

EXPERIMENTOS INSTIGANTES DE TERMOQUÍMICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Bruno Magela de Melo Siqueira¹
Rafaella Spilare Silva²
Rayza Rosa Tavares Rodrigues³
Rafael Baioco Ruy^{4*}

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido na EEEM Professor Renato José da Costa Pacheco, da cidade de Vitória-ES, e envolveu alunos de sete turmas do 3º ano do ensino médio e bolsistas do PIBID de Química. Três experimentos demonstrativos foram utilizados para discutir o assunto termoquímica. Houve apresentação de um contexto que permitiu comparar as vantagens e desvantagens da utilização da gasolina e etanol quanto ao custo dos combustíveis, a emissão de poluentes que intensificam o efeito estufa e a necessidade de se utilizar fontes renováveis de energia. Na parte experimental, a solubilização da ureia em água resultou numa queda de temperatura de 30°C; a reação entre o permanganato de potássio e a glicerina causou entusiasmo nos alunos devido ao efeito visual observado e o quebra-cabeça termoquímico instigou a curiosidade dos alunos pelo fato de aparentemente apresentar resultados contraditórios, daí o nome quebra-cabeça. Devido à simplicidade dos procedimentos, os próprios alunos executaram a seção experimental com orientação dos bolsistas do PIBID.

Palavras-chave: experimentos demonstrativos; termoquímica no cotidiano; combustíveis renováveis.

ABSTRACT

This work was developed in Prof. EEEM. Renato José da Costa da Costa, the city of Vitoria-ES, and involved students from seven classes of the 3rd year of high school and fellows PIBID Chemistry. Three experiments statements were used to discuss the matter thermochemistry. There was a presentation of a context that allowed us to compare the advantages and disadvantages of using gasoline and ethanol as the fuel costs, pollutant emissions that intensify the greenhouse effect and the need to use renewable energy sources. In the experimental part, the solubility of urea in water resulted in a drop in temperature of 30 ° C, the reaction between potassium permanganate and glycerol caused enthusiasm in students due to the visual effect observed and the puzzle thermochemical incited the curiosity of students by the fact that apparently present contradictory results, hence the name puzzle. Due to its simplicity, the students performed the experimental section with the guidance of scholars PIBID.

Keywords: experiments statements; thermochemistry in everyday life; renewable fuels.

¹ Estudante do curso de Licenciatura em Química / IFES - Campus Vila Velha / e-mail: brunosiq_es@hotmail.com

² Estudante do curso de Licenciatura em Química / IFES - Campus Vila Velha / e-mail: rafaspilare@yahoo.com.br

³ Estudante do curso de Licenciatura em Química / IFES - Campus Vitória/ e-mail: rayzartr@hotmail.com

^{4*} Bacharel e Licenciado em Química (UFV), Mestre em Agroquímica: Físico-Química (UFV) / SEDU - EEEM Prof. Renato Jose da Costa Pacheco / e-mail: rbaioco@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido em maio de 2012, na EEEM Professor Renato José da Costa Pacheco, da cidade de Vitória – ES, e envolveu alunos de sete turmas do 3º ano do ensino médio e bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência, PIBID, subprojeto de Química, do Instituto Federal de Espírito Santo, IFES, campus de Vila Velha.

O objetivo da aula, num contexto social e ambiental, foi causar uma reflexão sobre os aspectos positivos e negativos da utilização da gasolina e do etanol como combustíveis automotores. Já num contexto experimental, o objetivo da aula foi observar e discutir processos endotérmicos e exotérmicos através de aulas práticas demonstrativas.

A aula foi iniciada com uma introdução contextualizada relacionada à queima dos combustíveis gasolina e etanol durante uma viagem, explicando qual combustível é mais vantajoso financeiramente para o consumidor, qual emite menor quantidade de gás carbônico na atmosfera e a necessidade se utilizar combustíveis limpos e renováveis. Utilizando valores de entalpia de combustão, densidade, preço, autonomia dos veículos, entre outras informações, pôde-se efetuar diversos cálculos e obter conclusões satisfatórias acerca das vantagens e desvantagens da utilização da gasolina e etanol como combustíveis.

Foi utilizado roteiro de prática contendo uma introdução contextualizada e metodologia de três experimentos propostos: solubilização da ureia em água; reação entre o permanganato de potássio e a glicerina e o quebra-cabeça termoquímico. A introdução narrava uma história envolvente cujas informações continham resultados de cálculos e dados próximos dos reais. Alguns trechos da introdução do roteiro são apresentados a seguir:

“João vai viajar de Vitória – ES para Guarapari – ES... seu carro possui tecnologia flex... João decidiu fazer algumas contas... a distância média entre as duas cidades é 50 km... seu carro tem autonomia em média de 9,0km/L para etanol e 13,2km/L para gasolina... João gastaria aproximadamente 11,11L de etanol hidratado ou 7,58L de gasolina... o preço de um litro de gasolina é R\$ 2,89 e o preço de um litro de etanol é R\$ 2,49... concluiu que economizaria R\$ 5,75 se abastecesse com gasolina... em um livro de química pesquisou as reações de combustão da gasolina e etanol e seus respectivos valores de entalpia de combustão... constatou que os dois combustíveis produziram a mesma quantidade de calor nesta viagem... a queima do etanol emite menor volume de gás carbônico na atmosfera... João sabe que o etanol é renovável e foi produzido a partir da cana-de-açúcar... a cana-de-açúcar realiza fotossíntese absorvendo gás carbônico da atmosfera... as equações químicas mostram que o saldo de CO₂ após a queima do etanol é nulo”.

As vantagens e desvantagens da utilização da gasolina ou etanol foram analisadas sob diferentes aspectos, como, por exemplo, o custo do combustível, as emissões atmosféricas causadas pela sua queima e sua origem renovável ou não renovável. As conclusões foram obtidas por meio dos resultados de cálculos mostrados na Tabela 1.

III Jornada de Iniciação à Docência

PARÂMETROS	GASOLINA	ETANOL	UNIDADE
Distância percorrida	100	100	km
Autonomia do veículo	13,2	9,0	km/L
Consumo de combustível	7,58	11,11	L
Preço do combustível	2,89	2,49	R\$/L
Valor consumido	R\$ 21,91	R\$ 27,66	L ⁻¹
Entalpia de combustão	1367 (C ₂ H ₆ O) 5471 (C ₈ H ₁₈)	1367	kJ/mol
Densidade média	0,74	0,81	g/mL
Massa consumida	1197,6 (C ₂ H ₆ O) 4487,4 (C ₈ H ₁₈)	8999,1 (etanol hidratado)	g
Energia total liberada	250944,6	247785,4	kJ
Quantidade de CO ₂ emitida	367,0	362,5	mol
Volume de CO ₂ emitido	9028,2	8917,5	L

Tabela 1 – resultados dos cálculos utilizados na introdução do roteiro.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Experimento 1 – Mistura água e ureia.

Esse experimento consistiu no preparo de uma solução aquosa de ureia. Uma porção de ureia foi adicionada a um béquer contendo água a temperatura ambiente e a variação de temperatura observada no sistema foi medida com um termômetro digital. Os alunos foram estimulados a classificar o processo como sendo endotérmico ou exotérmico justificando suas respostas. Por se tratar de um experimento de simples execução, os alunos foram convidados a executá-lo.

Experimento 2 – Reação entre o permanganato de potássio e a glicerina.

Esse experimento consistiu na reação entre o permanganato de potássio e a glicerina cuja reação é mostrada pela Equação 1.



Uma porção de permanganato de potássio em pó foi colocada sobre um vidro de relógio e sofreu adição da glicerina com auxílio de um conta-gotas. Os alunos foram estimulados a classificar o processo como sendo endotérmico ou exotérmico justificando suas respostas. Por se tratar de um experimento de simples execução, os alunos foram convidados a executá-lo.

Experimento 3 – Quebra-cabeça termoquímico

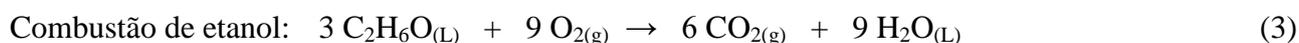
Foi proposto um experimento denominado “Quebra Cabeça Termoquímico” para estimular o raciocínio dos alunos. A prática se baseou em dois experimentos similares, na primeira situação 50mL de uma solução ácido sulfúrico 50% a 23°C foram adicionadas a 50mL de água líquida a 0°C e o fenômeno ocorrido foi observado; na segunda situação 50mL de uma solução ácido sulfúrico 50% a 23°C foram adicionadas a 50g de gelo a 0°C e o fenômeno ocorrido foi observado. Num primeiro momento de reflexão os resultados pareciam contraditórios, por isso o nome quebra-cabeça, no entanto, uma melhor análise da situação permitiu conclusões sobre o fenômeno observado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Contextualização

Através da história em que foi narrada às vantagens e desvantagens econômicas e ambientais da utilização da gasolina ou etanol e mostrados resultados de diversos cálculos efetuados envolvendo ambos os combustíveis, foi concluído que combustíveis fósseis, como a gasolina e demais derivados do petróleo, são mais danosos ao meio ambiente, por se tratar de uma fonte de carbono prontamente disponível no subsolo terrestre. Os combustíveis fósseis, quando queimados, emitem gás carbônico na atmosfera, intensificam o efeito estufa e poluem, uma vez que produtos da combustão incompleta da gasolina também são lançados na atmosfera, além das emissões de óxidos de enxofre e nitrogênio, que causam a chuva ácida. Na ocasião, a utilização da gasolina, infelizmente, se mostrou vantajosa economicamente em R\$ 5,75 para uma viagem de apenas 100 km.

O etanol, apesar de sua utilização não ser vantajosa economicamente, é um combustível renovável e mostrou-se a melhor opção para conter a intensificação do efeito estufa. A combustão do etanol, assim como a da gasolina, emite gás carbônico na atmosfera e produtos da combustão incompleta, entretanto, o etanol é derivado da cana-de-açúcar, que durante seu cultivo realiza fotossíntese, absorvendo gás carbônico da atmosfera para formar glicose (Equação 2), que posteriormente é transformada em etanol. As equações químicas a seguir mostram que o saldo de gás carbônico emitido na atmosfera é nulo para uma mesma quantidade de carbono envolvido. A fotossíntese consome 6 mol de gás carbônico (Equação 2) e a combustão do etanol devolve 6 mol de gás carbônico para atmosfera (Equação 3).



Seção experimental

Os experimentos foram realizados em sete turmas de 3º ano, sendo cinco no turno matutino e duas no turno vespertino e os resultados experimentais obtidos foram similares em todas as turmas.

Experimento 1 – Mistura água e ureia.

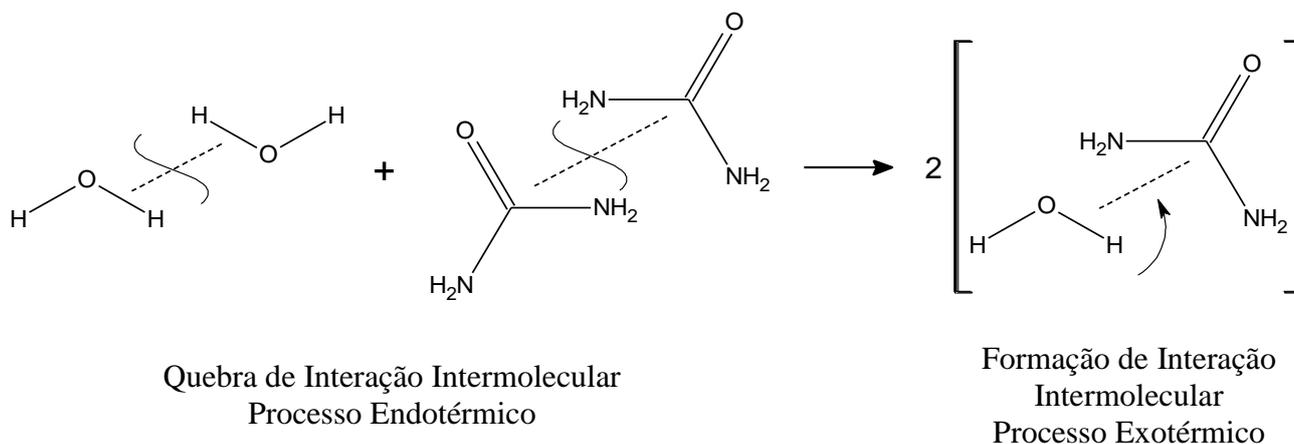
Durante o preparo da solução aquosa de ureia foi observado que a temperatura do sistema diminuiu em 30°C, passando de 23°C para -7°C. Os alunos foram estimulados a classificar o processo como sendo endotérmico ou exotérmico, e o classificaram, em sua maioria, como exotérmico, alegando que seria impossível um sistema absorver calor e ter sua temperatura diminuída, pois, se o calor estivesse entrando no sistema, sua temperatura deveria aumentar, e tal fato não foi observado. Claramente houve um equívoco quanto aos conceitos de calor e temperatura. Diante deste fato foi explicado que o processo era endotérmico e que não necessariamente o calor absorvido pelo sistema deveria ser utilizado para aumentar a temperatura, podendo ser utilizado para outros processos, como romper ligações químicas ou interações intermoleculares. Os parágrafos a seguir e a Figura 1 descrevem a explicação apresentada aos alunos.

Imediatamente antes do início do experimento havia dois sistemas, um béquer contendo água pura e um frasco contendo ureia pura e quando separados existiam interações intermoleculares somente do tipo água-água e ureia-ureia. Quando a ureia foi adicionada a água e se iniciou sua solubilização, surgiu um novo tipo de interação intermolecular, água-ureia (Figura 1).

Durante a solubilização da ureia aconteceram os seguintes processos: quebra de interação água-água (endotérmico), quebra de interação ureia-ureia (endotérmico) e formação de interação água-ureia

III Jornada de Iniciação à Docência

(exotérmico). Foi observado que a temperatura do sistema diminuiu em 30°C, passando de 23°C para -7°C. Na ocasião, a queda de temperatura aconteceu devido ao fato da energia envolvida na etapa endotérmica predominar sobre a etapa exotérmica, resultado num processo global de absorção de calor, sendo classificado, portanto, como processo endotérmico.



Quebra de Interação Intermolecular
Processo Endotérmico

Formação de Interação
Intermolecular
Processo Exotérmico

Figura 1 – representação esquemática da quebra e formação de interações intermoleculares

A Figura 2 mostra o envolvimento dos alunos nesta etapa.



Figura 2 – envolvimento dos alunos na dissolução da ureia em água.

Experimento 2 – Reação entre o permanganato de potássio e a glicerina.

A reação entre o permanganato de potássio e a glicerina é exotérmica e o calor liberado foi claramente observado pelos alunos, não deixando margem de dúvidas quanto à classificação do processo como endotérmico ou exotérmico. A Figura 3 mostra imagens da reação e envolvimento dos alunos.



Figura 3 – envolvimento dos alunos na reação entre o permanganato de potássio e a glicerina.

Experimento 3 – Quebra-cabeça termoquímico

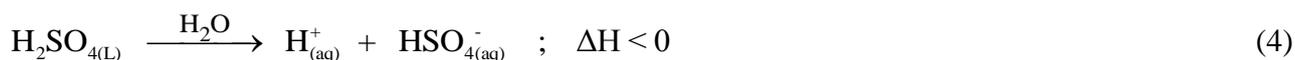
Trata-se de um experimento instigante, pois num primeiro momento de reflexão os resultados parecem contraditórios, por isso o nome quebra-cabeça, no entanto, uma melhor análise da situação permite conclusões sobre o fenômeno observado.

Os resultados obtidos na experiência do quebra-cabeça termoquímico foram os seguintes:

Etapa 1: a adição de 50mL de ácido sulfúrico 50% (23°C) a 50mL água (0°C) resultou numa mistura cuja temperatura final atingiu 38°C. O aumento de temperatura observado ocorreu devido à reação de dissociação do ácido sulfúrico, um processo exotérmico (Equação 4).



Etapa 2: a adição de 50mL de ácido sulfúrico 50% (23°C) a 50g de gelo triturado a 0°C resultou numa mistura cuja temperatura final atingiu -2°C. A diminuição de temperatura observada ocorreu devido a uma competição entre dois processos, à reação de dissociação do ácido sulfúrico (Equação 4), um processo exotérmico, e o processo de fusão do gelo (Equação 5), endotérmico. Como o calor absorvido pelo processo endotérmico superou o calor liberado pelo processo exotérmico, foi observada uma queda na temperatura do sistema. A presença do ácido sulfúrico em solução resultou num abaixamento crioscópico, permitindo temperaturas inferiores a 0°C.



ETAPA	ÁGUA		ÁCIDO SULFÚRICO 50%		MISTURA
1	Volume	Temperatura	Volume	Temperatura	Temperatura
	50 mL	0°C	50 mL	23°C	38°C
ETAPA	GELO		ÁCIDO SULFÚRICO 50%		MISTURA
2	Massa	Temperatura	Volume	Temperatura	Temperatura
	50 g	0°C	50 mL	23°C	-2°C

Tabela 2 – resultados quantitativos do quebra-cabeça termoquímico.



Figura 4 – envolvimento dos alunos no quebra-cabeça termoquímico.

CONCLUSÃO

O contexto discutido possibilitou conscientizar os alunos sobre a necessidade de se utilizar fontes renováveis de energia e de se preocupar com as emissões atmosféricas causadas pela queima de combustíveis, em especial, os de origem fóssil. O conjunto de experimentos apresentados permitiu maior entendimento do conteúdo termoquímica e despertou o interesse e motivação dos alunos em relação às aulas experimentais. A reação entre o permanganato de potássio e a glicerina causou grande entusiasmo nos alunos por se tratar de uma reação com muito efeito visual. O quebra-cabeça instigou a curiosidade dos alunos por aparentemente fornecer resultados contraditórios, no entanto, uma melhor análise do sistema permitiu concluir que os resultados são plausíveis.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID, da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; LORETTA, J. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CANAL PONTO CIÊNCIA. **Quebra-cabeça Termoquímico**. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=582&QUEBRACABECAS+TERMOQUIMICO>>. Acessado em 17 de Agosto de 2012.

CANAL PONTO CIÊNCIA. **Quebra-cabeça Termoquímico**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=SKDVMwJjRms>>. Acessado em 17 de Agosto de 2012.

SILVA, Anderson Rocha; LATINI, Rose Mary; NETO, João Monteiro de Figueredo. **Termoquímica: um relato de experiência entre a química e a física**. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0891-2.pdf>>. Acessado em 17 de Agosto de 2012.