



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL

ANA PAULA SABINO OLIVEIRA

Roteiros experimentais sobre termoquímica

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Uberlândia-UFU, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Orientador: Prof. Dr. Deividi Márcio Marques.

UBERLÂNDIA
2017

1. Apresentação

Como produto da dissertação intitulada “A termoquímica na educação básica: uma investigação com licenciandos em química”, optamos em trazer sugestões de atividades experimentais que abordam as energias envolvidas nos processos endotérmicos e exotérmicos.

Sobre a experimentação Giordan (1999, p. 43), afirma que:

É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de Escolarização. Em seus depoimentos, os alunos costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas de pauta.

Nesse sentido, as atividades experimentais devem auxiliar na ampliação do conhecimento e para o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos discentes (MARCONDES, *et al.*, 2010).

Por isso, adaptamos alguns experimentos disponíveis na literatura, a fim de inserir neles tópicos que permitam uma discussão dos aspectos submicroscópicos desses fenômenos. Além disso, com as propostas experimentais pretende-se alcançar as inter-relações entre os aspectos do conhecimento químico: o fenomenológico, o teórico e o representacional. Ressalta-se ainda, que as atividades aqui propostas, podem ser inseridas na proposta didática do docente, auxiliando na abordagem de diferentes conceitos.

Ao readaptar essas atividades experimentais, buscou-se inserir uma abordagem que vai além de simplesmente os estudantes realizarem os experimentos, mas que permita

integrar a prática com discussão, análises dos dados obtidos e interpretação dos resultados, fazendo com que o aluno investigue o problema, ultrapassando a concepção da experimentação pela experimentação. Pelo contrário, as atividades precisam direcionar seus objetivos para o desenvolvimento conceitual e cognitivo dos alunos e permitir a eles evidenciar fenômenos e reconstruir suas idéias (MARCONDES, *et al.*, 2010, p.2).

Desse modo, para cada um dos três experimentos elaborou-se um roteiro, contendo uma situação problema e/ou uma introdução, os materiais, o procedimento metodológico, um questionário para discussão (e inserção do nível submicroscópico) e, ainda um texto explicativo sobre a discussão atômico-molecular do fenômeno, para que possa servir de apoio para os professores. Os textos e as questões foram elaborados considerando os conceitos e propostas apresentados nos trabalhos de Souza (2007), Miraldo (2008) e Barros (2009).

2. Experimento 1: Identificação de processos endotérmicos e exotérmicos

Extraído e Adaptado do blog LADIQ. Termoquímica. Disponível em: <<http://ladiq.blogspot.com.br/p/experimentos.html>>. Acesso em: fevereiro de 2017.

- Situação problema:

Uma aplicação interessante do calor de dissolução são as compressas de emergência. Elas são usadas para primeiros socorros nas contusões sofridas por atletas, durante as práticas esportivas. Existem dois tipos de compressas: quentes e frias.

As compressas são constituídas por um saco plástico com uma ampola de água e um produto químico seco em outra. Com um leve golpe, a ampola com água se rompe, dissolvendo o produto químico, em um processo que poderá liberar ou absorver calor, dependendo do produto seco utilizado.

Fonte: Disponível em: <<http://www.marquecomx.com.br/2012/04/compressas-de-emergencia-quente-e-fria.html>>. Acesso em: fevereiro de 2017. (Adaptado).

Considerando o texto apresentado, identifique quais sólidos usados a seguir poderiam ser utilizados em compressas quentes ou frias.

- **Objetivos:** Analisar alguns fenômenos e identificá-los como endotérmicos ou exotérmicos.

- Materiais:

3 béqueres de 100 mL;

Termômetro;

Espátula (ou colher);

Bastão de vidro;

1 Proveta de 50 mL;

Acetona;

Hidróxido de sódio (NaOH) sólido;

Cloreto de amônio (NH₄Cl) sólido;

Ureia sólida;

Água.

- Procedimento:

Atividade I: Evaporação da acetona.

- Derrame uma tampa de acetona em sua mão, esfregue nas duas mãos. Observe e anote o que acontece.

Atividade II: Dissolução do cloreto de amônio.

- Adicione 40 mL de água em um béquer de 100 mL. Com auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água. Anote.
- Adicione duas pontas de espátula de cloreto de amônio a água e agite. Novamente meça a temperatura da solução. Anote.
- Qual foi a variação de temperatura?

Atividade III: Dissolução do hidróxido de sódio.

- Em outro béquer de 100 mL, adicione 40 mL de água. Com auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água. Anote.
- Adicione uma ponta de espátula de hidróxido de sódio a água e agite. Meça a temperatura da solução. Anote.
- Qual foi a variação de temperatura?

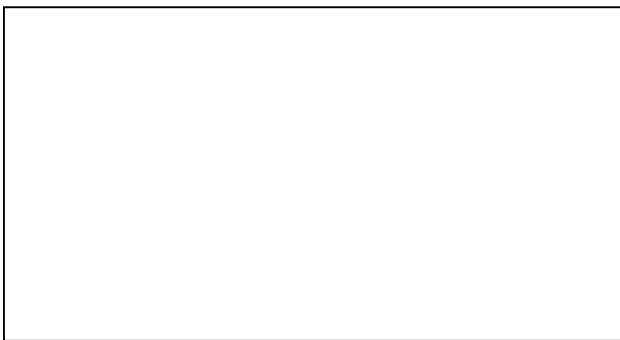
Atividade IV: Dissolução da Ureia.

- Adicione 40 mL de água em um béquer de 100 mL. Com auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água. Anote.
- Adicione uma espátula de ureia à água e agite. Meça a temperatura da solução. Anote.
- Qual foi a variação de temperatura?

- Questões:

- 1) Relate o que aconteceu em cada atividade.
- 2) Quais sólidos podem ser utilizados em compressas quentes? E em compressas frias?
- 3) Represente, por meio de desenhos, como vocês imaginam que estão às partículas de cada uma das substâncias a seguir:

- Acetona líquida:



- cloreto de amônio sólido:



- Hidróxido de sódio sólido:

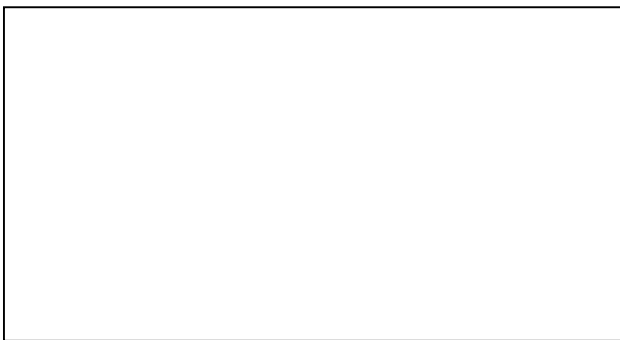


- Ureia sólida:

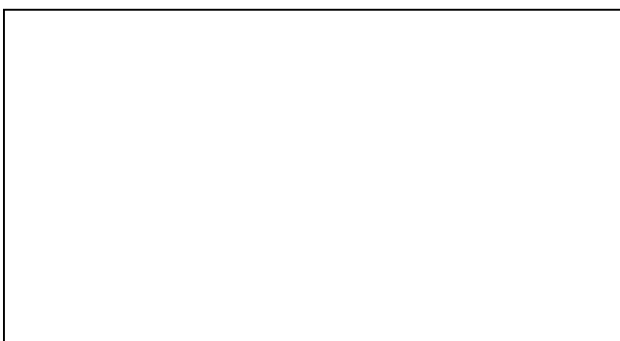


4) Represente, por meio de desenhos, como vocês imaginam que estão as partículas de cada uma das substâncias a seguir:

- Acetona gasosa:



- cloreto de amônio em solução aquosa:



- Hidróxido de sódio em solução aquosa:



- Ureia em solução aquosa:



5) Classifique os processos ocorridos em cada uma das atividades em endotérmico ou exotérmico.

6) Explique o que aconteceu a nível submicroscópico, nos processos de cada atividade.

7) Represente, por meio de equações termoquímicas, cada um dos processos.

- Para o professor: Algumas considerações sobre os fenômenos ocorridos.

Caro professor, sugerimos que desenvolva um trabalho com alunos utilizando as questões apresentadas anteriormente de forma que se consiga chegar o entendimento do nível submicroscópico, para as quais apresentamos algumas considerações teóricas nos textos abaixo. Para isso o trabalho com as questões poderia, por exemplo, ser abordada uma dinâmica em que cada aluno/grupo analise a resposta de outro colega/grupo, como maneira de discutir os resultados.

Atividade I: Evaporação da acetona.

Sabemos o que mantém as moléculas de acetona unidas no estado líquido são as interações intermoleculares do tipo dipolo permanente-dipolo permanente. Assim, para ter a evaporação da acetona, ou seja, a mudança do estado líquido para o gasoso é necessário uma absorção de energia para o rompimento dessas interações intermoleculares existentes. Por isso, a evaporação da acetona é classificada como um processo endotérmico. No caso, do experimento realizado, a acetona absorve calor da mão dando uma sensação de “frio”.

Atividade II: Dissolução do cloreto de amônio.

Considerando agora a dissolução do cloreto de amônio (NH_4Cl), inicialmente tem-se, água líquida (H_2O) e o cloreto de amônio, após a dissolução do sal tem-se uma solução de cloreto de amônio.

O processo de dissolução envolve dois processos endotérmicos, que são as rupturas, pelo menos parciais, das ligações iônicas do sal e das ligações intermoleculares presentes na água líquida. Envolve ainda um processo exotérmico, relacionado à formação das interações íons-dipolo no cloreto de amônio aquoso, sendo que os íons amônio (NH_4^+) e cloreto (Cl^-) interagem com as moléculas de água, formando os íons solvatados. Conclui-se que o balanço energético final mostra uma absorção de energia, classificando a dissolução do sal como endotérmica.

Atividade III: Dissolução do hidróxido de sódio.

Para esse processo, dissolução do hidróxido de sódio (NaOH), como explicado na atividade anterior, acontece o rompimento (processo endotérmico) das ligações iônicas e das interações intermoleculares e a formação (processo exotérmico) das interações íon-dipolo. No entanto, o balanço energético final mostra uma liberação de energia, classificando a dissolução do sal como exotérmica.

Atividade IV: Dissolução da Ureia.

A ureia é um composto molecular e, portanto, não formado por íons. Assim, a explicação a nível submicroscópico dessa dissolução está relacionada, ao rompimento (absorção) das interações intermoleculares existentes, tanto entre as moléculas de ureia quanto entre as moléculas de água e a formação das interações entre a água e a ureia (solvatação). Desse modo, o saldo energético final mostra uma absorção de energia, pois a energia absorvida nas rupturas citadas é maior que a liberada nas interações entre soluto-solvente. Conclui-se que a dissolução do composto é classificada como endotérmica.

3. Experimento 2: Reação Química exotérmica

Extraído e Adaptado de ALVES, J. M. P. Ovos a la química. Pontociência. 2010.

Disponível em: <<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/ovos-a-la-quimica/620>>. Acesso em: fevereiro de 2017.

- Situação problema:

O Óxido de Cálcio ("cal") também chamado de cal viva ou virgem é um sólido branco. É uma das substâncias mais importantes para a indústria, sendo obtida por decomposição térmica de calcário (900°C).

Normalmente utilizada na indústria da construção civil para elaboração das argamassas com que se erguem as paredes e muros e também na pintura, a cal também tem emprego na indústria cerâmica, siderúrgicas (obtenção do ferro) e farmacêutica como agente branqueador ou desodorizador. O óxido de cálcio é usado para produzir hidróxido de cálcio, na agricultura para o controle de acidez dos solos.

Fonte: Disponível em: < <http://www.calcinacaomax.com.br/qualidade/oxido-de-calcio> >. Acesso em: fevereiro de 2017. (Adaptado).

Uma das recomendações para seu armazenamento é que evite o contato com água. Nesse sentido, por que se deve evitar esse contato?

- **Objetivos:** Classificar a reação química como endotérmica ou exotérmica.

- **Materiais:**

- 1 ovo;
- 1 folha de papel alumínio;
- 1 assadeira.
- 500 mL de água;
- 500 g de óxido de cálcio (cal virgem);

- **Procedimento:**

- Inicialmente, faça uma forminha de alumínio como a da Figura 1.

Explicação do Desenho

4) Na experiência realizada o produto contém maior ou menor energia quando comparado aos reagentes? Explique.

5) Represente a reação entre os reagentes citados por meio de uma equação química, sabendo que o produto formado é hidróxido de cálcio - Ca(OH)_2 .

- Para o professor:

Caro professor, sugerimos que desenvolva um trabalho com alunos explorando as questões apresentadas anteriormente, com a finalidade de se chegar ao entendimento do nível submicroscópico, para os quais apresentamos algumas considerações teóricas nos textos abaixo. O trabalho com as questões poderia, por exemplo, ser desenvolvido com uma dinâmica em que cada aluno/grupo elabore uma análise da resposta de outro colega/grupo, promovendo uma discussão sobre as representações elaboradas.

No processo realizado, quando o óxido de cálcio entra em contato com a água, tem-se uma reação química, que forma como produto hidróxido de cálcio, acompanhado de liberação de muita energia, sendo possível observar um aumento no volume do sólido.

A energia liberada é resultante da formação de hidróxido de cálcio. Quando se analisa o processo, inicialmente têm-se uma absorção de energia, utilizada para rupturas de ligações químicas das substâncias dos reagentes. Nos produtos têm-se a formação de ligações químicas, processo em que ocorre liberação de energia. Nesse caso, pode se concluir que a energia liberada é maior que a absorvida, tendo um saldo energético final que classifica a reação como exotérmica.

3. Experimento 3: Carbonização do Açúcar

Extraído e Adaptado de FANTINI, L. Carbonizando Açúcar. Pontociência. 2008.

Disponível em: < <http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/carbonizando-acucar/49> >. Acesso em: fevereiro de 2017.

- Introdução:

Açúcar é um termo geral para uma categoria de substâncias de carboidratos, mas os grânulos ou cristais de açúcar de mesa comum são especificamente sacarose.

A sacarose é geralmente formada pela união da glicose e da frutose. Pode ser encontrada no açúcar refinado. Cada molécula de sacarose se quebra em uma molécula de glicose e uma de frutose.

Fonte: SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coords.). Química cidadã: volume 3. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013. p. 201.

- **Objetivos:** Classificar a reação química como endotérmica ou exotérmica.

- Materiais:

Luvas de borracha;
Óculos de proteção;
Béquero de 100 mL;
Bastão de vidro;
60 g de açúcar;
Ácido sulfúrico concentrado.

- Procedimento:

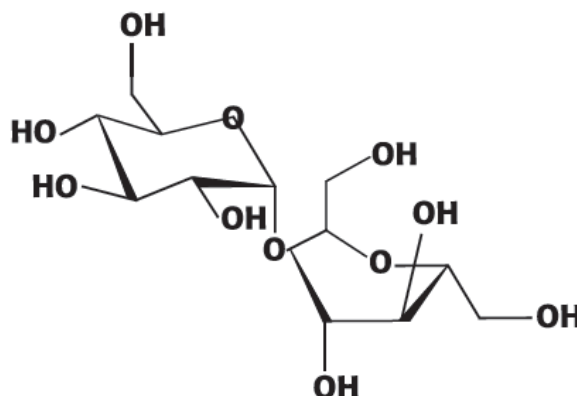
- Antes de iniciar o experimento, coloque as luvas de borracha e os óculos e, realize a prática em um local arejado, ou preferencialmente dentro de uma capela com exaustão.
- Adicione ao béquer, 60g de açúcar granulado.
- Em seguida, adicione 60 mL de ácido sulfúrico concentrado ao béquer que contém o açúcar. Agite o conteúdo do béquer com o bastão de vidro até que se obtenha uma pasta marrom. (Muito CUIDADO com a prática).
- Retire o bastão e observe. Anote o que aconteceu.

- Para o professor:

Caro professor, sugerimos que desenvolva um trabalho com alunos utilizando as questões apresentadas anteriormente de forma que se consiga chegar o entendimento do nível submicroscópico, para as quais apresentamos algumas considerações teóricas nos textos abaixo. Para isso o trabalho com as questões poderia, por exemplo, ser abordada uma dinâmica em que cada aluno/grupo analise a resposta de outro colega/grupo, promovendo uma discussão sobre as representações desenvolvidas.

No experimento descrito ocorre a carbonização do açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ao adicionar ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, que é um forte agente desidratante. Na reação ocorre a formação de vapor d'água, trióxido de enxofre (SO_3) e carbono, liberando muito calor, o que explica as bolhas e a fumaça que são produzidas. A liberação do gás faz com que o carbono presente no sistema tenha uma expansão no seu volume.

Figura 1: Estrutura da sacarose.



Fonte: Santos e Mól (2013).

Quando analisa a estrutura da sacarose (Figura 1), percebe-se que não existem moléculas de água ligadas aos carbonos, mas sim, grupos hidroxila (OH) e átomos de hidrogênio. O ácido sulfúrico ao reagir com o açúcar retira as hidroxilas e os hidrogênios, formando H_2O , carbono e trióxido de enxofre.

Nesse processo têm-se rupturas de ligações químicas das substâncias dos reagentes, sendo necessária a absorção de energia. Já nos produtos têm-se a formação de ligações químicas, processo que ocorre liberação de energia. Nesse caso, a energia liberada é maior que a absorvida, tendo um saldo energético final negativo, classificando a reação como exotérmica.

4. Referências

- ALVES, J. M. P. **Ovos a la química**. Pontociência. 2010. Disponível em: <<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/ovos-a-la-quimica/620>>. Acesso em: fevereiro de 2017.
- Compressas de Emergência: Quente e Fria. Disponível em: <<http://www.marquecomx.com.br/2012/04/compressas-de-emergencia-quente-e-fria.html>>. Acesso em: fevereiro de 2017.
- FANTINI, L. **Carbonizando Açúcar**. Pontociência. 2008. Disponível em: <<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/carbonizando-acucar/49>>. Acesso em: fevereiro de 2017.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. 10, p. 43-49, novembro, 1999.
- MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A. A. Uma análise do nível de aprendizagem dos estudantes em uma atividade experimental investigativa sobre o conceito de energia envolvida nas reações químicas. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais...** Brasília. 2010.
- MIRALDO, J. R. **Experimentação em Química**: alternativas para a termoquímica no ensino médio. 2008. Dissertação (Mestrado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Química. 118f.
- Óxido de Cálcio. Disponível em: <<http://www.calcinacaomax.com.br/qualidade/oxido-de-calcio>>. Acesso em: fevereiro de 2017.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coords.). **Química cidadã**: volume 2. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013.
- SOUZA, V. C. A. **Os desafios da energia no contexto da termoquímica**: Modelando uma nova idéia para aquecer o ensino de química. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação). Belo Horizonte: Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. 205f.
- Termoquímica. Disponível em: <<http://ladiq.blogspot.com.br/p/experimentos.html>>. Acesso em: fevereiro de 2017.