos resultados pode ser mediada pelas seguintes questões:

- ☞ A dissolução do gás carbônico causa alteração do pH da água? De que forma?
- ☞ Como explicar o que ocorreu com o pH da solução submetida a aquecimento?
- ☞ Qual o efeito do aumento da temperatura sobre a solubilidade do gás carbônico na água?

Essas questões devem levar os estudantes a perceber que a dissolução do gás carbônico em água resulta em uma solução ácida e a associar a mudança do pH da solução após o aquecimento à saída de gás carbônico. Os estudantes concluirão que o aumento de temperatura diminui a solubilidade do gás carbônico em água.

Caso os estudantes utilizem outro procedimento, as questões para avaliação devem possibilitar a comparação das quantidades de gás carbônico dissolvido em água em temperaturas diferentes para que eles cheguem à conclusão de que o aumento de temperatura causa uma diminuição na quantidade de gás carbônico dissolvido na água.

Ampliação do estudo experimental

Este estudo pode ser ampliado, enfocando outros parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das águas naturais. As implicações ambientais de quantidades baixas de gás oxigênio e altas de gás carbônico dissolvidas nas águas naturais podem ser analisadas com mais profundidade. Além disso, podem ser estudados ciclos biogeoquímicos, como o da água e o do carbono. Se você achar conveniente, pode também fazer a análise quantitativa do gás oxigênio dissolvido em águas coletadas em diferentes locais, conforme indicado na primeira referência da seção a seguir.

PARA SABER MAIS

FERREIRA, L. H. et al. Determinação simples de oxigênio dissolvido em água. *Química Nova na Escola*, n. 19, maio 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a10.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo que apresenta um método para determinação quantitativa do gás oxigênio dissolvido em água.



FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, nov. 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

MARTINS, C. R. et al. Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a importância na química da atmosfera. *Química Nova na Escola*, n. 5, nov. 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/05/quimica_da_atmosfera.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014.

SILVA, J. L. da; STRADIOTTO, N. R. Soprando na água de cal. *Química Nova na Escola*, n. 10, nov. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/exper2.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

ZUIN, V. G.; IORATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, fev. 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/02-QS-5507.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014.



TEMA 4: COMPARAÇÃO DA VISCOSIDADE DE LÍQUIDOS E ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE ESSA PROPRIEDADE⁷

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A proposta foi adaptada de *Uma experiência didática sobre viscosidade e densidade*⁸ e envolve a elaboração de procedimentos experimentais que possibilitem a comparação entre as viscosidades de líquidos e o estudo do efeito da temperatura sobre essa propriedade, o que poderá levar à elaboração de modelos explicativos para as diferenças observadas.

Para auxiliar os estudantes a perceber a importância do estudo dessa propriedade, você pode abordar a importância da determinação de viscosidade de líquidos utilizados em aplicações industriais, para que seja feita a seleção de equipamentos e sejam planejadas as dimensões de tubulações. Você pode também analisar a problemática associada à extração de petróleo. Na operação dos poços, são utilizados fluidos que são injetados para que as perfurações sejam realizadas. Esses fluidos devem ter a viscosidade adequada. A análise dos impactos ambientais associados aos processos de perfuração de poços de petróleo e ao emprego de diferentes tipos de fluidos permite uma interface com o componente curricular Biologia e pode ser um tema de pesquisa.

⁷ Este tema está articulado com o que foi tratado no Caderno do Professor da 2ª série, Volume 2, de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo faz escola), possibilitando o aprofundamento das discussões relacionadas às interações intermoleculares.

⁸ Fonte dos dados: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_3/08-EEQ-111-10.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014.





A avaliação da viscosidade de líquidos também é importante em contextos hospitalares, pois pacientes que permanecem entubados (respiração artificial), por longos períodos, durante a fase de recuperação têm dificuldade de engolir alimentos pouco viscosos. Para auxiliar no tratamento desses pacientes, é adicionado um espessante aos líquidos que consomem, de forma a não alterar seu gosto, mas aumentar sua viscosidade.

Outro tema de pesquisa pode estar relacionado ao efeito da temperatura sobre a viscosidade quando se trata do uso de óleos automotivos. Há formulações específicas para ser utilizadas em locais em que a temperatura ambiente atinge valores muito baixos ou muito altos, isso para que não haja danos ao motor em função de uma viscosidade inadequada do óleo.

Problema a ser investigado

É possível comparar a viscosidade de líquidos? A variação de temperatura pode afetar essa propriedade?

Habilidades

Aplicar o controle de variáveis para planejar atividades experimentais; comparar a viscosidade de líquidos; analisar dados e elaborar conclusões acerca do efeito da temperatura na viscosidade dos materiais; aplicar modelos de interação intermolecular para explicar diferenças nas viscosidades dos líquidos estudados.

Número de aulas

4 aulas.

COMO INVESTIGAR O PROBLEMA?

Levantamento de hipóteses

Inicialmente, você pode perguntar aos estudantes se eles acham que a transferência de um copo de óleo de cozinha para outro recipiente pode ser feita com a mesma facilidade que a transferência de um copo de água. Os estudantes provavelmente responderão que a água será transferida mais facilmente. Nesse momento, você pode dizer que a viscosidade dos materiais é uma propriedade que está associada à resistência ao escoamento. No caso do óleo de cozinha, a viscosidade é maior, pois é mais difícil escoar esse material do que a água.

Em seguida, pergunte a eles se uma moeda de R\$1 (mais densa que a água e que o óleo de cozinha) afunda com a mesma facilidade quando imersa em um copo com água ou em um copo com óleo de cozinha. Os estudantes provavelmente responderão que a moeda afundará com mais dificuldade



no óleo de cozinha. Você pode, então, deixar clara a relação entre a viscosidade e a dificuldade com que a moeda afunda no óleo de cozinha ou na água. Uma forma de comparar a viscosidade de líquidos é medir o tempo que um objeto leva para afundar em cada líquido, comparando-os. O líquido mais viscoso oferecerá mais resistência ao deslocamento do objeto.

Você pode pedir aos estudantes que elaborem explicações para o fato de o óleo ser mais viscoso do que a água, considerando modelos de interações interpartículas. Em seguida, você pode perguntar: *Se o líquido estiver aquecido, isso mudará?* Você pode solicitar aos estudantes que formulem hipóteses com relação a esse efeito. Eles podem supor que a variação de temperatura afeta a viscosidade ou que não haja nenhum efeito e podem explicar esse possível efeito utilizando suas ideias sobre constituição da matéria de diferentes formas. Você pode perguntar aos estudantes quais questões devem ser formuladas para dar continuidade à investigação. As questões podem ser: *Como comparar viscosidades de diferentes líquidos? Há diferenças nas viscosidades do óleo frio e do óleo quente? Como diferenças entre interações interpartículas podem ser relacionadas a diferenças de viscosidade?*

Para mediar a elaboração do procedimento, você pode fazer demonstrações relacionadas às questões iniciais das etapas apresentadas a seguir. É importante chamar a atenção dos estudantes para os materiais que estão sendo utilizados. Isso tornará mais fácil para eles a escolha dos materiais quando elaborarem os próprios procedimentos de investigação.

Etapa 1: Você sabe o que acontece quando adiciona-se uma esfera de aço a um copo de óleo de cozinha? Você acha que esse fenômeno pode ser aproveitado para elaborar um procedimento para comparar as viscosidades de líquidos, como, por exemplo, o óleo de soja e o detergente? O que deveria ser feito? O que seria medido? O que deveria ser mantido constante?

Você pode ressaltar que é importante utilizar a mesma esfera e manter constantes a distância de deslocamento a ser considerada, o volume e a temperatura dos líquidos utilizados. Dessa forma, sugere-se que, ao analisar os procedimentos propostos pelos estudantes, sejam discutidas as variáveis pertinentes, caso elas não tenham ficado explícitas.

Etapa 2: O que ocorre quando pinga-se uma gota de óleo em um plano inclinado? Você acha que esse fenômeno pode ser aproveitado para elaborar um procedimento para comparar as viscosidades de dois óleos? O que deveria ser feito? O que seria medido? O que deveria ser mantido constante?

Você pode ressaltar que é importante manter constantes o tamanho da gota, o ângulo utilizado no plano inclinado, a distância que a gota percorrerá e o tipo de material sobre o qual a gota irá deslizar. Como já citado antes, você pode, ao analisar os procedimentos propostos, discutir as variáveis pertinentes, caso elas não tenham ficado explícitas.

Após os estudantes elaborarem os procedimentos, é fundamental que você faça uma análise cuidadosa, considerando aspectos de segurança e de controle de variáveis. Em seguida, os experimentos serão executados e a análise dos resultados pode ser mediada pelas questões que serão sugeridas mais adiante.





Para dar continuidade ao trabalho, será feito o estudo do efeito da variação da temperatura sobre a viscosidade de líquidos. Para isso, os estudantes podem escolher um dos procedimentos utilizados anteriormente.

Considerando que as discussões dos resultados obtidos na etapa anterior já contemplaram as limitações e as aplicabilidades dos métodos empregados, os estudantes não devem encontrar dificuldades em escolher um procedimento a ser seguido. Basta, então, que comparem a viscosidade de dois materiais a temperaturas diferentes. Pode-se, por exemplo, alterar a temperatura do óleo de soja.

EXECUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Material necessário

Cronômetro, 1 pinça de plástico, 1 proveta de 100 mL, 1 béquer de 150 mL, óleo de cozinha, detergente, solução de sacarose 800 g/L, 1 esfera de aço de aproximadamente 4 mm de diâmetro, pedaço de madeira de superfície lisa, apoio para o pedaço de madeira, tripé, tela de amianto, lâmparina, etanol, 1 panela, 1 termômetro de 0 °C a 100 °C.

Procedimento a ser adotado

Você pode requisitar a elaboração de procedimentos experimentais, orientando os estudantes conforme o roteiro a seguir.

Parte I – Como comparar a viscosidade de líquidos

Você já sabe que é mais difícil transferir certa quantidade de óleo de um copo para o outro do que transferir a mesma quantidade de água. Constatou-se que isso pode ser associado a diferenças nas viscosidades desses materiais. Elabore um procedimento experimental que permita comparar as viscosidades do óleo de cozinha, do detergente e de uma solução de água com açúcar. Explícite o que deve ser variado e o que deve ser mantido constante. Realize o experimento, analise os resultados obtidos e elabore uma conclusão. Não se esqueça de especificar todas as quantidades de materiais e reagentes utilizadas.

Parte II – Alteração da viscosidade de líquidos em função da temperatura

Considerando que será estudado o efeito da variação da temperatura sobre a viscosidade do óleo de soja, escolha um dos procedimentos apresentados e o utilize como base para fazer essa avaliação. Explícite o que deve ser variado e o que deve ser mantido constante nesse caso. Faça as alterações necessárias no procedimento, realize o experimento, analise os resultados obtidos e elabore uma conclusão. Não se esqueça de especificar todas as quantidades de materiais e reagentes utilizadas.



Você e os estudantes podem planejar em conjunto um único procedimento a ser adotado por todos para comparar as viscosidades dos líquidos ou, então, você pode pedir que os estudantes se organizem em grupos e deixar que sejam utilizados procedimentos diferentes, a critério deles. Também, para auxiliar na criação dos procedimentos, você pode deixar disponíveis os materiais descritos anteriormente, de forma que possam ser feitos diferentes testes.

Durante as discussões, cada grupo pode apresentar para a classe o procedimento de investigação adotado e as conclusões a que chegar. Você pode chamar a atenção para as vantagens e desvantagens de cada modelo experimental adotado. É importante que você leia atentamente os procedimentos planejados pelos estudantes antes de sua execução para que sejam eliminadas quaisquer ações que possam comprometer a segurança do grupo. Orientações específicas sobre segurança no uso da lamparina, como a necessidade de manter cabelos presos, devem ser dadas.

A seguir, são apresentados alguns exemplos de procedimentos que podem ser elaborados pelos estudantes para comparar as viscosidades de líquidos.

Procedimento I: Comparação da viscosidade de líquidos por meio da medida da velocidade do deslocamento de uma esfera de aço.

- Encha a proveta de 100 mL com a solução de água com açúcar (800g/L).
- Segure a esfera de aço com a pinça, posicionando-a no centro da proveta, acima da solução;
- Prepare o cronômetro para uso, zerando seu marcador;
- Dispare o cronômetro ao mesmo tempo em que soltar a esfera;
- Quando a esfera chegar ao fundo da proveta, pare o cronômetro;
- Repita esse procedimento por mais duas vezes utilizando a solução de água com açúcar. Calcule a média dos valores;
- Repita esse procedimento três vezes, utilizando detergente. Calcule a média dos valores;
- Repita esse procedimento três vezes, utilizando óleo de cozinha. Calcule a média dos valores;
- Compare os tempos de deslocamento da esfera nos três líquidos e as viscosidades dos líquidos estudados.

Procedimento II: Comparação das viscosidades de líquidos por meio do deslocamento de gotas sobre uma superfície inclinada.

- Escolha um pedaço de madeira ou outro material que constitua uma superfície lisa. A madeira ou o material devem ser impermeáveis e a superfície deve estar muito limpa e homogênea para que o material líquido escorra. Coloque esse pedaço de madeira sobre um apoio, de modo que este forme um plano inclinado com ângulo de cerca de 70° ;
- Retire a madeira do apoio e coloque-a na posição horizontal;
- Prepare o cronômetro para uso, zerando seu marcador;
- Coloque cerca de 10 mL de óleo de cozinha em um béquer;
- Preencha parte de um conta-gotas com óleo de cozinha;
- Pingue duas gotas do líquido na extremidade da madeira que ficará elevada;
- Dispare o cronômetro ao mesmo tempo em que colocar a madeira sobre o apoio, de forma que o





- líquido fique na parte superior do plano inclinado;
- 🌀 Quando a gota atingir a parte mais baixa do plano inclinado, pare o cronômetro;
 - 🌀 Repita esse procedimento duas vezes utilizando óleo de cozinha. Tire a média dos valores;
 - 🌀 Repita esse procedimento três vezes, utilizando detergente. Tire a média dos valores;
 - 🌀 Repita esse procedimento três vezes, utilizando solução de água com açúcar. Tire a média dos valores;
 - 🌀 Considerando os tempos de deslocamento das gotas, compare as viscosidades dos líquidos estudados.

Para avaliar o efeito da temperatura sobre a viscosidade dos líquidos, basta repetir um dos procedimentos descritos, utilizando óleo aquecido e à temperatura ambiente. O aquecimento deve ser feito em banho-maria, mantendo a temperatura em torno de 50 °C por cerca de 3 minutos. Devem ser utilizados um béquer, parcialmente imerso na água contida em uma panela comum ou frigideira, e um termômetro para controlar a temperatura. Você deve alertar os estudantes para os cuidados com o aquecimento, pedindo que mantenham os cabelos presos, no caso do uso do bico de Bunsen ou da lamparina, e que não toquem com as mãos superfícies quentes. Se houver possibilidade, o aquecimento pode ser feito utilizando uma chapa de aquecimento, monitorando a temperatura.

Lembre os estudantes de que o óleo não deve ser descartado no esgoto, mas, sim, armazenado. Pode-se fazê-lo utilizando uma garrafa plástica que será levada a um local apropriado (há vários lugares que recebem o óleo comestível, como supermercados).

Resultados observáveis

O detergente terá maior viscosidade, sendo seguido pela solução de sacarose. O líquido menos viscoso é o óleo de soja. Quando soltamos a esfera, ela se deslocará mais rapidamente no material menos viscoso. As gotas de líquidos mais viscosos descerão mais lentamente o plano inclinado. O óleo aquecido terá sua viscosidade diminuída.

Discussão dos resultados

Durante as discussões, você pode comparar os resultados obtidos pelos diferentes grupos, buscando conhecer as fontes de variações de medidas experimentais em cada caso. Por exemplo, podem ser citadas: presença de bolhas de ar nos líquidos, diferenças ao considerar os pontos iniciais e finais das trajetórias da esfera ou das gotas, dificuldades para medir tempos de deslocamentos muito pequenos.

A discussão dos resultados pode ser mediada pelas questões a seguir, em função dos procedimentos utilizados pelos estudantes:

- 🌀 Compare os tempos que as esferas levaram para percorrer as trajetórias marcadas. Em qual dos líquidos a esfera teve maior velocidade? Qual deles é o mais viscoso?
- 🌀 Compare os tempos que as gotas dos líquidos levaram para percorrer as trajetórias marcadas no plano inclinado. Em qual dos líquidos a gota apresentou maior velocidade? Qual deles é o mais viscoso?



- ☉ Compare os tempos que a esfera de aço levou para se deslocar em um mesmo líquido em diferentes temperaturas. Em qual temperatura a velocidade foi maior? Como a temperatura afeta a viscosidade do líquido estudado?
- ☉ Compare os tempos que gotas de um mesmo líquido, em diferentes temperaturas, levaram para percorrer as trajetórias marcadas. Em qual temperatura a velocidade foi maior? Como a temperatura afeta a viscosidade do líquido estudado?
- ☉ Considerando os resultados de todos os grupos, explique as variações observadas nos tempos de deslocamento medidos, para os mesmos líquidos, nos diferentes experimentos realizados.
- ☉ Considere a tabela a seguir, que dá informações sobre a constituição dos três líquidos estudados, e responda às questões:

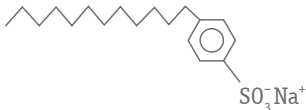
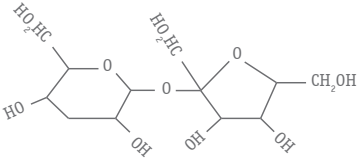

Líquidos e composto principal	Fórmula molecular	Fórmula estrutural
Detergente – p-Dodecilbenzenossulfonato de sódio	$C_{18}H_{29}SO_3Na^+$	
Solução de sacarose – Sacarose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	
Óleo de soja – Ácido linoleico	$C_{18}H_{32}O_2$	

Tabela 4. Fórmulas químicas dos principais constituintes dos líquidos.

Fonte dos dados: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_3/08-EEQ-111-10.pdf>. Acesso em: 3 set. 2014.

- a) Quais interações se estabelecem entre as partículas que compõem cada um dos líquidos estudados?
- b) Compare as massas molares dos componentes desses líquidos.
- c) Procure explicar as diferenças de viscosidade utilizando modelos de interação interpartícula que considerem as polaridades, as estruturas moleculares e as diferenças nas massas molares dos componentes de cada líquido.
- d) Procure explicar as diferenças entre as viscosidades de um mesmo líquido a diferentes temperaturas, utilizando modelos que considerem interações intermoleculares e diferenças no grau de agitação de moléculas em função da temperatura.

A primeira questão leva os estudantes a perceber que um menor tempo de deslocamento da esfera significa maior velocidade de deslocamento e, por consequência, menor viscosidade. Para o plano inclinado, o raciocínio é o mesmo: quanto mais rapidamente a gota deslizar, menos viscoso é o líquido. Você deve levar os estudantes a perceber que o aumento da temperatura causa diminuição na viscosidade do líquido. As discussões finais farão que eles apliquem as ideias que já





possuem sobre interações intermoleculares para explicar as variações nas viscosidades que foram observadas. Eles irão concluir que maiores viscosidades são explicadas por interações intermoleculares mais intensas.

O detergente é formado por aglomerados de ânions p-dodecilbenzenossulfonato rodeados por cátions Na^+ e moléculas de água. Pode-se admitir que, entre essas partículas, se estabeleçam interações íon-dipolo. Essas forças, aliadas às interações que se estabelecem em função da alta massa molar dos aglomerados, explicam a maior dificuldade de escoamento do líquido. No caso da solução de sacarose em água, se estabelecem ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e entre as moléculas de sacarose e água, porém as massas molares das partículas são menores e as moléculas terão maior facilidade de escoamento do que no caso do detergente. No caso do óleo de soja, a cadeia carbônica é aberta, longa e apolar com uma extremidade polar (o grupo COOH). As interações dos grupos polares não superam as interações dos átomos da cadeia apolar, composta por 18 átomos de carbono, de maneira que as interações são mais fracas que no detergente. Assim, a resistência ao escoamento é menor, sendo, portanto, mais fácil do que nos casos anteriores.

Quanto à influência da variação da temperatura, os estudantes devem concluir que, a uma maior temperatura, a agitação das partículas é maior, minimizando as interações intermoleculares e a viscosidade do líquido.

Nesta etapa, seria interessante perguntar aos estudantes se um líquido com maior viscosidade do que o outro terá, também, maior densidade. Como essa dúvida é frequente, seria importante retomar o conceito de densidade. Quando colocados dois líquidos imiscíveis em um mesmo recipiente, o mais denso ocupa a parte de baixo e o óleo, mais viscoso do que a água, flutua sobre ela, sendo menos denso.

Para finalizar as discussões, você pode retomar as hipóteses iniciais sobre o efeito da temperatura sobre a viscosidade dos líquidos, levando os estudantes a aplicar os modelos sobre interações interpartículas estudados para explicar essas diferenças. Eles devem estabelecer relações entre as interações interpartículas e a viscosidade dos líquidos, de modo que percebam que, quanto menor a interação, menor a viscosidade. Você pode solicitar que retomem as discussões iniciais sobre as diferenças de viscosidade do óleo e da água e procurem explicá-las. Eles também devem perceber que a diminuição da viscosidade do óleo de cozinha em função do aumento de temperatura pode ser relacionada à maior agitação das partículas. Você pode pedir aos estudantes que elaborem um pequeno texto explicando essas relações.

Ampliação do estudo experimental

Para ampliar esse estudo, os estudantes podem pesquisar como são feitas as perfurações de poços de petróleo, quais são os fluidos utilizados, a importância da avaliação de sua viscosidade, as variáveis que podem afetá-la durante os processos associados à extração de petróleo e os impactos ambientais decorrentes do uso desses fluidos. Outro enfoque que pode ser dado refere-se às características dos óleos automotivos e às formas adequadas para seu descarte em função de possíveis impactos ambientais.



PARA SABER MAIS

CANCIAM, C. A. Efeito da temperatura na viscosidade dinâmica dos óleos lubrificantes SAE 5W20, SAE 5W30 e SAE 5W40. *Revistas da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*, v. 11, n. 2, ago./dez. 2013. Disponível em: <http://revistas.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/viewFile/1125/pdf_54>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo sobre a influência da variação de temperatura sobre a viscosidade de óleos lubrificantes.

GEPEQ. *Interações e Transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas*. Química, Ensino Médio. São Paulo: Edusp, 2005.

PLANET Seed. Disponível em: <http://www.planetseed.com/files/uploadedfiles/Science/Laboratory/Hands-On_Lab/Properties_of_Liquids/Viscosity_and_Temperature/Related_Articles/viscosity3_pt.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014. Site que descreve as principais características dos fluidos utilizados nos poços de perfuração de petróleo.

VAZ, E. L. S. et al. Uma experiência didática sobre viscosidade e densidade. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 3, ago. 2012. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_3/08-EEQ-111-10.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo sobre o estudo de densidade e viscosidade de diferentes líquidos.



TEMA 5: ESTUDO DE PROCESSOS DE EXTRAÇÃO E SUAS RELAÇÕES COM A POLARIDADE DAS MOLÉCULAS⁹

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A proposta envolve a elaboração de um procedimento para quantificar o etanol presente na gasolina a partir da análise do processo de extração de iodo, utilizando solução aquosa de iodeto de potássio (KI) e butan-1-ol. Possibilita também a retomada dos modelos de interação interpartícula para explicar os resultados observados.

Você pode discutir com os estudantes que a adição do etanol à gasolina se justifica em função de a mistura apresentar um poder antidetonante maior do que a gasolina pura, possibilitando um melhor funcionamento do motor. Há uma faixa de porcentagens (22% a 26% em volume) de adição de álcool que tem sido adotada. Teores de etanol superiores a essa faixa podem causar problemas no motor dos carros a gasolina, pois a taxa de compressão da mistura ar/combustível não será eficiente. Há também uma questão política na definição de quanto etanol será adicionado à gasolina, pois essa porcentagem é influenciada pela safra e pelo preço internacional do açúcar. Caso você ache interessante, discuta essas relações em caráter interdisciplinar.

⁹ Este tema está articulado com o que foi visto no Caderno do Professor da 2ª série, Volume 2, de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo faz escola), possibilitando o estudo das diferenças na polaridade de moléculas e a abordagem de modelos explicativos para a miscibilidade de substâncias.





Você pode medir esse teor e verificar se está de acordo com as normas da ANP (Agência Nacional de Petróleo). Inicialmente, você pode perguntar se algum estudante já viu uma amostra de gasolina que contém etanol em sua composição comercializada em postos. Caso a resposta seja afirmativa, você pode perguntar qual é o aspecto da amostra, se ela é homogênea ou não. A partir daí, você poderá retomar o conceito de solubilidade já visto na 1ª série do Ensino Médio, apontando que, se o sistema é homogêneo, pode-se dizer que o etanol é solúvel em gasolina. É possível dizer também que essa solubilidade é infinita, ou seja, que qualquer volume de etanol formará uma mistura homogênea com a gasolina e que se pode considerar esses líquidos miscíveis. Em seguida, peça aos estudantes que deem exemplos de líquidos que formam sistemas heterogêneos. Dê como exemplo o óleo diesel e a água, que formam um sistema heterogêneo, sendo considerados imiscíveis. Diga aos estudantes que diferenças de miscibilidade de líquidos podem ser consideradas quando se planeja um processo de separação de misturas.

Agora, é possível propor a execução de um experimento que envolva um processo de extração. Após a análise dos resultados e do procedimento adotado, peça aos estudantes que investiguem se é possível quantificar o etanol presente na gasolina utilizando um processo de extração. Para finalizar as discussões, você pode retomar os modelos de interação interpartículas estudados para explicar os diferentes resultados.

Problema a ser investigado

Atualmente, a gasolina automotiva utilizada em nosso país contém certa quantidade de etanol, quantidade esta determinada por lei. É possível quantificar o etanol dissolvido na gasolina? Como você faria para determinar quanto de etanol uma amostra de gasolina contém?

Habilidades

Aplicar o conceito de miscibilidade e o controle de variáveis para planejar atividades experimentais; comparar a polaridade de diferentes líquidos; analisar dados e elaborar conclusões acerca das relações entre polaridade e miscibilidade; aplicar modelos de interação interpartículas para explicar diferenças de miscibilidade dos líquidos estudados.

Número de aulas

4 aulas.

COMO INVESTIGAR O PROBLEMA?

Levantamento de hipóteses

O trabalho com hipóteses será feito após a análise dos resultados obtidos no experimento envolvendo a extração de iodo. Você pode apresentar a seguinte hipótese: *Pode-se supor que é possível*



usar um método de extração para quantificar o etanol dissolvido na gasolina? Então, é possível perguntar aos estudantes como essa hipótese pode ser investigada, ou seja, que questões poderiam ser formuladas para concluir em que medida essa suposição é correta. Por exemplo: *Como poderia ser realizado esse processo de extração? Qual seria o líquido utilizado? Quais critérios deveriam ser considerados para escolher esse líquido? Que líquidos não se misturam com a gasolina? Que líquidos se misturam com o álcool?*

Depois dessa discussão, os estudantes poderão pesquisar quais líquidos não são miscíveis com gasolina, mas apresentam boa miscibilidade com o álcool, para que possam, em uma etapa seguinte, elaborar o procedimento pedido.

EXECUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Material necessário

4 tubos de ensaio, 4 rolhas de borracha que se adaptem aos tubos, estante para tubos de ensaio, 2 conta-gotas, 1 espátula, solução aquosa de KI (1 mol/L), butanol, cristais de iodo, 4 provetas de 100 mL, 1 bastão de vidro, etanol, gasolina, água, 1 béquer de 500 mL, flanela ou papel toalha, caneta hidrográfica.

Procedimento a ser adotado

Parte I – Comportamento do iodo diante da solução aquosa de iodeto de potássio (KI) e butan-1-ol¹⁰

a) Solubilidade de butan-1-ol em solução aquosa de KI.

Misture a solução aquosa de KI e butan-1-ol em quantidades iguais, em um tubo de ensaio. Agite e aguarde alguns segundos. Observe e descreva o aspecto da mistura, indicando se é homogênea ou heterogênea.

b) Iodo em presença de solução aquosa de KI e de butan-1-ol.

- ☉ Numere os tubos de ensaio como 1 e 2 e calibre-os, marcando com a caneta hidrográfica duas alturas de 3 cm em cada um.
- ☉ No tubo 1, coloque, com o conta-gotas, solução de KI até a primeira marca de 3 cm.
- ☉ No tubo 2, coloque, com o conta-gotas, butan-1-ol até a primeira marca de 3 cm.
- ☉ Separe dois cristais de iodo, bem pequenos e de dimensões aproximadamente iguais. Adicione um deles ao tubo 1. Agite até que se dissolva e anote a cor da solução. Adicione agora,

¹⁰ Este experimento foi retirado de GEPEQ. *Interações e Transformações II*. Química, Ensino Médio. São Paulo: Edusp, 2005.





a essa solução de iodo em KI¹¹, butan-1-ol até a segunda marca de 3 cm (use um conta-gotas). Agite suavemente e depois vigorosamente. Sabendo que a densidade do butan-1-ol é 0,81 g/mL, discrimine a fase superior e a inferior. Descreva o aspecto do sistema e anote a cor de cada fase.

- ⓔ Adicione o outro cristal de iodo ao tubo 2. Agite até que se dissolva e anote a cor da solução. A esse tubo, contendo solução de iodo em butan-1-ol, adicione solução de KI até a segunda marca de 3 cm. Agite suavemente e depois vigorosamente. Descreva o aspecto do sistema e anote a cor de cada fase.
 - ⓔ Compare os tubos 1 e 2. Descreva o que se observa em relação às cores das duas fases.
- Atenção!** O butan-1-ol e os sistemas em que ele foi utilizado devem ser armazenados para descarte apropriado.

Resultados observáveis

Será possível observar que o butan-1-ol é praticamente imiscível em solução de KI. O iodo se dissolverá nos dois líquidos, porém a maior extensão de dissolução ocorrerá com o butan-1-ol (fase menos densa). As duas fases terão a mesma cor castanha, mas esta será bem mais intensa com o butan-1-ol.

As discussões podem ser mediadas pelas seguintes questões:

1. A solução de KI é totalmente miscível no butan-1-ol?
2. O iodo é igualmente miscível na solução de KI e no butan-1-ol?
3. É eficiente extrair iodo de uma solução de KI usando butan-1-ol? Por quê?
4. É eficiente extrair iodo presente em uma solução cujo solvente é butan-1-ol com solução de KI? Por quê?
5. Que tipo de ligação se estabelece entre os átomos de iodo para formar a molécula de I₂? Há diferenças de eletronegatividade entre esses átomos?
6. Qual a polaridade do iodo (I₂)?
7. Que tipo de ligação se forma entre os átomos que compõem a água? E o butan-1-ol?
8. Há diferenças de eletronegatividade entre os átomos que compõem a molécula de água? E no caso do butan-1-ol?
9. A massa molar da água é semelhante à massa molar do butan-1-ol?
10. Considerando sua resposta à questão anterior e as fórmulas estruturais apresentadas a seguir, você diria que há diferenças de polaridade entre a molécula de água e a molécula de butan-1-ol?

¹¹ O iodo apresenta uma solubilidade limitada em água, mas é muito mais solúvel em soluções contendo íons iodeto. Isso pode ser explicado pela formação do íon I₃⁻, cuja presença dá coloração castanha à solução.



© Fernando Genaro/ Fotoarena

Figura 1 – Comportamento do iodo diante da solução aquosa de iodeto de potássio (KI) e butan-1-ol.



Composto	Fórmula molecular	Fórmula estrutural
Butan-1-ol	$C_4H_{10}O$	$ \begin{array}{c} H_3C \quad \quad CH_2 \quad \quad OH \\ \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad CH_2 \quad \quad CH_2 \end{array} $
Água	H_2O	$ \begin{array}{c} O \\ \diagdown \quad \diagup \\ H \quad \quad H \end{array} $

Tabela 5.

11. Explique as respostas dadas nas questões 3 e 4, utilizando ideias sobre polaridade de moléculas e interações intermoleculares.

Os estudantes perceberão que a solução de KI é praticamente imiscível no butan-1-ol e também que o iodo é mais solúvel no butan-1-ol. Irão perceber, portanto, que é eficiente extrair iodo de uma solução de KI com butan-1-ol, mas que o inverso não trará bons resultados.

Retomando os conhecimentos que já possuem, saberão que há ligações covalentes entre os átomos que compõem as moléculas de água, de iodo e de butan-1-ol. Pela análise das diferenças de eletronegatividade dos átomos que compõem as moléculas e das estruturas das moléculas, perceberão que o iodo é apolar e que a água e o butan-1-ol são polares. Porém, poderão associar à menor massa da molécula de água uma maior polarização. Portanto, concluirão que a água é mais polar que o butan-1-ol e que o iodo é mais miscível em butan-1-ol, pois este é menos polar que a água.

Em seguida, você pode apresentar a questão: *Como você faria para determinar quanto de etanol uma amostra de gasolina contém?* e pedir aos estudantes que elaborem, em grupos, um procedimento que utilize um processo de extração para determinar o teor de etanol da gasolina. É importante que você leia atentamente os procedimentos planejados antes de sua execução para que sejam eliminadas quaisquer ações que possam comprometer a segurança do grupo. É bom lembrar que a gasolina é bastante volátil e que há a necessidade de trabalhar em um local arejado; como se trata de material inflamável, o local de trabalho deve ser livre de faíscas e distante de chama e de fontes de calor; deve-se, também, evitar seu contato com a pele e os olhos. Oriente os estudantes a colocar a gasolina utilizada em um recipiente de vidro, pois o combustível deve ser armazenado para futuro descarte em local apropriado, como postos de combustível ou oficinas mecânicas.

Parte II – Elaboração de um procedimento que utilize a extração para a determinação do teor de etanol na gasolina

Considerando os resultados obtidos no experimento anterior, elabore um procedimento que utilize um processo de extração para determinar o teor de etanol na gasolina. Organize seus resultados e explique suas conclusões utilizando modelos de interação intermoleculares.





Atenção! A gasolina utilizada deve ser armazenada para descarte apropriado. Evite contato com a pele e olhos.

Um exemplo de procedimento que pode ser elaborado pelos estudantes para determinar o teor de álcool na gasolina é apresentado a seguir.

Procedimento: Determinação do teor de álcool na gasolina utilizando a extração com água.

- a) Teste de miscibilidade:
 - Em um tubo de ensaio, coloque 2 mL de água e adicione 2 mL de etanol. Agite o sistema e anote suas observações quanto ao número de fases presentes no sistema;
 - Faça o mesmo para a água e para a gasolina, utilizando outro tubo de ensaio.
- b) Extração do etanol dissolvido na gasolina utilizando água:
 - Coloque em uma proveta 20 mL de gasolina e vá adicionando 20 mL de água aos poucos, agitando o sistema constantemente com um bastão de vidro;
 - Deixe o sistema em repouso por cerca de 3 minutos e observe;
 - Registre o volume de cada fase.

Resultados observáveis

O teste de miscibilidade mostrará que o etanol e a água são perfeitamente miscíveis e que a água e a gasolina formarão um sistema com duas fases.

A adição de água à gasolina extrairá o etanol dissolvido. Isso será observado pelo aumento do volume da fase aquosa e pela conseqüente diminuição do volume da fase da gasolina. Para calcular o volume de álcool extraído, deve-se levar em consideração o volume restante de gasolina e não o volume da fase aquosa, pois quando água e etanol se misturam, há uma contração de volume.

Discussão dos resultados

A discussão dos resultados pode ser mediada pelas questões a seguir:

- ④ Considerando que a gasolina tem certo teor de álcool dissolvido, como você caracteriza esses líquidos quanto à miscibilidade?
- ④ Quantas fases apresenta o sistema água/etanol? Como você caracteriza esses líquidos quanto à miscibilidade?
- ④ Faça a mesma análise para o sistema água/gasolina.
- ④ O que aconteceu com o volume da fase aquosa depois que foi feita a extração do etanol presente na gasolina? O que aconteceu com o volume da gasolina?



- ☞ Como se pode calcular o teor de etanol da gasolina? **Observação:** considere os volumes inicial e final da gasolina. Quando se misturam água e etanol, há contração de volume.
- ☞ Considere que a gasolina é formada principalmente por octano (C_8H_{18}). Que tipo de ligação se estabelece entre os átomos que compõem essa molécula? Avalie diferenças de eletronegatividade entre esses átomos.
- ☞ Que tipos de ligação se estabelecem entre os átomos que compõem o etanol? E a água? Avalie diferenças de eletronegatividade entre esses átomos.
- ☞ Considerando diferenças de eletronegatividade entre os átomos que compõem essas moléculas e as fórmulas estruturais apresentadas a seguir, que inferências podem ser feitas sobre suas polaridades?

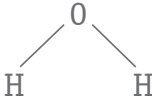
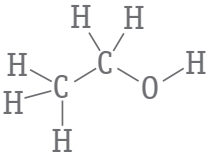
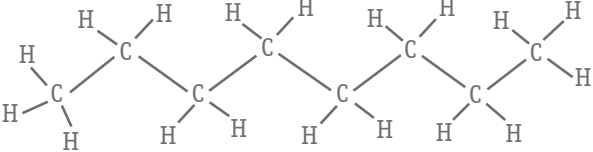
Composto	Fórmula molecular	Fórmula estrutural
Água	H_2O	
Etanol	C_2H_6O	
Octano	C_8H_{18}	

Tabela 6.

- ☞ Considerando sua resposta à questão anterior e seus conhecimentos sobre interações intermoleculares, explique por que é possível extrair etanol da gasolina utilizando água.
- ☞ Elabore uma atividade-síntese que contemple as respostas para as seguintes questões:
 - O que ocorre durante um processo de extração?
 - Qual é a relação entre os critérios de escolha dos reagentes empregados em um processo de extração e a miscibilidade desses materiais?
 - Que relações podem ser estabelecidas entre o grau de polaridade das moléculas e a miscibilidade de substâncias?
 - O que deve ser analisado para avaliar a polaridade de uma molécula?

Os estudantes devem perceber que água/etanol e gasolina/etanol são completamente miscíveis e que gasolina e água não são miscíveis. A diminuição da fase que contém gasolina deve-se





à transferência do álcool contido nela para a água. O cálculo do teor de álcool da gasolina deve utilizar como base a diminuição do volume inicial da gasolina. Por exemplo, se há uma amostra de gasolina com volume inicial de 20 mL e observa-se que houve uma diminuição de volume de 5 mL após a mistura com a água, pode-se dizer que havia 5 mL de álcool nessa amostra, ou seja, 25%.

As discussões sobre as relações entre miscibilidade e polaridade devem permitir que os estudantes concluam que, quanto mais próxima for a polaridade das moléculas que compõem as substâncias em estudo, maior será a sua miscibilidade e que quando as polaridades são muito diferentes, como na água e na gasolina, não há dissolução. Devem perceber, também, que a avaliação da polaridade das moléculas está associada ao tipo de ligação que se estabelece entre os átomos, à diferença de eletro-negatividade entre eles e à estrutura da molécula.

Ampliação do estudo experimental

Para ampliar este estudo, os estudantes podem pesquisar sobre o processo de produção de óleos vegetais, que utilizam extração com diferentes solventes. Além disso, pode ser discutida a adição de outros álcoois à gasolina, como o metanol, já utilizado no Brasil. Essa discussão pode englobar aspectos relacionados à toxicidade dessa substância. Com base nos experimentos realizados e nas informações coletadas na pesquisa, os estudantes podem fazer previsões sobre a polaridade do metanol e sua miscibilidade em diferentes líquidos.

Outro ponto que pode ser analisado é a extensão da área de cultivo que tem sido empregada na produção de cana para a indústria alcooleira em vez de ser utilizada na produção de alimentos. Pode ser discutido em que medida isso tem impacto sobre os preços e a disponibilidade de alimentos no país. Outros países também têm buscado combustíveis alternativos, como o álcool produzido a partir do milho. É interessante que os estudantes conheçam, também, essas iniciativas e as avaliações feitas pela comunidade científica internacional.

PARA SABER MAIS

DAZZANI, M. et al. Explorando a Química na determinação do teor de álcool na gasolina. *Química Nova na Escola*, n. 17, maio 2003. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc17/a11.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo com proposta experimental abordando o estudo da determinação do teor de álcool na gasolina.

GEPEQ. *Interações e Transformações II*. Química, Ensino Médio. São Paulo: Edusp, 2005.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. de. Solubilidade das substâncias orgânicas. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422013000800026&script=sci_arttext>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo sobre solubilidade de compostos orgânicos.



OLIVEIRA, S. R.; GOUVEIA, V. de P.; QUADROS, A. L. de. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de solubilidade/miscibilidade em situações do cotidiano: concepções dos estudantes. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, fev. 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/05-CCD-0508.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo sobre concepções dos estudantes relacionadas ao conceito de solubilidade e miscibilidade.

VIANNA, J. F.; PIRES, D. X.; VIANA, L. H. Processo químico industrial de extração de óleo vegetal: um experimento de química geral. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421999000500021>. Acesso em: 25 jul. 2014. Artigo sobre a extração do óleo de soja.



TEMA 6: ALIMENTOS E ENERGIA¹²

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A atividade investigativa proposta envolve a determinação do valor calórico de diferentes alimentos. O tema é relevante porque permite a apresentação de problemas com grandes chances de que os estudantes os reconheçam como seus, queiram efetivamente resolvê-los e não os percebam somente como uma solicitação da escola. Em uma roda de conversa sobre dietas alimentares, pode ser discutida a necessidade de perder peso *versus* o desejo de perder peso. Também é possível discutir padrões de beleza, o que seria uma alimentação saudável e diferenças entre nutrição e alimentação. Seria interessante se o professor de Biologia estivesse presente nesta discussão, dado o forte caráter interdisciplinar do assunto.

Ideias do senso comum também podem ser discutidas e conceitos reconstruídos; por exemplo, é recorrente ouvir “não vou comer tal alimento porque contém muitas calorias” ou, ainda, “preciso fazer ginástica para queimar algumas calorias”. Será que há algum componente no alimento ou na gordura corpórea chamado caloria que pode ser queimado?

Seria interessante também que, juntamente com o professor de Biologia, fosse discutida a diferença entre uma queima efetuada em laboratório, ou em um fogão, e a oxidação de componentes de alimentos que acontece em organismos vivos.

¹² Este tema pode ser estudado na 2ª série, associado ao estudo da energia envolvida em transformações químicas na Situação de Aprendizagem 12 do Caderno do Professor da 2ª série, Volume 2, de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo faz escola). Na 3ª série, este tema pode ser associado à Situação de Aprendizagem 4, Atividade 1, do Caderno do Professor da 3ª série, Volume 2.





Problema a ser investigado

Pode-se supor que diferentes alimentos, ao ser queimados, liberam quantidades diferentes de energia?

Habilidades

Reconhecer um problema; organizar e mobilizar saberes para tentar resolver problemas; mobilizar conhecimentos para conceber um plano para testar hipóteses; avaliar os planos quanto à exequibilidade, pertinência e periculosidade; valorizar o controle das variáveis em atividades experimentais; avaliar a qualidade dos dados obtidos para saber se, com eles, é possível resolver o problema inicial; desenvolver atitudes de tolerância, argumentação e trabalho cooperativo; desenvolver autonomia emocional e intelectual; tomar decisões sobre o consumo de alimentos no nível individual e coletivo (familiar); interpretar informações sobre energia de alimentos veiculadas em embalagens.

Número de aulas

5 aulas.

O número de aulas dependerá do andamento do trabalho dos estudantes e do grau de liberdade dado a eles. A seguir, é apresentada uma sugestão do plano de aulas:

- ⦿ Aula 1 – Sensibilização, proposição do problema e levantamento de hipóteses.
- ⦿ Aulas 2 e 3 – Planejamento (orientado) de experimentos para investigar o problema e discussão da viabilidade das propostas; verificação da disponibilidade dos materiais necessários e listagem dos alimentos que serão testados para que possam ser providenciados, seguido de busca de informações, dependendo do encaminhamento escolhido.
- ⦿ Aula 4 – Montagem das aparelhagens e teste das amostras de alimentos.
- ⦿ Aula 5 – Discussão dos resultados, síntese e propostas para melhoria do desenho experimental. Atividade de aplicação ou de ampliação dos conhecimentos adquiridos.

COMO INVESTIGAR O PROBLEMA?

Levantamento de hipóteses

Continuando a problematização inicial, você pode perguntar aos estudantes: *Há alimentos ricos em proteínas, outros ricos em carboidratos e outros, ainda, ricos em gordura. Para vocês, que alimentos fornecem mais energia? Um filé de frango, um sorvete, um pacote de batata chips ou uma porção de feijão?* Os estudantes devem ser convidados a formular suas hipóteses, explicando o porquê de tais previsões.

Eles, provavelmente, irão apresentar suas conjecturas com argumentos baseados na composição dos alimentos, em saberes do dia a dia (“batata engorda”), em regimes feitos por alguém da



classe ou da família, em conhecimentos adquiridos na escola ou mesmo em rótulos de alimentos ou em tabelas nutricionais.

Anote as hipóteses dos estudantes e peça a eles que também façam anotações para, ao final do experimento, voltar a elas. Você pode, então, apresentar o desafio: *Vocês deverão propor um procedimento experimental que permita comparar a quantidade de energia liberada na queima de alguns alimentos para que possam refutar ou comprovar as hipóteses apresentadas.*

EXECUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

O foco da atividade não é a elaboração de conceitos básicos de calor e energia, mas, sim, fazer que os estudantes apliquem esses conceitos em uma situação prática. Nesse processo, podem ser introduzidos conceitos ou podem ocorrer reelaborações conceituais. Alguns desses conceitos já devem ter sido vistos e os estudantes devem ter algum domínio sobre eles, por exemplo: mudanças de temperatura envolvem absorção ou liberação de energia térmica; a capacidade calorífica é a relação entre a energia térmica absorvida e o aumento correspondente de temperatura; o calor específico de um material é a quantidade de energia térmica de que 1 grama desse material necessita para aumentar em 1 °C a sua temperatura; ocorre troca de energia térmica entre dois materiais a temperaturas diferentes quando são colocados em contato um com o outro, até atingirem a mesma temperatura. Você pode fornecer aos estudantes as informações para avaliação dos valores de calores específicos dos materiais (água, vidro) ou solicitar que façam uma pesquisa no livro didático ou na biblioteca.

Para propor um método para medir a energia liberada na queima de um alimento, os estudantes, auxiliados por você, devem pensar em como queimar o alimento e medir o calor liberado. Assim, é possível discutir que material pode ser utilizado para absorver o calor liberado. Dicas podem ser dadas, como, por exemplo: *O que acontece quando se coloca uma panela com água em uma boca de fogão acesa? Como evitar as perdas de calor para o ambiente? Seria possível criar um esquema de proteção? Como medir o calor absorvido?* A sua mediação é muito importante. Não será solicitada aos estudantes, pelo menos inicialmente, a análise dos componentes de um calorímetro, mas propõe-se a construção de um.

Para mediar a discussão, propõem-se as seguintes questões:

☞ Como se sabe que uma transformação química está liberando energia térmica?

Espera-se que os estudantes discutam e concluam que um aumento na temperatura (do sistema) indicará que houve energia liberada.

☞ Que material poderia ser usado para receber o calor liberado na queima?

Os estudantes podem pensar no uso feito da energia liberada na queima do gás em fogões para aquecer panelas (algum metal, vidro etc.) e materiais (água ou óleo, por exemplo) que estejam dentro delas.

☞ Quais são as vantagens e desvantagens de cada um desses materiais no processo de aquecimento?





Observação: deve-se, então, avaliar as vantagens e desvantagens dos materiais que recebem a energia. Pode-se pensar que, com líquidos, é mais fácil medir a temperatura e controlar a quantidade. As vantagens de usar água (e não óleo) são: não suja os materiais e não causa danos ambientais depois de usada; seu calor específico é maior do que o do óleo (sua temperatura sobe menos com uma mesma quantidade de energia); a água não alcança temperaturas muito altas (há perigo de queimaduras, mas menor do que os apresentados por óleo quente); quando entra em ebulição, se transforma em vapor de água, não poluente; pode ser descartada na pia depois de resfriada. Já os óleos de cozinha diversos, quando aquecidos, podem soltar fumaça (pontos de fumaça entre 170 °C e 250 °C); podem se incendiar em contato com chama ou faísca (pontos de conflagração a partir de 315 °C); podem formar chamas espontaneamente (pontos de incêndio a partir de 371 °C); seu descarte deve ser feito em locais que recebam óleos queimados e a limpeza do material é mais difícil; óleos têm calores específicos menores que a água e, dependendo da quantidade de alimento usada na queima, seria necessário usar termômetros com intervalos maiores de temperaturas. Trabalhar com materiais a temperaturas mais altas também é mais arriscado. Podem-se usar outros materiais, mas é importante avaliar cuidadosamente como eles se comportam perante aquecimentos, quais seus calores específicos e possíveis danos ambientais.

☞ Ao proceder a uma queima, há outros materiais que também podem absorver o calor liberado?

Os estudantes deverão considerar o recipiente onde será colocada a água (caso se decidam pelo uso da água) e entender que deverão buscar os calores específicos dos materiais de que são feitos esses recipientes, assim como suas massas.

☞ Como evitar perdas de energia para o ambiente?

Após os estudantes terem refletido sobre essas perguntas, você deve decidir como encaminhará o processo. Esta decisão dependerá dos seus objetivos e dos estudantes. Seguem duas sugestões de encaminhamento.

Uma possibilidade seria solicitar que retomem a discussão desencadeada pelas perguntas anteriores, que elaborem um esquema para ajudar a organizar as ideias e que avaliem as variáveis e os possíveis problemas que poderiam encontrar ao propor uma maneira de comparar a energia liberada na queima de alimentos. Se, após essa discussão, os estudantes não conseguirem propor nada, você pode apresentar a eles um dispositivo desmontado, isto é, seriam apresentadas as várias partes de uma possível aparelhagem (a seu critério) e os estudantes seriam estimulados a pensar em como utilizar essas peças para fazer as medidas.

Outra possibilidade seria solicitar que os estudantes, em grupos, pesquisassem modelos de calorímetros. Levando em conta seu funcionamento, as funções de seus componentes e como a energia envolvida nas reações é determinada, os estudantes devem propor um modelo para montagem que possa ser realizada no laboratório da escola. Esse modelo deve levar em conta:

- ☞ como prender o alimento?
- ☞ como iniciar a queima?



- ☞ quais as propriedades dos materiais que servirão para isolar (em parte) o sistema e em que serão realizadas as queimas (resistir a aumentos de temperatura, ser fácil de encontrar e barato etc.)?
- ☞ como garantir o suprimento de oxigênio para a manutenção da combustão?
- ☞ qual a distância que deve ser mantida entre a chama e o fundo do tubo (caso seja usado um esquema similar ao apresentado a seguir)?

Outra decisão importante que deve ser tomada é a respeito de que alimentos usar e quais seriam suas características. Os estudantes deverão concluir que os alimentos a ser queimados devem produzir chama persistente, conter baixo teor de água e ser sólidos. Sugestão: queimar alimentos que apresentem em suas composições majoritariamente gorduras (como *bacon* previamente seco em estufa, amendoins etc.), proteínas (proteína de soja, por exemplo) ou carboidratos (torradas etc.). É desejável que sejam queimados alguns desses alimentos para que, após a prática experimental, os estudantes possam relacionar a energia liberada com suas composições.

- ☞ Que massa de alimento usar? Que massa de água usar para receber o calor? Lembrar que, como a água começa a ferver por volta de 96 °C em São Paulo, a temperatura final não pode ser igual ou superior a essa (lembre os estudantes de que, ao entrar em ebulição, a temperatura se mantém constante e a energia liberada não pode ser calculada). Os estudantes terão de adequar a massa do alimento à massa de água que irá receber a energia liberada. **Atenção:** por questões de segurança, o volume de água a ser aquecido em um recipiente como um tubo de ensaio não deve ultrapassar 1/3 de sua capacidade.

Sugere-se uma discussão das montagens para que se proponha uma sequência de ações para orientar os testes. Nenhum teste deve ser feito sem o seu aval. Os cuidados habituais de segurança devem ser observados: prender os cabelos, usar avental, sapatos fechados, usar óculos de segurança, não deixar nenhum material inflamável nas proximidades e movimentar-se com calma no laboratório. Apesar de os resíduos serem pouco perigosos, oriente os estudantes a descartá-los em locais apropriados.

A seguir, é apresentada uma sugestão de aparelhagem.

Material necessário

1 calorímetro construído com caixa de leite, 1 tubo de ensaio, pirex onde será colocada a água, 1 pinça de madeira, fósforos, 1 proveta de 10 mL, 1 termômetro (−10 °C a 110 °C), 1 clipe metálico para espetar o alimento, lamparina com álcool ou bico de Bunsen, 1 azulejo.

Reagentes: água destilada; amostras de alimentos: grãos de amendoim, pão torrado e pedaços de nozes.





Procedimento a ser adotado

Procedimento sugerido: colocar 10 mL de água em um tubo de ensaio previamente pesado e prendê-lo com pinça de madeira ou pregador de roupas na abertura do calorímetro. Medir a temperatura inicial da água e anotar em uma tabela no caderno. Pesar a amostra de cerca de 0,3 g do alimento a ser testado e prendê-la no sistema clipes-pregador de roupas. Iniciar a combustão da amostra utilizando a chama de uma lamparina ou de um bico de Bunsen e, imediatamente, colocá-la sob o tubo de ensaio. Observar a temperatura da água quando a combustão terminar e anotar na tabela. Repetir o procedimento para cada amostra, utilizando a mesma massa, usando tubos diferentes ou o mesmo tubo (depois de resfriado) com as mesmas quantidades de água e procurando manter a mesma distância entre o alimento e o tubo de ensaio.



Figura 2 – Calorímetro.

© Daniel Beneventi



3



4



5

Figuras 3, 4 e 5 – Sistema clipes + pregador + alimento.

Fotos: © Fernando Genaro/ Fotoarena

Discussão dos resultados

É desejável que os estudantes concluam que os alimentos possuem diferentes valores calóricos e, se as massas usadas foram as mesmas (ou quase), as medidas das temperaturas alcançadas pela água já apontam para este fato. Alguns estudantes podem apresentar um pouco de dificuldade com esse raciocínio, assim é importante que eles sejam questionados sobre isso.

Um estudo quantitativo pode ser desenvolvido. Para que seja mais exato, deve-se levar em conta o calor absorvido pelo tubo de ensaio e pela água. Sabendo o calor específico do vidro dos



tubos de ensaio (0,2 cal/g °C), da água (1 cal/g °C) e as massas dos tubos e da água, pode-se calcular o calor absorvido por este sistema, que, teoricamente, será o mesmo liberado na queima do alimento.

$$Q = m_{\text{tubo}} \cdot c_{\text{vidro}} \cdot \Delta T + m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T$$

As diferenças entre os valores medidos e os oferecidos pelos rótulos ou por tabelas nutricionais podem ser atribuídas ao calor absorvido pelo ar, ao isolamento térmico ineficiente, ao tempo para levar a amostra até a base do tubo, ao tempo que a amostra levou para apresentar uma chama persistente. Há, também, resíduo do alimento que fica preso ao sistema empregado para segurá-lo. Admitindo que na queima do alimento só são formados gás carbônico e água, essa quantidade residual poderia ser pesada e seu valor, subtraído da massa inicial.

Após discutir os resultados alcançados, os estudantes poderão confrontar suas hipóteses com os valores obtidos, mesmo que estas não se refiram aos alimentos testados. Eles poderão ser orientados a buscar informações sobre as composições dos alimentos testados, verificar qual é o componente majoritário, assim como seus valores energéticos. Ao buscar outros alimentos com componentes majoritários semelhantes, eles observarão que as energias liberadas na queima de mesmas massas desse grupo de alimentos são semelhantes e poderão observar que o valor energético de alimentos com maiores teores de gorduras é maior que o de alimentos ricos em carboidratos ou proteínas. No Caderno do Professor da 3ª série, Volume 2, de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo faz escola), há uma atividade envolvendo essas relações que pode ser retomada ou mesmo introduzida.

No Caderno do Professor da 2ª série, Volume 1, Situação de Aprendizagem 11, Atividade 2, foi construído um modelo explicativo para a liberação de energia em combustões. Esses saberes podem ser aplicados ao discutir “de onde vem a energia liberada na reação de combustão dos alimentos”. Os estudantes podem ser convidados a considerar um dos componentes de alimentos – o açúcar (na forma de glicose), por exemplo –, e calcular a energia necessária para que as ligações presentes nas moléculas de glicose e de gás oxigênio se rompam, assim como a quantidade de energia liberada na formação das ligações na água e no CO₂. Para tanto, terão de escrever e balancear a equação, buscar os valores das energias de ligação das ligações presentes nas moléculas participantes da reação e proceder aos cálculos. A composição de proteínas e lipídios é muito variável, o que pode dificultar os cálculos nesses casos. Essa discussão é importante para que os estudantes associem os modelos explicativos aos fatos observados e para que desconstruam a ideia, um tanto geral (e equivocada), de que a quebra do alimento libera energia.

Proponha uma síntese para finalizar o estudo. Você pode fazê-la juntamente com os estudantes, para garantir que todos os conceitos e aplicações fiquem claros. Devem ser sintetizadas as variáveis consideradas importantes na construção do calorímetro e nas medidas realizadas.

Ampliação do estudo experimental

Um possível tema para projetos seria a alimentação no mundo. Os estudantes poderiam investigar hábitos alimentares de diferentes populações em diferentes regiões do planeta, tentar





relacioná-los às condições climáticas, econômicas, geográficas, políticas, ambientais, religiosas ou filosóficas, entre outras. Todos esses fatores influenciarão a oferta e o consumo de alimentos, assim como a quantidade mínima calórica que os indivíduos têm de ingerir diariamente, a quantidade de tipos de alimentos, a velocidade com que são digeridos, a facilidade com que são transformados (produção endógena de vitamina D durante o inverno no Alasca, por exemplo). Nesses projetos, poderiam ser envolvidos os componentes curriculares Biologia, História, Matemática, Geografia e Filosofia.

Os estudantes poderiam refletir também sobre os diferentes tipos de comida que os jovens geralmente comem (hambúrgueres, batata frita, salgadinho, sanduíches etc.), qual o seu valor energético e seus nutrientes. Poderiam pesquisar quais são as necessidades diárias dos diferentes nutrientes para um jovem adulto (e não somente as necessidades calóricas), anotar todos os alimentos que ingerem durante um dia e avaliar se essa alimentação pode ser considerada saudável e nutritiva. Poderiam também avaliar a comida servida na escola.

Seria interessante que, juntamente com o professor de Biologia, fosse retomada a diferença entre a queima, efetuada no experimento, e a oxidação de um componente do alimento que acontece no organismo.

Uma ampliação de aspectos químicos pode ser feita reconhecendo macronutrientes presentes em diferentes alimentos. Outras sugestões de experimentos: identificação de proteínas em Almeida (2013) e identificação de açúcares e amido em Gepeq (p. 63-70).

PARA SABER MAIS

ALMEIDA, V. V.; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; PALIOTO, G. F. Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, p. 34-40, fev. 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/06-EEQ-79-11.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014.

GEPEQ. Grupo de Pesquisa em Educação Química. MARCONDES, M. E. R (coord.) et al. *Atividades experimentais investigativas no Ensino Médio: reflexões e propostas*. São Paulo: SEE/CENP, 2009. Disponível em: <<http://gepequsp.wix.com/gepeq#!publicaes/cvp5>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

GEPEQ. Grupo de Pesquisa em Educação Química. MARCONDES, M. E. R (coord.) et al. *Interações e transformações I: Química para o Ensino Médio*. Livro de Laboratório módulos III e IV. São Paulo: Edusp, 1998.

SÃO PAULO/SEESP/CENP. CAMPOS, M. M. Subsídios para a implementação da proposta curricular de Química para o 2º grau. SE, Cenp, Funbec, 1979. In: GEPEQ. Grupo de Pesquisa em Educação Química. *Oficinas temáticas no ensino público visando à formação continuada de professores*. São Paulo: Seesp, 2006. Disponível em: <<http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Default.aspx?tabid=177>>. Acesso em: 25 jul. 2014.





TEMA 7: INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE REAGENTES SOBRE A RAPIDEZ DE UMA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA¹³

CONSIDERAÇÕES INICIAIS¹⁴

O desafio desta atividade investigativa é analisar e avaliar dados experimentais para que os estudantes percebam que há transformações químicas nas quais a variação da concentração de um ou mais reagentes pode não influir em sua rapidez (o currículo não contempla o estudo de aspectos cinéticos quantitativamente). É importante deixar claro que, somente por meio de um experimento, é possível conhecer se, e em que medida, as concentrações dos reagentes influem na rapidez das transformações químicas. Os estudantes já devem ter estudado que existem transformações químicas em que mudanças nas concentrações de um ou mais reagentes podem não afetar a rapidez dessas reações, mas, por outro lado, podem não ter observado isso experimentalmente. Como nas escolas do Programa Ensino Integral há laboratório e tempo para investigações suplementares, propõe-se a realização de um experimento que aborde esse tema. Sugere-se que este estudo seja realizado na 3ª série do Ensino Médio, logo após a realização do Experimento 2 (Situação de Aprendizagem 3, Volume 1, 3ª série), sobre a influência da concentração do vinagre na rapidez da transformação, e antes da resolução do desafio.

Problema a ser investigado

A variação da concentração dos reagentes sempre afeta a rapidez das transformações químicas?

Habilidades

Construir tabelas e valorizar seu uso para anotar dados obtidos experimentalmente; analisar dados apresentados em tabelas; aprender a controlar variáveis; valorizar a necessidade do controle de variáveis em qualquer situação de investigação; calcular diluições e desenvolver raciocínio proporcional; propor procedimento experimental para resolver problemas; desenvolver habilidades de escrita; desenvolver habilidades de síntese; exercitar atitudes de tolerância e trabalho cooperativo; construir modelo mental para relacionar a etapa lenta de um mecanismo de reação com energia de ativação e com a concentração dos reagentes que dele participam.

Número de aulas

4 ou 5 aulas.

¹³ Fontes dos dados: GIESBRECHT, Ernesto (coord.). *Experiências de Química: projetos de ensino de Química (PEQ)*. São Paulo: Moderna, 1982; AMBROGI, A. et al. *Unidades modulares de Química (Cecisp)*. São Paulo: Hamburg, 1987; SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. CAMPOS, Marcello de Moura (coord.). Subsídios para a implementação da proposta curricular de Química para o 2º grau. São Paulo: SE/Cenp/Funbec, 1979.

¹⁴ Este tema está articulado com o estudo dos fatores que afetam a rapidez de transformações químicas, abordado na Situação de Aprendizagem 3, do Caderno do Professor da 3ª série, Volume 1, de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo faz escola).



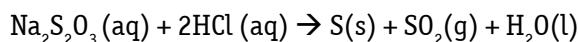


COMO INVESTIGAR O PROBLEMA?

Levantamento de hipóteses

Inicie o trabalho conversando sobre o que os estudantes lembram a respeito dos fatores que afetam a rapidez de uma transformação química. Dar exemplos de situações cotidianas pode ajudá-los a entender que a superfície de contato, a temperatura e a presença de catalisador modificam a rapidez de transformações químicas. Em seguida, demonstre a reação descrita a seguir, comentando tudo que está sendo feito.

Misture 5 mL de solução aquosa de tiosulfato de sódio, 0,25 mol/L, com 5 mL de solução aquosa de ácido clorídrico, 3 mol/L, em um tubo de ensaio (Tubo 1) e deixe que os estudantes observem. Converse sobre a reação: *É plausível pensar que um destes produtos seja o enxofre?* Apresente a equação a seguir e guarde o tubo de ensaio para comparações posteriores.



Pergunte aos estudantes: *Vocês acham que, se aumentarmos a concentração do tiosulfato de sódio, a rapidez com que se forma o enxofre vai mudar? Como? E, se a concentração do ácido for aumentada, o que vocês acham que vai acontecer com a rapidez da reação?* Peça que discutam em grupos e apresentem suas hipóteses.

Alguns podem achar que sim e justificar citando o experimento da reação entre vinagre e hidrogenocarbonato, realizado com diferentes concentrações. Outros podem explicar que o aumento das concentrações aumentaria a possibilidade de choques efetivos e que ocasionaria o aumento da rapidez da reação. Outros podem, ainda, achar que não ou não saber o que pensar. Após a discussão, solicite aos estudantes que registrem as hipóteses de forma resumida e objetiva em seus cadernos.

EXECUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Pergunte aos estudantes como eles testariam suas hipóteses, tendo como reagentes somente solução aquosa de ácido clorídrico (HCl (aq)) 3 mol/L, solução aquosa de tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃ (aq)) 0,25 mol/L e água destilada. Espera-se que os estudantes proponham diluições com água.

Avise que eles mesmos terão de propor um procedimento experimental para testar as hipóteses. Alerta-os para o fato de que terão de fazer várias escolhas e de que dicas e orientações poderão ser dadas nas diferentes etapas do trabalho, descritas a seguir.

Escolha do ponto final da reação

Explique aos estudantes que, para comparar diferenças entre rapidez de reações, devem-se comparar tempos decorridos para que estas se processem. Para isso, é necessário estabelecer um ponto final para as reações.



Refaça a demonstração realizada no início da atividade e solicite que observem e que determinem um ponto final (misturar, em um tubo limpo (Tubo 2), 5 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L com 5 mL de HCl (aq) 3 mol/L). Os estudantes não saberão ao certo quando considerar a reação como terminada, mas deixe que eles debatam e reflitam sobre o assunto.

Demonstre novamente a reação, desta vez posicionando um novo tubo (Tubo 3) na frente de um papel branco com uma letra "X" marcada em lápis preto, de maneira que o "X" fique bem atrás da solução reacional. Deixe que os estudantes observem que, à medida que a reação vai se processando, o "X" vai se tornando menos visível, até que desaparece. Em seguida, apresente os Tubos 1, 2 e 3, lado a lado, para que os estudantes notem que as misturas se mostram mais amareladas e opacas nos tubos onde as reações foram realizadas há mais tempo. Mostre também que não se pode enxergar o "X" olhando-se através de nenhum deles. Se necessário, sugira que debatam em grupo e proponham uma maneira de escolher um ponto final para a reação.

Avaliação da influência da concentração de cada reagente na rapidez da reação

Escolha das concentrações de tiosulfato de sódio

Para observar o efeito da variação da concentração do tiosulfato na rapidez da reação, os estudantes devem ter claro que somente a concentração do tiosulfato deve variar e que todo o resto deverá ser mantido constante. Você pode ajudá-los a controlar as variáveis à medida que forem elaborando seus procedimentos.

Eles também terão de decidir como proceder: podem preparar previamente diferentes diluições da solução do tiosulfato de sódio com água (e essas soluções com diferentes concentrações poderão ser usadas por todos os grupos) ou podem fazer as diluições diretamente nos tubos de ensaio. Independentemente da escolha, um mesmo volume de ácido deverá ser adicionado e o volume final da solução deverá ser o mesmo. A seguir, é apresentada uma sugestão de orientação do experimento.

Procedimento a ser adotado

Avise aos estudantes que eles devem pensar, inicialmente, em maneiras de testar a influência da concentração da solução do tiosulfato de sódio na rapidez da reação em questão. Questionamento: *Se não temos o reagente sólido e somente uma solução 0,25 mol/L de tiosulfato de sódio, como preparar soluções com outras concentrações?* Espera-se que eles digam que se pode colocar água.

Alguns podem propor a evaporação da água. Questione se o aquecimento não poderia causar alguma transformação química, algum desprendimento de gás que modificaria o reagente. Caso queiram testar essa hipótese, eles devem consultar a literatura para verificar se ocorre alguma mudança e como devem calcular a nova concentração. Nesse caso, será usada, pelo menos, mais uma aula.

Não se aconselha o uso de soluções de tiosulfato de sódio mais concentradas, pois os tempos de reação serão muito baixos e difíceis de medir e comparar. Erros experimentais nesse processo





são também bastante grandes, porém, como se trata de uma investigação experimental, talvez esse tipo de percalço seja desejável. Considere também os gastos de reagentes (se há 100 g de tiosulfato de sódio em estoque e, para preparar 500 mL de solução 0,25 mol/L, são gastos 19,76 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, consome-se quase um quinto do estoque). Evidentemente, testes devem ser realizados com quantidades pequenas e nem todos os grupos precisam realizar todos os testes.

Alerte os estudantes para os cuidados com a segurança: usar óculos, avental, calças compridas, sapatos fechados, cabelos presos e deixar a menor quantidade possível de objetos sobre as bancadas. Avise que o descarte deverá ser feito em um béquer previamente identificado e que, após a investigação, o resíduo deverá ser filtrado. A fase líquida, se ainda ácida, deverá ser neutralizada e poderá ser descartada na pia, sob bastante água corrente; a fase sólida poderá ser descartada no lixo comum. As vidrarias devem ser lavadas e, caso algum material fique aderido aos tubos, deixe-os de molho e combine um horário para que a limpeza seja concluída. Também lembre-os de consultar o caderno de segurança de laboratório.

Informe que as reações devem ser realizadas em tubos de ensaio. Peça para que façam testes com diferentes concentrações de tiosulfato, observando se os tempos de reação são mensuráveis. A classe pode, conjuntamente, decidir quais concentrações vão ser usadas nesses testes e calcular as quantidades de água, de solução de tiosulfato e de ácido a ser usadas para que as concentrações desejadas sejam alcançadas. Os estudantes devem discutir nos grupos e entre os grupos para resolver o problema e você pode mediar e apontar caminhos, mas não deve dar as soluções. Esse processo pode ser bastante demorado e frustrante, pois nem sempre se consegue fazer os cálculos e as escolhas rapidamente. A seguir, alguns pontos para facilitar o trabalho e chamar a atenção dos estudantes:

- ☉ Não deixe que eles se esqueçam de que a concentração de cada reagente é calculada dividindo-se a quantidade de matéria (mol) contida na alíquota (volume) de cada reagente utilizado pelo volume total da solução após a mistura do tiosulfato com a água e com o ácido.
- ☉ Um erro comum é acreditar que soluções aquosas só podem ser diluídas com a adição de água. Para combater essa ideia e auxiliar nos cálculos das diluições que ocorrerão com as misturas de soluções, solicite que, em duplas ou em trios, os estudantes calculem as concentrações do ácido clorídrico e do tiosulfato de sódio ao misturar 2 mL de HCl (aq) 3 mol/L com 5 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L. **Atenção:** essas seriam as novas concentrações dos reagentes **imediatamente** após a mistura, ou seja, **antes que tenham começado a reagir**. Reforce que o volume final, após a mistura, é 7 mL. Após os cálculos, eles irão verificar que as concentrações finais serão menores que as iniciais. Apesar de se tratar de estudantes da 3ª série, eles podem apresentar muita dificuldade e dúvidas nos cálculos.
- ☉ A maneira mais fácil para manter constantes as concentrações finais de ácido e variar as concentrações de tiosulfato é adicionar a cada tubo os mesmos volumes de ácido e os mesmos volumes de soluções de tiosulfato com diferentes concentrações. Os volumes finais devem ser os mesmos, caso contrário as concentrações do ácido mudarão. Para chegar a essa conclusão, os estudantes podem calcular as concentrações (imediatamente após a mistura) do ácido e do tiosulfato de duas soluções, ambas preparadas usando o mesmo volume de HCl (aq) 3 mol/L (por exemplo, 2 mL), porém com volumes diferentes de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L (por exemplo, 4 mL e 5 mL, respectivamente), o que ocasiona volumes finais diferentes. Após esses cálculos, eles irão



notar que, em ambas, as concentrações de origem dos reagentes diminuem de maneira diferente, ou seja, as concentrações do ácido não são constantes. Questionamento: *Como garantir que somente a concentração do tiossulfato diminua?* Deixe que eles debatam. Caso não consigam responder, lembre-os de que o cálculo das concentrações é feito dividindo a quantidade de matéria (mol) pelo volume total, pelo volume final.

- Os estudantes devem concluir que os volumes finais das soluções a ser testadas precisam ser os mesmos.

Solicite que decidam que concentrações de tiossulfato serão testadas, como vão encaminhar os testes e como vão escolher os materiais. A seguir, algumas sugestões de direcionamentos:

- Como vocês farão essas diluições? Serão preparadas soluções diluídas para que toda a classe use? Quais serão as concentrações? Como calcular os volumes a ser preparados para que não haja desperdícios nem falta? Se as diluições forem preparadas diretamente nos tubos de ensaio, que volumes de tiossulfato e de ácido deverão ser misturados? Qual deverá ser o volume final de todos os ensaios? Que volume de ácido deverá ser adicionado? Qual é a ordem de adição? Em que momento devem homogeneizar as soluções?*
- Como escolher as vidrarias? O que levar em conta nas escolhas?* Para tanto, será necessário conhecer a vidraria disponível no laboratório e avaliar quais permitem operações com menos erros sistemáticos (isso deve ser feito sem o uso de cálculos, pois cálculos de erro não são o objetivo desta prática). Você pode intermediar essas escolhas, mas os estudantes também podem consultar o Caderno “Manejo e gestão de laboratório: guia de laboratório e de descarte”, de apoio ao Programa Ensino Integral.

Outros pontos a ser considerados: Como evitar contaminações, como os tubos serão identificados (numerar?), como será medido o tempo e como serão feitas as anotações das observações.

Relembre ainda os fatores que afetam a rapidez de transformações químicas, para garantir que eles sejam mantidos constantes durante esta prática. Avaliar com os estudantes que o único fator que poderá variar um pouco é a temperatura, que poderá aumentar ao adicionar o ácido à água. Mas esta elevação, caso seja significativa, será a mesma em todos os ensaios (uma mesma quantidade de ácido adicionada a uma mesma quantidade de solução), podendo, assim, ser descartada. A entalpia envolvida na diluição da solução do tiossulfato de sódio pode ser considerada nula.

Cada grupo deverá registrar por escrito o procedimento adotado para a investigação da influência da concentração do tiossulfato de sódio na rapidez da reação com o ácido clorídrico.

Você pode solicitar e orientar a construção de uma tabela para que os estudantes registrem tanto os dados obtidos em cada ensaio, como as concentrações das soluções utilizadas. A mediação para a construção da tabela pode ser feita questionando o que deve constar nela.

- Deve-se saber a que os dados da tabela se referem. Então, ela precisa ter um título que deve ser sucinto, objetivo e informar exatamente os dados que ela contém.*





- ☉ *No caso, o que vocês acham importante colocar na tabela? Os tempos medidos? Mas não é necessário saber a que concentração esses tempos se referem? Colocariam os números dos tubos aos quais os tempos se referem? Desta maneira, seria possível anotar os dados organizadamente para que possam ser analisados depois. Mas a investigação não é sobre a influência da concentração do tiosulfato de sódio na rapidez desta reação? Então, não seria apropriado que as concentrações de tiosulfato de sódio e do ácido clorídrico constassem na tabela? Facilitaria a análise dos dados. Que concentrações seriam estas, as de antes ou as de depois das diluições?*
- ☉ *Caso decidam proceder às diluições diretamente nos tubos de ensaio: Não seria interessante inserir colunas onde fossem especificados os volumes de tiosulfato de sódio, de ácido clorídrico e de água adicionados? Caso esta tabela fosse preparada anteriormente, ela nos auxiliaria a proceder aos testes, e as chances de enganos ao adicionar os reagentes e a água diminuiriam. Auxiliaria também na conferência dos cálculos das concentrações finais.*

É fundamental que você leia cuidadosamente os procedimentos elaborados pelos estudantes, fazendo as sugestões e apontamentos necessários antes da execução.

Com base nos procedimentos já propostos e nas suas sugestões, você pode solicitar aos estudantes que escrevam uma segunda parte que permita investigar a influência das concentrações do ácido clorídrico na rapidez dessa mesma reação. Novamente, as mesmas variáveis devem ser controladas e outra tabela para anotação dos dados obtidos deve ser proposta. Um procedimento final, com título, subtítulos, objetivos, lista de materiais e de reagentes, com orientações procedimentais e, eventualmente, com referências bibliográficas, poderá ser escrito.

Somente então, depois de seu aval, os estudantes poderão testar seus procedimentos. Alerta-os, novamente, quanto às questões de segurança e de descarte de material. Ainda com relação ao controle de variáveis, questões como as seguintes podem se mostrar úteis: *Deve-se usar sempre o mesmo papel com o mesmo "X"? Por quê? Será que todas as equipes vão achar os mesmos tempos? Por quê? É importante que sempre a mesma pessoa observe o desaparecimento do "X", ou seja, o final da reação? Por quê?*



© Fernando Genaro/ Fotoarena



© Fernando Genaro/ Fotoarena

Figura 6 – Foto do X.

Figura 7 – Tubo de ensaio com X no fundo.





Figuras 8 e 9 – Ponto final da reação.

Parte I: Teste da influência da variação da concentração do tiosulfato de sódio na rapidez da reação de formação do enxofre.

- ☞ Numerar 4 tubos de ensaio;
- ☞ Transferir 5 mL de solução aquosa de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq)) 0,25 mol/L para o Tubo 1, usando uma pipeta graduada de 5 mL de capacidade;
- ☞ Transferir 1 mL de solução aquosa de ácido clorídrico (HCl (aq)) 3 mol/L e disparar o cronômetro. Usar para a transferência uma pipeta graduada de capacidade de 5 mL. Rapidamente, agitar e posicionar o tubo sobre o X desenhado no papel em branco;
- ☞ Observar. Marcar o tempo decorrido até o desaparecimento do X. Anotar o tempo na Tabela 6a;
- ☞ Repetir o procedimento para os outros tubos usando os seguintes volumes:
 - a) Tubo 2 \rightarrow 4 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L, 1 mL de água e 1 mL de HCl 3 mol/L.
 - b) Tubo 3 \rightarrow 3 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L, 2 mL de água e 1 mL de HCl 3 mol/L.
 - c) Tubo 4 \rightarrow 2 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L, 3 mL de água e 1 mL de HCl 3 mol/L.

Variação do tempo de reação com a variação da concentração do tiosulfato de sódio							
Número do tubo de ensaio	Volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,25 mol/L (mL)	Volume de HCl 3 mol/L (mL)	Volume de água (mL)	Volume final da solução (mL)	Concentração $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mol/L)	Concentração HCl (mol/L)	Tempo decorrido (s)
1	5	1	0	6	0,21	0,5	<i>6</i>
2	4	1	1	6	0,16	0,5	<i>11</i>
3	3	1	2	6	0,12	0,5	<i>17</i>
4	2	1	3	6	0,08	0,5	<i>23</i>

Tabela 6a.

Observação: os tempos colocados em itálico na tabela foram as médias de 3 tomadas feitas por estudantes, usando o procedimento descrito anteriormente. Os dados podem variar bastante dependendo





da acuidade visual dos observadores, assim como das habilidades em preparar as soluções. Os tempos podem variar bastante, mas o que importa é a relação entre eles. Observe que, dobrando a concentração do tiosulfato, a velocidade praticamente dobra, ou seja, o tempo cai pela metade.

Outro exemplo de tabela:

Variação do tempo de reação do tiosulfato de sódio com ácido clorídrico com a variação da concentração do tiosulfato de sódio			
Número do tubo de ensaio	Concentração HCl (mol/L)	Concentração $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mol/L)	Tempo decorrido (s)
1	0,21	0,5	
2	0,16	0,5	
3	0,12	0,5	
4	0,08	0,5	

Tabela 6b.

Parte II: Teste da influência da variação da concentração do ácido clorídrico na rapidez da transformação química.

Repetir o que foi feito na Parte 1, agora usando os seguintes volumes:

- ☑ Tubo 1 → 5 mL de HCl 3 mol/L 1 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L.
- ☑ Tubo 2 → 4 mL de HCl 3 mol/L, 1 mL de água e 1 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L.
- ☑ Tubo 3 → 3 mL de HCl 3 mol/L, 2 mL de água e 1 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L.
- ☑ Tubo 4 → 2 mL de HCl 3 mol/L, 3 mL de água e 1 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 0,25 mol/L.

Variação do tempo de reação do tiosulfato de sódio com ácido clorídrico com a variação da concentração do ácido clorídrico							
Número do tubo de ensaio	Volume de HCl 3 mol/L (mL)	Volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,25 mol/L (mL)	Volume de água (mL)	Volume final da solução (mL)	Concentração HCl (mol/L)	Concentração $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mol/L)	Tempo decorrido (s)
1	5	1	0	6	2,5	0,04	37
2	4	1	1	6	2	0,04	39
3	3	1	2	6	1,5	0,04	42
4	2	1	3	6	1	0,04	38

Tabela 7.

Discussão dos resultados

Os estudantes talvez acreditem que a concentração do ácido clorídrico afetará a rapidez da reação. Afeta, mas muito pouco. Nas concentrações utilizadas e com o erro experimental embutido em medidas tão pequenas de volume, ela dificilmente será constatada. Podem até mesmo ser observadas inversões de valores; por exemplo, o tempo de reação do tubo 3 pode ser maior que o dos tubos 2 e 1. Nesse caso, é possível discutir as causas: as concentrações de tiosulfato são muito baixas se comparadas às do ácido; pequenos erros nas medições podem ocasionar oscilações no tempo; os estudantes também podem não confiar nos resultados, pois o ponto final das reações somente foi observado por um deles.

Ampliação do estudo experimental

Em disciplina eletiva, este tema pode ser usado para iniciar um estudo quantitativo da cinética química, levando em conta ordem de reação e, eventualmente, mecanismos de reação, caso você ache o conteúdo adequado aos estudantes. O estudo de mecanismos pode ser feito conjuntamente com o componente curricular Biologia, ao focar a ação de enzimas no corpo humano.

PARA SABER MAIS

AMBROGI, A. et al. *Unidades modulares de Química* (Cecisp). São Paulo: Hamburg, 1987.

FORMOSINHO, Sebastião J. *Fundamentos de cinética química*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkin, 1982.

GEPEQ. Grupo de Ensino e Pesquisa em Educação Química. *Interações e transformações: atmosfera, fonte de materiais*. São Paulo: Edusp, 2003.

GIESBRECHT, Ernesto (coord.). *Experiências de Química: projetos de ensino de Química* (PEQ). São Paulo: Moderna, 1982.

LATHAM, Joseph Lionel. *Cinética elementar de reação*. São Paulo: Edusp, 1974.

PEIXOTO, H. R. C. *Natureza da ciência e formação de professores de Química: uma experiência de sala de aula*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, modalidade Química). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. *Introdução à Química ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. CAMPOS, Marcello de Moura (coord.). *Subsídios para a implementação da proposta curricular de Química para o 2º grau*. São Paulo: SE/Cenp/Funbec, 1979.





SILVA, P. S.; DAVID, M. A. *Modelo de transformações químicas: rapidez ou velocidade de reações* – módulo 8. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?ID_OBJETO=62845&tipo=ob&cp=ff9933&cb=&n1=&n2=M%C3%B3dulos%20Did%C3%A1ticos&n3=Ensino%20M%C3%A9dio&n4=Qu%C3%ADmica&b=s>. Acesso em: 25 jul. 2014.



TEMA 8: ALIMENTOS: COMPARAÇÃO DE TEOR DE SATURAÇÃO EM ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS E ORGANIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

CONSIDERAÇÕES INICIAIS¹⁵

Esta Atividade investiga a saturação de óleos e gorduras por meio de sua reatividade com lugol¹⁶.

Ela terá um pequeno grau de abertura, já que o problema, a hipótese e os materiais disponíveis para a investigação (mas não o procedimento) serão apresentados para os estudantes. Para tentar explicar suas observações experimentais, assim como as ideias que já possuíam sobre o assunto (desejáveis ou indesejáveis, sob o ponto de vista do conhecimento aceito atualmente pela comunidade científica), os estudantes terão de buscar informações na literatura.

Também permite desencadear a busca de experimentos relacionados ao tema Alimentos que possam ser apresentados para a comunidade em um encontro aberto ou em uma feira de ciências. Nessa busca, escolha e adaptação, os estudantes terão de aplicar habilidades e conhecimentos adquiridos e desenvolvidos durante o Ensino Médio e também aprofundar outros temas.

Caso você deseje que seus estudantes vivenciem uma oficina com caráter investigativo com o tema *Alimentos*, consulte tanto o artigo da QNesc como a dissertação de mestrado de Pazinato¹⁷.

Seria interessante, dado o forte caráter interdisciplinar desta atividade, que o professor de Biologia participasse de uma conversa sobre hábitos alimentares. Essa conversa buscaria, inicialmente, sensibilizar e envolver os estudantes para que percebam o quanto o tema pode ser abrangente, relevante e interessante. A conversa pode ser desencadeada pelas seguintes perguntas: *Qual é a diferença entre alimentação e nutrição? Façam uma lista do que comeram ontem. Vocês acham que se alimentaram bem? Que se nutriram bem? Em embalagens de alimentos, há*

¹⁵ O estudo deste tema está articulado com a Situação de Aprendizagem 4, “A biosfera como fonte de alimentos para o ser humano”, do Caderno do Professor da 3ª série, Volume 2, de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo (São Paulo faz escola).

¹⁶ O I_2 é insolúvel em água. Isso é contornado preparando uma solução contendo 1% de I_2 e 2% de KI. Os íons I_3^- e I_5^- coexistirão com I_2 (solv), conforme descrito nas equações dos equilíbrios: $2I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^- + I_2 \rightleftharpoons I_5^-$.

¹⁷ PAZINATO, M. S. *Alimentos: uma temática geradora do conhecimento químico*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências, Química da vida e saúde). Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4486>. Acesso em 25 jul. 2014.



informações nutricionais, o que elas especificam? O que significa “valores diários de referência”? Vocês gostariam de fazer testes para identificar a presença dos macronutrientes em alguns alimentos? Vocês acham que esses testes interessariam visitantes de uma feira de ciências?

Conversem sobre a alimentação de povos que vivem em lugares com condições geográficas e climáticas diferentes e que exercem diferentes atividades físicas. Suas alimentações são diferentes? Citar o caso de esquimós que vivem no Ártico, de beduínos que vivem em desertos, de trabalhadores da construção civil que vivem em São Paulo, de trabalhadores de escritórios, de esportistas profissionais etc. Levar em conta não somente as quantidades de energia que a nutrição pode fornecer, mas, também, os macronutrientes majoritariamente presentes nos alimentos consumidos por essas populações e como estes são utilizados preferencialmente nos organismos vivos. Questionar, também, se eles sabem que funções orgânicas estão presentes nos carboidratos, nos lipídios, nas proteínas, e o que pode ser retomado ou aprendido neste estudo.

Problema a ser investigado

A margarina e o óleo de soja são igualmente insaturados?

Habilidades

Mobilizar conhecimentos para entender e explicar fatos observados; criar maneiras de investigar se óleo de soja e margarina são igualmente insaturados; buscar em fontes confiáveis experimentos adequados à divulgação científica em situações de feiras e exposições; reconhecer os conceitos e saberes envolvidos nos experimentos escolhidos; avaliar o que precisa ser estudado para consolidar e aprofundar os conceitos envolvidos nos experimentos; desenvolver atitudes de tolerância e outras condizentes com trabalho em equipe; responsabilizar-se por compromissos assumidos; aplicar habilidades relativas a controle de variáveis, de previsão do tempo de trabalho, de avaliação da segurança, entre outras; propor estratégias para sensibilizar e atrair a atenção dos visitantes para o que está sendo divulgado.

Número de aulas

4 aulas.

COMO INVESTIGAR O PROBLEMA?

Levantamento de hipóteses

Após a roda de conversa e a apresentação do problema, os estudantes devem se posicionar e apresentar conjecturas que apoiem suas opiniões diante do problema. Na verdade, não se trata de propor novas hipóteses, pois a questão já engloba a hipótese: *a margarina e o óleo de soja são igualmente insaturados*.





Por exemplo: eles poderiam pensar que, como a margarina faz bem à saúde e gorduras saturadas fazem mal, as margarinas devem ser insaturadas. Talvez mais insaturadas que os óleos, mas não saberiam dizer por quê. Outros podem aventar que margarinas são mais insaturadas que óleos, porque algumas têm até ômega-6. Outras conjecturas podem aparecer.

EXECUÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Indague se os estudantes sabem o que é gordura saturada e gordura insaturada. Anote as respostas na lousa e informe-os de que essas questões serão discutidas posteriormente. Questione também, caso não tenha surgido na conversa, o que seriam ômega-3 e ômega-6. Pergunte, ainda, que curiosidades eles têm com relação a aspectos químicos de óleos e gorduras; muitos podem não saber a diferença entre eles. É possível que apresentem algumas ideias do senso comum, tais como: gorduras são sólidas e óleos são líquidos; gorduras são de origem animal e óleos, de origem vegetal, gorduras fazem mal à saúde e óleos não fazem. Tome nota de todas as ideias, para que sejam rediscutidas oportunamente. Essa estratégia dará oportunidade para que os estudantes busquem informações que subsidiem a discussão das conjecturas apresentadas. Seria interessante que o professor de Biologia estivesse envolvido, pois, certamente, saberes relacionados ao metabolismo estarão presentes.

Informe aos estudantes de que, ao fazer reagir uma solução de lugol com alguns compostos insaturados, há sinais que dão pistas para resolver a questão. Coloque o material que pode ser utilizado sobre uma bancada: tubos de ensaio (16×150), óleo de soja, margarina, chapa de aquecimento, material para preparar banho-maria (béquer grande + água), canetas marcadoras ou etiquetas, 2 béqueres graduados de 50 mL, estante para tubos de ensaio, 3 provetas graduadas de 10 mL, 1 espátula, balança. Disponibilize pequena quantidade de lugol armazenado em um frasco conta-gotas. Com esse repertório de materiais, os estudantes provavelmente pensarão em usar apenas o lugol em gotas, sem considerar a chapa de aquecimento. Deixe que observem o material e que discutam o que pode ser feito.

Peça sugestões de como eles fariam o teste. Lembre-os de que esses testes somente poderão ser realizados após o seu aval. Pode ser que sugiram misturar, simplesmente, o óleo com o lugol. Neste momento, é fundamental que você alerte para pontos que devem ser observados, tais como: *Quanto óleo e quanta margarina testar? Quantas gotas de lugol usar? Os testes serão feitos a quente ou a frio (ou ambos)? Caso seja a quente, como seria montado o esquema para aquecimento? Quanto tempo aquecer? Com qual padrão comparar? Como será feito o descarte?*

Não espere respostas, deixe as perguntas no ar, somente para provocar e dar pistas. Chame a atenção para cuidados de segurança: informe que óleos não podem ser muito aquecidos, pois após certa temperatura liberarão fumaça (ponto de fumaça), e que a temperaturas ainda mais altas há riscos de incêndio; que o volume de materiais colocados em tubos de ensaio não pode exceder 1/3 de sua capacidade e que não se podem dirigir as bocas dos tubos de ensaio na direção de nenhuma pessoa. Lembre-os dos cuidados habituais, que já devem ter sido incorporados, tais como: não comer, não cheirar nada, movimentar-se com cuidado e atenção nas dependências do laboratório, usar avental, calças compridas, óculos de segurança e sapatos fechados, não colocar as mãos em material aquecido.



Sugira que, antes de tentar investigar a pergunta, procurem observar o sinal, ou os sinais, que esta reação oferece. Avise que há somente aquela quantidade de reagentes disponível (cerca de 300 mL) de óleo de soja novo e 1 tablete de margarina de 100 g. Questione como fariam, que quantidades usariam. Espera-se que proponham misturar a uma quantidade pequena de óleo algumas gotas de lugol e observar o que ocorre tanto a quente como a frio. Como terão de usar tubos de ensaio, não será possível testar mais do que 5 mL de cada amostra. Para decidir, por exemplo, quantas gotas de lugol usar, a classe pode definir as quantidades e cada grupo pode testar uma, comparando, depois, as observações. Devem discutir como ajustariam as quantidades: *A cor ficou forte demais? Fraca demais?* Após observarem o descoloramento da solução, sugira que proponham uma maneira de comparar a reatividade da margarina e do óleo. Espera-se que busquem controlar variáveis: *Quantidades iguais de massa ou de volume? Quanto tempo observar? Quanto tempo deixar aquecendo? É importante um padrão de comparação? Qual substância usar? Um óleo é sabidamente saturado? Existe tal óleo?* Esta última pergunta pode ser discutida posteriormente. Quanto à proporção entre as gorduras e o lugol, confronte os estudantes com o problema: se usarem muito pouco lugol, pode ser que todo ele reaja com ambos os compostos e não se observe diferença. Se usarem em excesso, pode ser que a quantidade consumida não dê para ser notada.

Outro problema que talvez possa ser levantado é que não se podem confundir aspectos cinéticos com termodinâmicos, isto é, pode ser que, por algum motivo, a margarina reaja mais lentamente que o óleo, mas isso não quer dizer que a reação tenha terminado; considerar o descoloramento da mistura do tubo contendo óleo não significa, necessariamente, que o óleo contenha mais duplas ligações; talvez tenha, apenas, reagido mais rapidamente. Por outro lado, deixar os tubos reagindo por muito tempo pode afetar os resultados, porque a luz acelera reações de substituição com iodo. Você não precisa dizer isso aos estudantes dessa maneira; basta dizer que a luz interfere. Como solucionar esses problemas?

Caso encontrem quantidades de reagentes adequadas, poderão observar maior descoloramento no tubo onde havia o óleo e concluir que a insaturação dos dois compostos é diferente. Caso não encontrem quantidades adequadas de reagentes, você pode auxiliar¹⁸. Pesquisas neste momento não são aconselháveis, pois é desejável que os estudantes tentem pensar em explicações para o desaparecimento da cor. Se forem buscar sugestões para as quantidades a ser usadas, acabarão por encontrar as explicações.

Como saber as quantidades adequadas de reagentes? Não é possível comparar pela coloração inicial, pois a cor da manteiga – mais amarela – impede a comparação inicial entre as cores dos conteúdos dos dois tubos. Talvez arisquem palpites ao lembrar que a solução de lugol é cor de âmbar e que, provavelmente, o descoloramento da mistura indica que este iodo foi transformado em alguma outra coisa. Se lembrarem que insaturações estão relacionadas às duplas ligações entre carbonos, talvez imaginem que o iodo possa ter reagido com essas ligações duplas e as transformado em simples. É pouco provável que cheguem a propor que o iodo foi adicionado às duplas ligações. Você pode solicitar, então, que pesquisem os diversos tipos de lipídios que compõem um óleo ou gordura, suas estruturas, as diferenças entre óleos e gorduras, as diferenças entre gorduras vegetais e animais, o que são gorduras saturadas e insaturadas, o que são ômega-3 e ômega-6, o

¹⁸ Há um procedimento sugerido no final das atividades propostas para a Feira de Ciências (final da Parte 2).





que é uma gordura trans, a composição média de diferentes óleos, assim como outras dúvidas que tenham surgido em sala de aula. Eles podem sortear o que pesquisar, mas é fundamental que todos busquem uma explicação para o que foi observado em laboratório. Durante a apresentação, você pode pedir que eles expliquem por que as gorduras se apresentam sólidas (apresentam maior grau de saturação) à temperatura ambiente e solicitar que relacionem suas estruturas com forças interpartículas. É desejável que o professor de Biologia apoie as discussões.

Ampliação do estudo experimental

Se for consenso, organize uma série de experimentos que identifiquem macronutrientes em alimentos para serem apresentados em feiras de ciências. Os estudantes terão de pesquisar os alimentos, escolhê-los e testá-los, assim como pensar em como abordar e conversar com os visitantes, além de se preparar para responder a perguntas mais complexas sobre o assunto, caso elas surjam.

Devem também considerar a periculosidade que os experimentos apresentam (chamas não são aconselháveis, sistemas de aquecimento em chapas devem ser visíveis ao público e os experimentos não podem exalar vapores tóxicos etc.), a rapidez da execução e da discussão (afinal, o público estará passando pelo espaço), entre outras questões. Ao pesquisar, os estudantes não devem perder de vista o controle de variáveis, por isso é desejável que esse controle e sua importância sejam explicados aos visitantes.

Outros aspectos organizacionais devem ser considerados, como o espaço disponível, ventilação, iluminação, existência de tomadas, de mesas, número de visitantes esperado, tempo de atividade etc. Sugira aos estudantes que busquem dicas e informações na literatura e com pessoas com experiência no assunto.

A seguir, são sugeridas práticas experimentais para subsidiar o seu trabalho. Os estudantes devem pesquisar os procedimentos a ser usados.

Identificação de amido em alimentos

Reagentes e materiais: amido de milho; amostras de alimentos à escolha (sugestão: tanto alimentos que contenham amido, como outros que não contenham, como grãos de milho crus e frescos, clara de ovo, *bacon*, pão, macarrão, açúcar etc.); vários pires ou uma vasilha rasa de vidro para colocar as amostras sólidas a ser testadas; solução de iodo (lugol – pode ser comprado em qualquer farmácia).

Procedimento: Coloque os alimentos a ser testados, assim como o amido de milho, em uma vasilha de vidro. Solicite que os visitantes pinguem uma gota de lugol no amido e que observem o que irá acontecer. Explícite que foi testado amido de milho. Pergunte quais, dentre os alimentos disponíveis, eles acham que contêm amido. Deixe que testem suas previsões, pergunte se o resultado do teste foi o que eles esperavam e converse a respeito.

Este encaminhamento é apenas uma sugestão; os estudantes podem pensar em como conversar com os visitantes.



Identificação de açúcares redutores em alimentos¹⁹

Reagentes e materiais: 5 tubos de ensaio; estante para tubos de ensaio; pinça de madeira adequada ao diâmetro dos tubos; frascos conta-gotas com reagente de Benedict; sistema de aquecimento (chapa de aquecimento, bécquer); alimentos a ser testados e glicose PA (para servir como referência). Os estudantes devem escolher os alimentos a ser testados. Sugestão: além dos alimentos escolhidos, testar também um adoçante em pó e açúcar comum²⁰.

Procedimento: Inicie perguntando aos visitantes se eles acham que há açúcar em uma maçã azeda. Numere os tubos de ensaio (tantos quantos forem os alimentos a ser testados e dois a mais: um para o branco e outro para o padrão de comparação). Coloque as amostras de cada alimento em cada um dos tubos e identifique-os. Acrescente a cada tubo, aproximadamente, 2 mL de água filtrada. Coloque cerca de 200 mL de água no bécquer e es quente (chapa de aquecimento ou sistema bico de Bunsen-tripé-tela de amianto). Adicione 6 gotas de reagente de Benedict em cada tubo. Mostre para o visitante e coloque os tubos de ensaio no bécquer com água quente e aguarde por 5 minutos. Retire-os do banho usando pinça de madeira. Coloque na estante e deixe que os visitantes observem. Cuidado: os tubos estarão quentes! Questione o visitante: *Será que se aguardou tempo suficiente? Será que, se fosse deixado mais tempo, poderia ser observada alguma mudança, um sinal positivo?*

Identificação de proteínas em alimentos

Reagentes e materiais: tubos de ensaio e estantes para os tubos; solução aquosa de hidróxido de sódio (20% em massa); solução aquosa de sulfato de cobre (0,25 mol/L), alimentos a ser testados (sugestão: clara de ovo, carne fresca crua, leite de soja, grãos de milho frescos e crus); 3 conta-gotas ou pipetas graduadas de 10 mL.

Procedimento: Solicite aos visitantes que tentem arriscar palpites sobre quais alimentos são ricos em proteínas. Numere os tubos de ensaio de 1 a 5, transfira para os 5 tubos cerca de 30 gotas de solução de NaOH (aq), 10 gotas de solução de CuSO_4 (aq) e cerca de 10 gotas de água filtrada. Agite e deixe que observem o aspecto das soluções. Coloque uma amostra de proteína de soja no tubo 1 e nada no tubo 2. Coloque pequenas quantidades dos alimentos a ser testados nos tubos 3, 4 e 5. Agite e observe. Explique aos visitantes que nada foi colocado no tubo 2 para que se possam comparar as cores observadas após a reação com a cor original da solução. Aponte que a proteína de soja é basicamente constituída por proteínas, portanto o tubo contendo a proteína de soja foi usado como padrão.

¹⁹ Há uma variação problematizada e contextualizada dessa atividade no livro *Atividades experimentais de Química para o Ensino Médio: reflexões e propostas*, que se encontra no site da CGEB, disponível em: <http://cenp.edunet.sp.gov.br/Portal/Publicacoes/livro_experimentacao.pdf>, e no site do Gepeq, disponível em: <<http://gepeqiqusp.wix.com/gepeq#!publicaes/cvp5>>. Acessos em: 25 jul. 2014.

²⁰ É interessante testar o açúcar comum e o adoçante em pó. O açúcar comum dará um sinal muito fraco, ou não apresentará nenhum sinal, o que pode ser surpreendente para muitos visitantes. O adoçante dará sinal positivo, pois o veículo usado é a lactose, um dímero (glicose + galactose) redutor. Os fabricantes dos adoçantes a usam como veículo, porque, além de ter sabor adocicado, ela é pouco digerível por adultos, que, com o crescimento, perdem em parte – ou totalmente – a capacidade de produzir a lactase, enzima responsável pela sua hidrólise. O açúcar comum é um dímero não redutor (glicose + frutose) e pode dar sinal positivo caso tenha, por algum motivo, sofrido uma hidrólise.





© Fernando Genaro/ Fotoarena

Figura 10 – Identificação de proteínas em alimentos. Da esquerda para a direita: proteína de soja, água, amido de milho, carne moída, clara de ovo.

Discussão dos resultados

Identificação de amido. A literatura indica o aparecimento da cor azul violácea após a interação entre as soluções de amido e de iodo. O que se observa é o aparecimento de um tom bem escuro, quase preto, talvez meio esverdeado, possivelmente, pela interação das cores da solução de iodo, que não reagiu com a cor azul intensa referida.

Identificação de açúcares redutores. As misturas dos tubos em que há alimentos que contêm açúcares redutores apresentarão uma coloração que irá variar de amarelo-esverdeada, passando por amarelo, alaranjado até atingir um tom vermelho-alaranjado, de acordo com o aumento da concentração do precipitado de Cu_2O . Sob ação de calor, os açúcares redutores decompõem-se em fragmentos que podem ser oxidados pelos íons Cu^{2+} , formando ácidos oxálico, malônico etc. Os íons Cu^{2+} são reduzidos a Cu^+ . Em meio alcalino, os íons Cu^{2+} se apresentam como $\text{Cu}(\text{OH})_2$, um sólido gelatinoso de cor azulada. Os íons Cu^+ formam precipitados CuOH de cor amarela que, em meio básico, formam um precipitado marrom-avermelhado Cu_2O . A cor da solução dependerá da quantidade de Cu_2O formada.

Caso não tenham aparecido os sinais esperados, sugere-se discutir a acuidade do teste. Sugira aos estudantes que busquem na literatura – ou na embalagem dos produtos – a composição do alimento e que repensem a questão. Coloque que, para determinados testes, componentes em pequenas quantidades podem não ser muito sensíveis. Assim, sugere-se a busca de explicações, caso não se observe o resultado esperado. Pelo senso comum, acredita-se que o açúcar usado em residências deva reagir e dar sinal positivo, mas isso não irá ocorrer. Pode dar um sinal fracamente positivo ou mesmo chegar a não reagir. O açúcar comum é um dímero de glicose e frutose e não é redutor, portanto não reage com solução de Benedict. No entanto, se tiver sofrido hidrólise, poderá apresentar os monômeros frutose ou glicose e dar um sinal fracamente positivo. Esse resultado inesperado pode desencadear – em uma disciplina eletiva – o estudo dos carboidratos.



Identificação de proteínas. Nesta solução, ocorre a precipitação de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ou CuO em meio alcalino e é a isso que se deve o aspecto meio leitoso. A adição de base é feita para desprotonar as proteínas, o que facilita a ligação do cobre (Cu) com os nitrogênios das ligações peptídicas. Os sistemas apresentarão um tom para o roxo, com intensidades diferentes, dependendo das quantidades de proteínas presentes. Novamente, poderá ser discutida a sensibilidade do teste, caso se observem discrepâncias entre os resultados observados, as expectativas e o que diz a literatura.

Índice de saturação de óleos vegetais

Reagentes e materiais: 3 béqueres; 10 mL de óleo de soja; 10 mL de óleo de girassol e 10 mL de azeite de oliva; solução de iodo (lugol); provetas, pipetas ou conta-gotas para transferência.

Procedimento: Identifique dois tubos de ensaio. Usando uma proveta de 10 mL graduada, transfira para um deles 5 mL de margarina derretida e resfriada à temperatura ambiente e para o outro, 5 mL de óleo de soja. Adicione a cada tubo 5 gotas de lugol e observe a cor. Coloque em banho-maria e observe até que ocorra alguma modificação.

Para uma feira de ciências, é interessante contar aos visitantes que a descoloração está relacionada com o grau de insaturação do óleo: quanto mais descorar, mais insaturado. Seria interessante testar, em seguida, o azeite de oliva, comparando-o ao óleo de soja. Muitos acham que o azeite é mais saudável e que, por isso, deve ser mais insaturado.

Saponificação de óleos

Reagentes e materiais: 2 mL de óleo; 10 mL de hidróxido de sódio a 10%; 2 tubos de ensaio; água fervida; chapa de aquecimento ou sistema lamparina + tripé + tela de amianto; béquer de 200 mL.

Procedimento: Transfira cerca de 2 mL de óleo e cerca de 10 mL de hidróxido de sódio para um tubo de ensaio. Deixe-o em banho-maria por uns 15 minutos até o aparecimento de uma camada ligeiramente endurecida. Coloque um pouco da camada endurecida em outro tubo de ensaio, acrescente água e agite. Observe.

Discussão dos resultados

O estudo dos ácidos carboxílicos pode ser ampliado e a reatividade das duplas ligações pode ser explorada. A reação de saponificação, característica de ácidos carboxílicos (resultantes de hidrólises de alguns lipídios), assim como a transesterificação para a produção de biodiesel também podem ser estudadas.

Açúcares e amido são considerados carboidratos. Qual é a diferença entre eles? Por que o teste com solução de iodo acusa a presença de amido, mas não a de açúcar? Esse gancho pode desencadear o estudo de polímeros, das estruturas de amidos e açúcares, de questões nutricionais como o fato de diabéticos terem ou não de controlar o consumo de pães e de outros alimentos contendo amido. Outras discussões com enfoques interdisciplinares podem ampliar o estudo, como o fato de a digestão das gorduras ocorrer no intestino delgado, em meio alcalino. Caso o professor de Biologia esteja interessado, também podem ser estudadas dietas alimentares e perguntas, como: *É possível viver sem a ingestão de proteínas?* Podem ser investigadas, nesse caso, sem o uso de práticas experimentais. A questão das diferentes dietas relacionadas às diferentes atividades exercidas e aos diferentes ambientes em que vivem grupos de pessoas também pode ser estudada, caso haja interesse. Não se





pode perder de vista que os melhores desenvolvimentos de pequenos projetos são obtidos quando o objeto de estudo é de interesse dos participantes e não uma mera obrigação escolar.

Este estudo também pode ser usado para a organização de uma feira de ciências.

PARA SABER MAIS

ALMEIDA, V. V.; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; PALIOTO, G. F. Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 1, v. 35, fev. 2013, p. 34-40. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/06-EEQ-79-11.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014.

CORREIA, P. R. M.; DAZZANI, M.; MARCONDES, M. E. R.; TORRES, B. B. A bioquímica como ferramenta interdisciplinar: vencendo o desafio da integração de conteúdos no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 19, maio 2014, p. 19-23. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a06.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

GEPEQ. Grupo de Ensino e Pesquisa em Educação Química. MARCONDES, M. E. R (coord.) et al. Atividades experimentais investigativas no Ensino Médio: reflexões e propostas. São Paulo: SEE/Cenp, 2009. Disponível em: <<http://gepeqiusp.wix.com/gepeq#!publicaes/cvp5>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

PAZINATO, M. S. *Alimentos: uma temática geradora do conhecimento químico*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências, Química da vida e saúde). Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4486>. Acesso em 25 jul. 2014.

_____; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina temática *Composição Química dos Alimentos: uma possibilidade para o ensino de Química*. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 0, v. 0, 2014, p. 1-7. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/RSA-133-12.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

TORRES, B. B (coord.). Bioquímica na cozinha. Biblioteca digital de Ciências. Unicamp. Disponível em: <<http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=128#U4DA9ijihPg>>. Acesso em: 25 jul. 2014.



CONCEPÇÃO E COORDENAÇÃO GERAL
PRIMEIRA EDIÇÃO 2014

COORDENADORIA DE GESTÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA (CGEB)

Coordenadora

Maria Elizabete da Costa

Diretor do Departamento de Desenvolvimento Curricular de Gestão da Educação Básica

João Freitas da Silva

Diretora do Centro de Ensino Fundamental dos Anos Finais, Ensino Médio e Educação Profissional – CEFAP

Valéria Tarantello de Geogel

Coordenação Técnica

Roberto Canossa

Roberto Liberato

Suely Cristina de Albuquerque Bomfim

PROGRAMA ENSINO INTEGRAL

Coordenação da elaboração dos materiais de apoio ao Programa Ensino Integral

Valéria de Souza

Apoio técnico e pedagógico

Marilena Rissutto Malvezzi

Equipe Técnica

Maria Sílvia Sanchez Bortolozzo (coordenação), Carlos Sidiomar Menoli, Dayse Pereira da Silva, Elaine Aparecida Barbiero, Helena Cláudia Soares Achilles, João Torquato Junior, Kátia Vitorian Gellers, Maria Camila Mourão Mendonça de Barros, Maria Cecília Travain Camargo, Maria do Carmo Rodrigues Lurial Gomes, Maúna Soares de Baldini Rocha, Pepita de Souza Figueredo, Sandra Maria Fodra, Tomás Gustavo Pedro, Vera Lucia Martins Sette, Cleuza Silva Pulice (colabor.) e Wilma Delboni (colabor.)

GESTÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO EDITORIAL 2014

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI

Presidente da Diretoria Executiva

Mauro de Mesquita Spínola

Vice-Presidente da Diretoria Executiva

José Joaquim do Amaral Ferreira

GESTÃO DE TECNOLOGIAS EM EDUCAÇÃO

Direção da Área

Guilherme Ary Plonski

Coordenação Executiva do Projeto

Angela Sprenger e Beatriz Scavazza

Gestão da Produção Editorial

Luis Marcio Barbosa e Renata Simões

Equipe de Produção

Editorial: Guiomar Milan (coordenação), Bruno Reis, Carina Carvalho, Karina Kempter, Karinna A. C. Taddeo,

Leticia Maria Delamare Cardoso, Marina Murphy e Natália Pereira Leal

Direitos autorais e iconografia: Denise Blanes (coordenação), Beatriz Fonseca Micsik, Érica Marques, José Carlos Augusto, Marcus Ecclissi e Vanessa Leite Rios

Produção editorial: Adesign (projeto gráfico) e Jairo Souza Design Gráfico (diagramação e ilustrações não creditadas)

ELABORAÇÃO DOS CONTEÚDOS ORIGINAIS

Coordenação do desenvolvimento dos conteúdos dos volumes de apoio ao Programa Ensino Integral

Ghislaine Trigo Silveira

Cadernos do Gestor

Avaliação da aprendizagem e nivelamento

Zuleika de Felice Murrie

Diretrizes do Programa Ensino Integral

Valéria de Souza (coord.), Carlos Sidiomar Menoli, Dayse Pereira da Silva, Elaine Aparecida Barbiero, Helena Cláudia Soares Achilles, João Torquato Junior, Kátia Vitorian Gellers, Maria Camila Mourão Mendonça de Barros, Maria Cecília Travain Camargo, Maria do Carmo Rodrigues Lurial Gomes, Maria Sílvia Sanchez Bortolozzo, Maúna Soares de Baldini Rocha, Pepita de Souza Figueredo, Sandra Maria Fodra, Tomás Gustavo Pedro, Vera Lucia Martins Sette, Cleuza Silva Pulice (colabor.) e Wilma Delboni (colabor.)

Formação das equipes do Programa Ensino Integral – Vol. 1

Beatriz Garcia Sanchez, Cecília Dodorico Raposo Batista, Maristela Gallo Romanini e Thais Lanza Brandão Pinto

Formação das equipes do Programa Ensino Integral – Vol. 2

Beatriz Garcia Sanchez, Cecília Dodorico Raposo Batista, Maristela Gallo Romanini e Thais Lanza Brandão Pinto

Modelo de gestão do Programa Ensino Integral

Maria Camila Mourão Mendonça de Barros

Modelo de gestão de desempenho das equipes escolares

Ana Carolina Messias Shinoda e Maúna Soares de Baldini Rocha

Cadernos do Professor

Biologia: atividades experimentais e investigativas

Maria Augusta Querubim e Tatiana Nahas

Ciências Físicas e Biológicas: atividades experimentais e investigativas

Eugênio Maria de França Ramos, João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto, Maíra Batistoni e Silva, Maria Augusta Querubim, Maria Fernanda Penteado Lamas e Yassuko Hosoume

Física: atividades experimentais e investigativas

Eugênio Maria de França Ramos, Marcelo Eduardo Fonseca Teixeira, Ricardo Rechi Aguiar e Yassuko Hosoume

Manejo e gestão de laboratório: guia de laboratório e de descarte

Solange Wagner Locatelli

Matemática: atividades experimentais e investigativas – Ensino Fundamental – Anos Finais

Maria Sílvia Brumatti Sentelhas

Matemática: atividades experimentais e investigativas – Ensino Médio

Ruy César Pietropaolo

Pré- iniciação Científica: desenvolvimento de projeto de pesquisa

Dayse Pereira da Silva e Sandra M. Rudella Tonidandel

Preparação Acadêmica

Marcelo Camargo Nonato

Projeto de Vida – Ensino Fundamental – Anos Finais

Isa Maria Ferreira da Rosa Guará e Maria Elizabeth Seidl Machado

Projeto de Vida – Ensino Médio

Isa Maria Ferreira da Rosa Guará e Maria Elizabeth Seidl Machado

Protagonismo Juvenil

Daniele Próspero e Rayssa Winnie da Silva Aguiar

Química: atividades experimentais e investigativas

Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto e Maria Fernanda Penteado Lamas

Robótica – Ensino Fundamental – Anos Finais

Alex de Lima Barros

Robótica – Ensino Médio

Manoel José dos Santos Sena

Tutoria e Orientação de estudos

Cristiane Cagnoto Mori, Jacqueline Peixoto Barbosa e Sandra Maria Fodra

Cadernos do Aluno

Projeto de Vida – Ensino Fundamental – Anos Finais

Pepita de Souza Figueredo e Tomás Gustavo Pedro

Projeto de Vida – Ensino Médio

Pepita de Souza Figueredo e Tomás Gustavo Pedro

Projeto de Vida – Ensino Médio

Pepita de Souza Figueredo e Tomás Gustavo Pedro

Projeto de Vida – Ensino Médio

Pepita de Souza Figueredo e Tomás Gustavo Pedro

Apoio

Fundação para o Desenvolvimento da Educação – FDE

Catálogo na Fonte: Centro de Referência em Educação Mário Covas

<ul style="list-style-type: none">• Nos cadernos de apoio ao Programa Ensino Integral são indicados <i>sites</i> para o aprofundamento de conhecimentos, como fonte de consulta dos conteúdos apresentados e como referências bibliográficas. Todos esses endereços eletrônicos foram checados. No entanto, como a internet é um meio dinâmico e sujeito a mudanças, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo não garante que os <i>sites</i> indicados permaneçam acessíveis ou inalterados.• Os mapas reproduzidos no material são de autoria de terceiros e mantêm as características dos originais no que diz respeito à grafia adotada e à inclusão e composição dos elementos cartográficos (escala, legenda e rosa dos ventos).	<p>S239q São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.</p> <p>Química: atividades experimentais e investigativas; Ensino Médio - Caderno do Professor/ Secretaria da Educação; coordenação, Valéria de Souza; textos, Maria Fernanda Penteado Lamas, Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto. - São Paulo : SE, 2014.</p> <p>72 p.</p> <p>Material de apoio ao Programa Ensino Integral do Estado de São Paulo.</p> <p>ISBN 978-85-7849-687-6</p> <p>1. Química 2. Atividade prática 3. Ensino Médio 4. Programa Ensino Integral 5. São Paulo I. Souza, Valéria de. II. Lamas, Maria Fernanda Penteado. III. Peixoto, Hebe Ribeiro da Cruz. IV. Título.</p> <p>CDU: 371.314:373.5:54(815.6)</p>
--	---

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias de educação do país, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98. * Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas no material da SEE-SP que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**