

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA E BIOLOGIA
BACHARELADO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA COM ÊNFASE EM AMBIENTAL

JOÃO MARCOS LENHARDT SILVA

**MONTAGEM DE CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO E INVESTIGAÇÃO DE SEU
USO NO ENSINO DE TERMOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2015

JOÃO MARCOS LENHARDT SILVA

**MONTAGEM DE CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO E INVESTIGAÇÃO DE SEU
USO NO ENSINO DE TERMOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, do Curso Superior de Bacharelado e Licenciatura em Química, do Departamento de Química e Biologia – DAQBI - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel e Licenciado

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maurici Luzia Del Monego.

CURITIBA

2015

JOÃO MARCOS LENHARDT SILVA

**MONTAGEM DE CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO E
INVESTIGAÇÃO DE SEU USO NO ENSINO DE TERMOQUÍMICA NO
ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso **aprovado** como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Química Tecnológica pelo Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI) do Câmpus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela seguinte banca examinadora:

Membro 1 – Prof. Me. Cristiano Egevardt
Departamento Acadêmico de Química e Biologia (UTFPR)

Membro 2 – Profa. Dra. Roberta Carolina P. Rizzo Domingues
Departamento Acadêmico de Química e Biologia (UTFPR)

Orientadora – Profa. Dra. Maurici Luzia Del Monego
Departamento Acadêmico de Química e Biologia (UTFPR)

Coordenadora de Curso – Profa. Dra. Danielle Caroline Schnitzler

Curitiba, 18 de junho de 2015

RESUMO

SILVA, João M. L.; **Montagem de Calorímetro de Baixo Custo e Investigação de seu Uso no Ensino de Termoquímica no Ensino Médio**. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus Curitiba*. 2015.

Os conceitos da termoquímica como energia, temperatura, entalpia e calor são abstratos para o aluno, utilizando-os de forma equivocada no cotidiano. Com o objetivo de fazer o aluno compreender melhor esses conceitos, foi realizado esse projeto em quatro turmas do segundo ano regular do ensino médio, duas no Colégio particular Marcelino Beraldo, em Campina Grande do Sul, e outras duas no Colégio Estadual Santa Cândida, situado no bairro Santa Cândida, Curitiba. Primeiramente, foi realizada uma avaliação investigativa escrita para descobrir as formas equivocadas que os alunos interpretam esses conceitos. Em seguida, realizada uma prática que utiliza um calorímetro de baixo custo montado pelos próprios alunos e sua utilização para realizar uma reação química, e com isso explicar os conceitos e cálculos envolvidos na termoquímica. Um questionário para analisar a compreensão do aluno pós-experimento foi realizado para comparação. Também foram verificados como a Termoquímica aparece em provas de âmbito nacional como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e no processo seletivo da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Com os resultados adquiridos observou-se que a prática elucidou os conceitos utilizados na termoquímica, além de ser observado que os alunos se mostraram mais interessados na aula quando eles não eram meros espectadores.

Palavras-chave: Calorímetro. Termoquímica. Experimentação. Ensino de Química

ABSTRACT

SILVA, João M. L.; Calorimeter Assembly Budget and Research your Use in Thermochemistry Teaching in High School. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus* Curitiba. 2015.

The concepts of thermochemical as power, temperature, enthalpy and heat are abstract to the student, using them wrongly in everyday life. In order to make students better understand these concepts, this project was conducted in four classes of the second regular year of high school, two them in particular school Marcelino Beraldo, in Campina Grande do Sul, and another two in the Colégio Estadual Santa Cândida, located in the neighborhood Santa Candida Curitiba. First, an investigative written evaluation was carried out to discover the wrong ways that students interpret these concepts. Then performed a practice that uses an inexpensive calorimeter mounted by the students and their use to carry out a chemical reaction, and thus explain the concepts and calculations involved in thermochemical. A questionnaire to analyze the understanding of post-student experiment was performed for comparison. They were also checked as Thermochemistry appears in nationwide tests such as the Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) and the selection process of the Universidade Federal do Paraná (UFPR). With the acquired results it was observed that the practice elucidated the concepts used in thermochemical, and is observed that students were more interested in class when they were not mere spectators.

Keywords: Calorimeter. Thermochemistry. Experimentation. Chemistry Teaching

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1: Latinha de refrigerante dentro do porta-copos de isopor e a marcação de corte.....	15
Figura 2: Corta-copos de isopor cortados	16
Figura 3: Porta-copos devidamente fechado	16
Figura 4: Esquema do calorímetro de baixo custo montado.....	17
Figura 5: Questão 34 da prova objetiva de química do processo seletivo da UFPR-2010/2011	33
Figura 6: Questão 26 da prova objetiva de química do processo seletivo da UFPR-2012/2013.....	33
Figura 7: Questão 65 da prova objetiva de química do processo seletivo da UFPR-2013/2014.....	33
Figura 8: Questão 05 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR-2010/2011	34
Figura 9: Questão 03 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR-2011/2012.....	34
Figura 10: Questão 09 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2011/2012	34
Figura 11: Questão 04 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2012/2013	35
Figura 12: Questão 04 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2013/2014	35
Figura 13: Questão 05 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2013/2014	36
Figura 14: Questão 10 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2014/2015	36
Figura 15: Questão 69 da prova azul do ENEM 2010	37
Figura 16: Questão 50 da prova azul do ENEM 2011	38
Figura 17: Questão 59 da prova azul do ENEM 2012	38
Figura 18: Foto da sala MBS.....	39
Figura 19: Foto de um aluno da MBS.....	39

Figura 20: Foto da sala MBS.....	40
Figura 21: Foto de um aluno da MBS.....	40
Quadro 1: Materiais necessários para a montagem do calorímetro.....	15
Quadro 2: Comparação da porcentagem de acertos nas avaliações investigativas em cada turma	24
Quadro 3: Comparação da porcentagem de acertos nas avaliações investigativas e finais em cada turma.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
4 METODOLOGIA	14
4.1 CONSTRUÇÃO DE UM CALORÍMETRO UTILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO	14
4.2 PRÁTICA UTILIZANDO O CALORÍMETRO	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1 ANÁLISE DAS PROVAS DA UFPR DE 2010 A 2014	20
5.2 ANÁLISE DAS PROVAS DO ENEM DE 2010 A 2014.....	21
5.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO.....	23
5.4 ANÁLISE DA AVALIAÇÃO INVESTIGATIVA SOBRE TERMOQUÍMICA	24
6 CONCLUSÃO	27
7 REFERÊNCIAS	28
ANEXO A – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO E PÓS-EXPERIMENTO	31
ANEXO B – QUESTÕES DA 1ª FASE da UFPR	33
ANEXO C – QUESTÕES DA 2ª FASE da UFPR	34
ANEXO D – QUESTÕES TERMOQUÍMICA DO ENEM	37
ANEXO E – FOTOS DOS ALUNOS DA MBS	39
ANEXO F – QUESTIONÁRIO DE <i>FEEDBACK</i>	41

1 INTRODUÇÃO

A Termoquímica estuda as trocas de energia envolvidas nas reações químicas e nas mudanças de estado físico. Esses processos estão no nosso cotidiano, por exemplo na evaporação da água, nas calorias de um alimento, queima de combustíveis etc. Ela introduz diversos conceitos abstratos, como energia, calor, entalpia entre outros.

A Termoquímica é estudada basicamente de forma teórica e, muitas vezes somente em sala de aula, assim como os outros assuntos, dificultando o entendimento por parte dos alunos do que está ocorrendo nas reações demonstradas. Souza (2007), afirma que os alunos apresentam grande dificuldade para aprender os conceitos abstratos anteriormente citados.

O método utilizado de quadro negro e giz para ensinar Química não fornece, somente ele, um método efetivo na aprendizagem dos discentes, além de tornar a matéria monótona (SANTANA, 2006, p. 1), por isso novos métodos de ensino, como o uso de tecnologias e da experimentação, devem ser utilizados para facilitar a compreensão do aluno sobre o assunto estudado. Porém, nem sempre os materiais audiovisuais estão disponíveis na escola e o laboratório pode não estar equipado com os materiais e reagentes necessários para uma prática adequada.

Uma proposta para o professor é realizar experimentos utilizando materiais de baixo custo e de fácil disponibilidade. Na Termoquímica, a medição da energia absorvida ou liberada no sistema é feita no calorímetro.

Por isso, o objetivo desse trabalho é a montagem de um calorímetro de baixo custo e com materiais de fácil disponibilidade em turmas do Ensino Médio de uma escola e verificar se por meio da experimentação a compreensão do assunto Termoquímica é melhor aceita por parte dos alunos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o quanto a montagem de um calorímetro e sua utilização pelos próprios alunos facilita a absorção do conhecimento teórico sobre termoquímica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Análise de provas da UFPR e do ENEM sobre o tema Termoquímica;
- Pesquisa, avaliação, seleção e aplicação de questões para as avaliações investigativas;
- Montagem de um calorímetro de baixo custo pelos alunos;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo CUNHA (2012), a experimentação e os jogos lúdicos possuem destaque como formas geradoras de interesse do aluno, estimulando-o a aprendizagem. Pensamento compartilhado por Brasil (2002), o qual afirma que a experimentação, assim como outros mecanismos que incentivam o raciocínio acabam por estimular o aluno a se interessar pelo conteúdo abordado.

De acordo com GIORDAM (1999), a experimentação contribui para formar o pensamento científico, ou seja, é uma atividade empírica que consiste nas seguintes etapas: selecionar as variáveis, pensar de forma sequencial e lógica, prever e controlar os eventos gerados, realizar medidas precisas e, posteriormente, descobrir a variável desejada.

GALLAZI & GONÇALVES (2004), afirmam que devesse incentivar o aluno a gerar as próprias perguntas e justificativas para o fenômeno ocorrido na experimentação, de modo que quando o professor realizar a explicação teórica o aluno perceba as lacunas de entendimento sobre o assunto.

Segundo o mesmo autor, a função da experimentação não é somente decorar fórmulas e estruturas, e sim como meio de mostrar ao aluno a aplicação dos termos ensinados em sala de aula.

SCHWAHN & OAIGEN (2009) afirmam que conectar o conhecimento teórico ensinado em sala de aula e a experimentação com o cotidiano dos alunos é um dos maiores desafios para tornar o aluno entusiasmado.

BARATIERI *et al* (2008) afirma que a experimentação além de motivar o aluno é também um meio de desenvolver a autonomia e aprender a aceitar críticas e corrigir os erros. Outro ponto abordado pelo autor, é a maior interação gerada pelo uso de experimentos, pois ocorre uma interação entre os alunos, pois os que apresentam mais facilidade ajudam os alunos com mais dificuldade.

FARIAS *et al* (2009) afirma que a Química é uma ciência experimental, ou seja, sua compreensão pelos alunos fica prejudicada se não houver demonstrações que confirmem a teoria abordada.

SCHENRTZETER (2002) afirma que a experimentação em Química não necessita ser realizada com equipamentos sofisticados, devido ao fato dos

experimentos terem como maior objetivo agir como facilitador na compreensão dos conceitos químicos. Pensamento compartilhado por FONSECA (2001), o qual afirma que a experimentação deve, principalmente, focar no desenvolvimento conceitual.

Em relação ao ensino dos conceitos termoquímicos no Ensino Médio, BARROS (2009) afirma que as maiores dificuldades encontradas pelos alunos em termoquímica são os conceitos de entalpia, energia interna e calor.

SILVA (2005) condena o ensino do conceito de Entalpia no Ensino Médio, pelo fato de ser um conceito facilmente aprendido de forma equivocada, por exemplo, o aluno confunde entalpia (H) com calor (Q). Outro ponto abordado é que o tratamento matemático de entalpia vai além do abordado durante o período escolar.

MORTIMER & AMARAL (1998) em seu artigo sobre o ensino da termoquímica veem no uso cotidiano equivocado dos conceitos termoquímicos como calor, energia e temperatura um fator que dificulta uma correta aprendizagem desses conceitos pelos alunos. Para corrigir esses equívocos os autores propõem a realização de atividades, como a experimentação, que possam explicitar a diferença do conceito termoquímico no cotidiano e no meio científico.

Segundo AZEVEDO (2009), as pesquisas mostram que os alunos absorvem melhor o conhecimento transmitido quando há participação dos alunos em atividades experimentais.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2002) na área de Química, a experimentação deve ser estimulada, pois não se deve realizar apenas uma transmissão de conteúdo, ou seja, o aluno escutar e absorver as informações passivamente, isso se deve ao fato de que a experimentação ajuda o aluno na compressão das expressões teóricas e conceituais e ensina a relacioná-las ao cotidiano. A PCNEM estimula uma experimentação que confronte a realidade por meio da resolução de problemas observados e vividos pelos próprios alunos, de forma a explicar os fenômenos vistos.

GUIMARÃES (2009) afirma que a metodologia usada não deve ser na forma de um roteiro a ser seguido, mas sim deixar os alunos observarem os fenômenos observados e explicá-los, pois, esse método permite ao aluno não somente observar uma evidência de reação química. O objetivo da experimentação é testar hipóteses.

GONÇALVES (2005) aponta como vantagens do uso de materiais de baixo custo em sala de aula a fácil aquisição dos reagentes e equipamentos, motivando os

docentes a realizarem práticas de laboratório, a estimulação da criatividade dos professores e dos alunos na montagem do experimento. Entretanto, o autor salienta dois aspectos pouco abordados nos artigos sobre o assunto. Primeiro, a necessidade de tomar cuidado na montagem e na realização da prática com materiais de baixo custo, afim de evitar acidentes. Segundo, o descarte correto dos resíduos, porque mesmo utilizando materiais muitas vezes recicláveis, como garrafas PET e de vidro, o reagente utilizado altera o destino do utensílio.

TEÓFILO; BRAATHEN; RUBINGER (2002) afirmam que por utilizar materiais do cotidiano como amido de milho, vitamina C, a experimentação se aproxima da realidade do aluno, tornando a aula mais interessante ao aluno.

4 METODOLOGIA

Em 4 turmas do 2º ano do ensino médio, duas em colégio público e duas em colégio particular foram realizadas as etapas escritas a seguir.

Em um primeiro momento foi feita uma avaliação investigativa, por meio de um questionário (Anexo A) sobre os conceitos fundamentais de termoquímica, como temperatura, energia, calor, entalpia e cálculos em todas as turmas de segundo ano do ensino médio.

O questionário era composto de 7 perguntas, sendo 4 discursivas e 3 de múltipla escolha. As primeiras referentes ao que o aluno entende pelos conceitos da termoquímica e as objetivas para verificar se o aluno entende como inserir esses conceitos no cotidiano. Após a aplicação do questionário investigativo, as respostas foram analisadas.

Em seguida, em uma turma de 2º ano do ensino médio realizou-se a prática de montagem de um calorímetro de baixo custo e, em seguida, o utilizaram para realizar a prática e durante o experimento os conceitos termoquímicos iam sendo explicados. A outra turma somente teve a teoria em sala de aula.

Após a conclusão da prática, novamente todas as turmas responderam um questionário sobre termoquímica. Os resultados obtidos por todas as turmas foram analisados e discutidos.

O calorímetro de baixo custo escolhido tem por função não ser preciso, pois a vedação não era perfeita e foi desconsiderada a troca de calor entre o meio e o interior do calorímetro, porém o objetivo era facilitar a compreensão do aluno sobre os conceitos termoquímicos e não focar no aspecto quantitativo da termoquímica.

4.1 CONSTRUÇÃO DE UM CALORÍMETRO UTILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Para a montagem do calorímetro foram necessários, por aluno, os seguintes materiais apresentados no quadro 1.

Materiais	Quantidade	Preço (R\$)*
Lata de refrigerante	1	3,50/unidade
Porta latas de isopor	2	0,30 por porta-latas
Termômetro	1	25,00/unidade
Abridor de latas	1	5,00/unidade
Estilete	1	10,00/unidade
Proveta de 100 mL	1	10,00/unidade
Panela para ferver a água	1	-
Ácido Muriático	40 mL	8,00/L
Soda Cáustica	40 mL	8,50/ kg
Ácido Acético	40 mL	19,00/L

Quadro 1: Materiais necessários para a montagem do calorímetro

*Preços médios em farmácias, mercados e lojas de química da região de Curitiba

Para a montagem do calorímetro, primeiramente colocou-se a latinha dentro de um dos porta-latas (Figura 1). O outro porta-latas retirou-se com um estilete (a partir da boca) um pedaço (Figura 2), de modo a não sobrar espaço livre quando encaixar os dois porta-copos em volta da latinha (Figura 3).



Figura 1: Latinha de refrigerante dentro do porta-copos de isopor e a marcação de corte

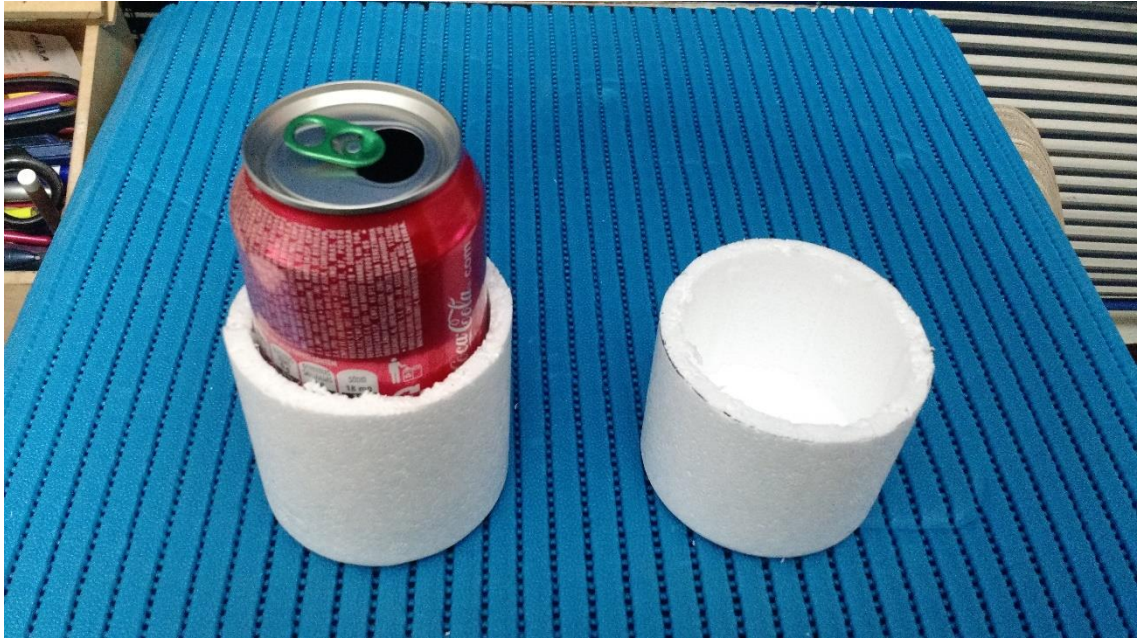


Figura 2: Corta-copos de isopor cortados



Figura 3: Porta-copos devidamente fechado

Furou-se a parte superior do porta-copos para se colocar o termômetro (Figura 4).

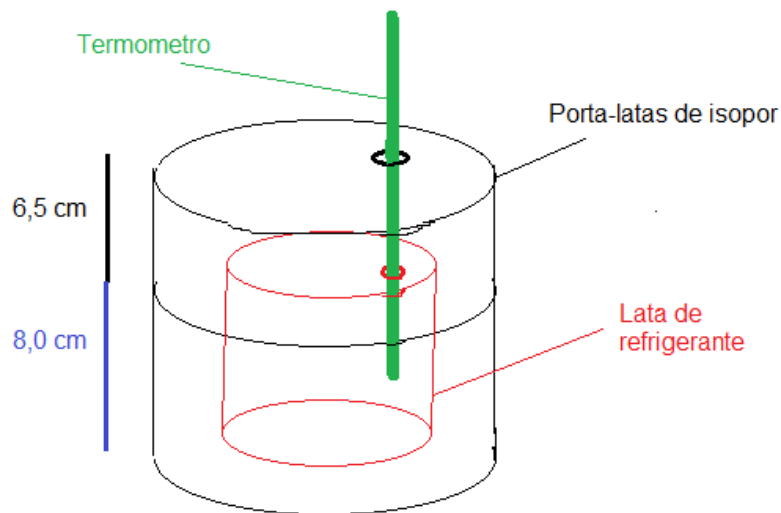


Figura 4: Esquema do calorímetro de baixo custo montado

O objetivo do calorímetro não é medir de forma exata as temperaturas, mas sim ser um facilitador para o aluno entender como funciona a termoquímica e seus conceitos.

4.2 PRÁTICA UTILIZANDO O CALORÍMETRO

Primeiramente, mediu-se a capacidade térmica do conjunto recipiente+água+termômetro. Para isso, pesou-se 100 g de água e colocou-se essa água dentro do calorímetro. Após fechá-lo, esperou-se um tempo e então mediu-se a temperatura do conjunto calorímetro + água+termômetro (T_0).

Em seguida, foi aquecido 100 g de água à temperatura 10°C maior que T_0 , que foi chamado de temperatura T_1 . Depois, essa água quente foi adicionada rapidamente ao calorímetro. Agitou-se até obter o equilíbrio térmico e anotou-se a temperatura observada (T_2).

Desprezando a troca de calor com o meio, podemos dizer que a quantidade de calor ganho é igual a quantidade de calor perdido, então:

$$Q_{\text{ganho}} + Q_{\text{perdido}} = 0 \quad (1)$$

Logo:

$$C_{\text{calorímetro}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O quente}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}}(T_2 - T_0) - m_{\text{H}_2\text{O fria}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}}(T_2 - T_1)}{T_2 - T_0} \quad (2)$$

Onde:

- $m_{\text{H}_2\text{O quente}}$: massa de água quente (dado em gramas)
- $m_{\text{H}_2\text{O fria}}$: massa de água fria (dado em gramas)
- $c_{\text{H}_2\text{O}}$: calor específico da água (1 cal/g.°C)
- $C_{\text{calorímetro}}$: capacidade térmica do conjunto (cal/°C)
- $T_f - T_i$: variação da temperatura (dado em °C)

Após a medição da capacidade térmica do calorímetro, este foi utilizado para realização de dois experimentos para medição do ΔH da reação, entre HCl e NaOH e entre NaOH e ácido acético.

Para a reação entre o HCl e o NaOH, mediram-se 40 mL de cada solução, ambas à 1,0 mol/L, e anotou-se a temperatura de ambos, os quais estão a temperatura ambiente (T_a). Colocou-se o HCl no calorímetro e, em seguida, o NaOH e então agitou-se o calorímetro. Depois, anotou-se a temperatura alcançada (T_f).

Considerou-se novamente que não houve calor trocado entre o meio e a solução, foi montada a Equação 3 para descobrir o valor da entalpia da reação.

$$\Delta H_{\text{reação}} = - \frac{m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}}(T_f - T_a) + C_{\text{calorímetro}}(T_f - T_a)}{n_{\text{H}_2\text{O formado}}} \quad (3)$$

Fonte: PACHECO *et al*, 2008

Para a reação entre o ácido acético e o NaOH, foram realizados os mesmos procedimentos e a mesma equação 3, porém o volume de NaOH não foi de 40 mL como no experimento anterior, mas 5,2 mL, pois foi considerado o grau de ionização do ácido acético, que é de 13% para uma solução de 1 mol/L.

Ambas as reações químicas escolhidas causaram aumento de temperatura e o ΔH das duas reações ficaram próximas de $-55,8 \text{ KJ/mol}$, valor da entalpia de neutralização (ASSUMPÇÃO, 2010).

Durante o experimento foram explicados no quadro negro, utilizando as reações químicas do experimento, os conceitos termoquímicos, como entalpia, temperatura e energia interna e calor.

Explicou-se que entalpia é a energia total do sistema, ou seja, a energia interna mais o trabalho exercido ou realizado sobre o sistema. Energia Interna é a energia das moléculas, ou seja, a soma das energias cinéticas e potencias das moléculas (rotacional, vibracional e translacional). Temperatura é o grau de agitação das moléculas, ou seja, quanto maior a temperatura maior será a energia cinética da molécula e, conseqüentemente, maior a energia interna da molécula.

Foram fornecidos os valores das Entalpias de Formação (Quadro 2) e, utilizando-as, foi determinado o valor teórico da entalpia das reações realizadas.

Composto	$\Delta H_{\text{formação}}$ (kJ/mol)
HCl(aq)	-167,16
NaOH(aq)	-470,11
NaCl(s)	-411,15
H ₂ O(l)	-285,83
CH ₃ COOH(aq)	-485,76
CH ₃ COO ⁻ Na ⁺	-725,84

Quadro 2: Compostos e suas respectivas entalpias de formação.
Fonte: ATKINS, 2006

Explicou-se também sobre a Energia das Ligações, porém nenhum cálculo foi realizado, porque determinadas energias de algumas ligações não foram encontradas na literatura.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DAS PROVAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ DE 2010 A 2014

Foram analisadas as provas objetivas e discursivas do processo seletivo da Universidade Federal do Paraná (UFPR) dos anos de 2010 a 2014.

No vestibular da UFPR na primeira fase (prova objetiva) são cobradas 9 questões objetivas de Química e na segunda fase (prova discursiva) são 10 questões discursivas de Química.

A quantidade de questões de termoquímica, assim como quais conceitos foram abordados, no processo seletivo da UFPR de 2010 a 2014 estão apresentadas no Quadro 3. As questões são mostradas no ANEXO B.

Ano de aplicação da prova	Quantidade de questões sobre termoquímica	Conceitos abordados
2010	1	Temperatura
2011	0	-
2012	1	Temperatura
2013	1	Temperatura
2014	0	-

Quadro 3: Conceitos abordados na 1ª fase do processo seletivo da UFPR

Na primeira fase do processo seletivo da UFPR, foca-se mais em verificar se o aluno consegue interpretar se os fatores mostrados no enunciado causaram diminuição ou aumento da temperatura, seja de forma quantitativa ou qualitativa.

Os conceitos referentes à termoquímica da segunda fase dos anos de 2010 a 2014 do processo seletivo da UFPR estão apresentadas no Quadro 4. As questões estão disponíveis no ANEXO C.

Ano de aplicação da prova	Quantidade de questões sobre termoquímica	Conceitos abordados
2010	1	Temperatura, entalpia de formação
2011	2	Entalpia de combustão, entalpia de formação, entalpia da reação
2012	1	Entalpia de reação
2013	2	Entalpia da ligação, entalpia da reação, Temperatura, calor,
2014	1	Energia de Gibbs

Quadro 4: Conceitos abordados na 2ª fase do processo seletivo da UFPR

Na 2ª fase do processo seletivo da UFPR, há um embasamento maior em termoquímica e o foco maior é em entalpia, porém juntamente às questões era perguntado como a entalpia influenciava o sistema, se aumentava ou diminuía a temperatura do sistema.

Pela análise dos Quadros 3 e 4, observou-se que pelo menos uma questão de termoquímica aparece no vestibular da UFPR, as vezes em uma das fases, mas geralmente em ambas.

Pela análise dos exercícios pode-se afirmar que as questões de Termoquímica exigem do aluno uma boa compreensão dos conceitos termodinâmicos, como entalpia e transferência de calor, pois eram necessárias interpretações não tão triviais do que estava ocorrendo no enunciado, para então organizar os dados e resolver a questão.

5.2 ANÁLISE DAS PROVAS DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO DE 2010 A 2014

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem “por objetivo avaliar o desempenho dos alunos ao fim da educação básica” (INEP).

Segundo o site do INEP, as provas são divididas em quatro áreas do conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Matemáticas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias. A prova do ENEM é constituída por 180 questões objetivas e uma redação, divididas em dois dias de provas.

Nos anos de 2010 a 2012 houve somente uma questão sobre termoquímica em cada prova. Em 2013 e 2014, nenhuma questão sobre o assunto foi abordada. Os conceitos abordados em cada ano estão apresentados no Quadro 5. As questões referentes a cada ano encontram-se no ANEXO D.

Ano de aplicação do ENEM	Quantidade de questões sobre termoquímica	Conceitos abordados
2010	1	Entalpia de combustão, eficiência energética
2011	1	Entalpia de combustão, eficiência energética
2012	1	Eficiência energética
2013	0	-
2014	0	-

Quadro 5: Conceitos abordados no ENEM de 2010 a 2014

O ENEM aborda a termoquímica de uma maneira mais prática, em um enfoque no dia-a-dia, não sendo necessários o uso de cálculos ou qualquer conhecimento sobre os conceitos termoquímicos.

Diversas outras questões relacionavam química e física, pois os conceitos de termodinâmica apareciam diversas vezes em um contexto com uma abordagem física, porém não foram consideradas neste trabalho.

5.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO

O questionário investigativo encontra-se no Anexo A.

A questão 1 perguntava o que os alunos entendiam por Energia. Nesta questão o objetivo era verificar o que os alunos entendiam por Energia. Basicamente quase todas as respostas foram baseadas da Física, a qual diz que energia é a capacidade de realizar trabalho, porém quando perguntado de forma informal na sala de aula qual a definição de Trabalho muitos alunos não souberam responder, demonstrando era uma definição meramente decorada.

A questão 2 se referia a como os alunos entendiam por Calor. Os alunos do colégio particular souberam responder de forma física novamente, ou seja, calor é a energia em trânsito, enquanto muitos dos alunos do ensino público deixaram a questão em branco ou responderam que Calor é o que esquentar algo.

A questão 3 perguntava o que era Entalpia. Foi a questão que teve mais respostas em branco, tanto no particular quanto no público, pois os alunos afirmaram que nunca tinham visto a palavra ou estudado sobre o assunto.

A questão 4 tinha o objetivo de analisar se os alunos que conheciam o assunto lembravam do conceito de entalpia, do sinal das reações exotérmicas e endotérmicas. A maioria dos alunos, tanto do público quanto do particular não lembravam que reações exotérmicas tem entalpia negativa e reações endotérmicas tem entalpia positiva.

As questões 5 e 6 foram baseadas no modelo do ENEM, que cobra o assunto de forma mais prática e interpretativa ao invés da realização de cálculos.

Na questão 5, vários alunos não conseguiram interpretar a questão, perguntando o que seria o ponto de vista energético. Na realização do questionário pós-prática alguns dos sinais foram trocados e vários alunos marcaram como sendo o mais energético o maior valor encontrado, não observando o sinal.

Na questão 6, o aluno deveria entender que para ocorrer a evaporação da água tem que ocorrer absorção de energia, e essa energia era retirada do corpo humano. Como a pergunta do que era um processo exotérmico ou endotérmico foi feita diversas vezes foi explicado rapidamente que exotérmico é quem libera energia e endotérmico quem recebe energia. Novamente, a interpretação dos alunos se deu de forma

defasada, porque muitos alunos focaram na sensação de frio do corpo humano, errando a questão.

A questão 7 perguntava o que era temperatura, a maioria dos alunos do ensino particular respondeu que é a agitação das moléculas, enquanto que no ensino público a questão foi deixada em branco ou que temperatura era estar quente ou frio, verificando que os alunos muitas vezes se baseiam no cotidiano para responder as questões.

5.4 ANÁLISE DA AVALIAÇÃO INVESTIGATIVA SOBRE TERMOQUÍMICA

As turmas analisadas são do 2º ano do ensino médio regular. No colégio particular Marcelino Beraldo, a turma em que não foi feita a prática foi chamada de MBN, com 19 alunos, enquanto a que a prática foi feita foi chamada de MBS, com 10 alunos. No Colégio Estadual Santa Cândida, a turma que não realizou a prática foi chamada de SCN, que continha 30 alunos, e a que realizou de SCS, que continha 29 alunos.

Fotos dos alunos da MBS estão apresentadas no ANEXO E .

Os resultados obtidos da avaliação investigativa foram apresentados no Quadro 2 a seguir.

Avaliação investigativa				
	MBN	MBS	SCN	SCS
% acertos	41,06	48,70	17,59	26,38
% erros	33,81	23,45	39,90	31,66
% branco	25,13	27,85	42,51	41,96

Quadro 6: Comparação da porcentagem de acertos nas avaliações investigativas em cada turma

Pela análise do Quadro 2, observou-se que os alunos do colégio particular apresentaram uma taxa de acerto maior que os alunos do colégio público. Isso pode ser devido a que no colégio particular a cobrança é maior e ocorre desde as primeiras séries, além de que a participação dos pais é mais presente na vida escolar do aluno.

No colégio particular Marcelino Beraldo, por ser um colégio pequeno que atende o bairro, a maioria dos alunos estudam nele desde antes do 5º ano do ensino fundamental.

Os alunos do ensino público tiveram taxas menores de acerto porque no ensino público observa-se um menor interesse dos alunos e, muitas vezes, o aprofundamento sobre determinado assunto é passado de forma superficial. A presença dos pais é baixa na vida escolar do aluno, o qual acaba não sendo estimulado em casa a estudar.

O interesse dos alunos no ensino particular se mostrou maior que no ensino público. No colégio particular, os alunos apresentavam mais atenção no que estava sendo dito, retirando as dúvidas quando surgiam. No colégio público, muitos alunos se mostravam desinteressados, mesmo durante a prática, fazendo conversas paralelas e pedindo para sair da sala de aula. Nas duas salas do ensino público houve alunos que perguntaram quando que usariam na vida o que estava sendo ensinado.

Uma constatação foi que em ambos os colégios vários alunos demonstravam que a prática, mesmo que simples, tornou a aula diferente e que gostariam de outros experimentos.

Em relação a avaliação pós-prática, em todas as turmas houve aumento do número de acertos sobre a correta definição dos conceitos termodinâmicos abordados.

Uma maior diferença entre o antes e o depois da prática foi observada nas turmas do colégio público, visto que antes do projeto aplicado poucos alunos tiveram contato ou interesse nas aulas de física e química, enquanto que no colégio particular, por terem uma base mais fundamentada, a diferença foi menos significativa.

Os resultados sobre o número de acertos antes e após o experimento foram apresentados no Quadro 7.

	% de acertos			
	MBN	MBS	SCN	SCS
Avaliação Investigativa				
(em % de acertos)	41,06	48,70	17,59	26,38
Questionário pós-experimento				
(em % de acertos)	73,02	83,82	26,40	54,57

Quadro 7: Comparação da porcentagem de acertos nas avaliações investigativas e finais em cada turma

Pela análise do Quadro 7, percebe-se que as turmas MBS e SCS tiveram um maior número de acertos em relação as turmas MBN e SCN e que o número de acertos no colégio particular não foi muito diferente entre os que fizeram a prática e os que não a realizaram, porém houve um aumento de quem realizou a prática. No colégio público, a diferença entre quem realizou a prática e quem não a fez foi mais evidente, demonstrando que a experimentação influenciou na fixação do assunto.

No questionário de *feedback* (ANEXO F), a quase totalidade dos alunos responderam que a montagem e o uso do calorímetro contribuíram no entendimento dos conceitos termoquímicos, devido ao fato de descobrirem onde cada conceito se encaixava na prática.

Sobre o que mais atraía os alunos em Química, os experimentos foram a resposta mais marcada e vários alunos relataram verbalmente que a matéria de Química deveria ser no laboratório e que ver a reação “ao vivo”, ou seja, mudanças de cor, geração de fumaça, etc, estimula o aluno a saber porque aquilo está ocorrendo. Em ambos os colégios, tanto público quanto particular, o laboratório é precário, com falta de reagentes e vidrarias, sendo impossível realizar determinados experimentos.

Como ambos os colégios não possuíam laboratório, os alunos que tinham participado de outras práticas eram reduzidos, somente os alunos vindos de outros colégios haviam realizado alguma prática, principalmente na matéria de Física e Biologia, como a montagem de caleidoscópios, astrolábios e células eucariontes e procariontes.

6 CONCLUSÃO

O calorímetro utilizado serviu ao propósito de ensinar aos alunos os conceitos utilizados em termoquímica, podendo então ser utilizado também nas aulas de Física sobre mudanças de estado.

O uso da experimentação se mostrou significativa para chamar a atenção do aluno, fazendo-o se interessar pelo que estava sendo ensinado. A prática realizada teve seu objetivo alcançado, pois verificou-se uma maior fixação do conhecimento por parte dos alunos que realizaram a montagem e posterior uso do calorímetro em relação aqueles que tiveram os conceitos abordados apenas na teoria.

7 REFERÊNCIAS

- ASSUMPÇÃO, M. H. M. T. et al . *Construção de um calorímetro de baixo custo para a determinação de entalpia de neutralização*. Eclét. Quím., São Paulo , v. 35, n. 2, p. 63-69, 2010 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46702010000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 27 maio 2015.
- ATKINS, P. & JONES, L.; *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*; 3 edição, Porto Alegre: Bookman, 2006.
- AZEVEDO, MARIA CRISTINA P. STELLA DE.; *Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula*, São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- BARATIERI, S. M.; BASSO, N. R. de S.; BORGES, R. M. R.; FILHO, J. B da R.; *Opinião dos estudantes sobre a experimentação em Química no Ensino Médio*, Experiências em Ensino de Ciências, V3(3), pp. 19-31, 2008. Disponível em: < http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID64/v3_n3_a2008.pdf >, acesso em 11 abr 2015.
- BARROS, H. L. C. *Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico molecular*, QNEsc, Vol. 31, n. 4 , p. 241-245, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias: PCN + ensino médio*, Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002.
- INEP, *Sobre o Enem*. Acesso em 05/02/2015 às 6h30.
- FONSECA, M.R.M.; *Completamente Química: Química Geral*, São Paulo, 2001.
- GALLAZI, M. do C. & GONÇALVES, F. P.; *A Natureza Pedagógica da Experimentação: Uma Pesquisa na Licenciatura em Química*, Química Nova, vol. 27, nº 2, pp. 326-331, 2004.
- GIORDAN, M.; *O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências*, Química Nova na Escola, nº 10, novembro, 1999.
- GONÇALVES, F. P., *O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos Pedagógicos e Epistemológicos*, Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, março, 2005.
- GUIMARÃES, C. C., *Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa*, Química Nova na Escola, vol. 31, nº 3, agosto, 2009.
- MORTIMER, E. F. & AMARAL, L. O. F.; *Calor e Temperatura no Ensino de Química*, Química Nova na escola, nº 7, maio, 1998.

PACHECO, J. R.; RIBAS, A. S.; MATSUMOTO, F. M.; Equipamentos Alternativos para laboratório de Ensino de Química: Chapa de Aquecimento e Calorímetro, XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008.

SANTANA, E. M. D. *A Influência de Atividades Lúdicas na Aprendizagem de Conceitos Químicos*. Universidade de São Paulo, Instituto de Física - Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – 2006.

SILVA, J. L de P. B.; *Porque Não Estudar Entalpia no Ensino Médio*, Química Nova na Escola, n° 22, novembro, 2005.

SCHNETZLER, R. P.; *A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas*, Química Nova, v. 25, s1, p.14, 2002.

SCHWAHN, M. C. A. & OAIGEN, E. R.; *Objetivos para o Uso da experimentação de Química: A Visão de um Grupo de Licenciandos*, VII Enpec – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências, 2009.

SOUZA, V. C. de A.; *Os desafios da Energia no Contexto da Termoquímica: Modelando uma Nova Idéia para Aquecer o Ensino de Química*, Dissertação de mestrado, Faculdade de Educação, UFMG, 2007.

TEÓFILO, R. F.; BRAATHEN, P. C.; RUBINGER, M. M. M. *Reação relógio iodeto/iodo com material alternativo e de baixo custo*. Química Nova na Escola, n.16, 2002. p.41-44.

ANEXOS

ANEXO A

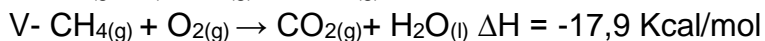
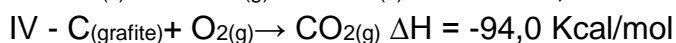
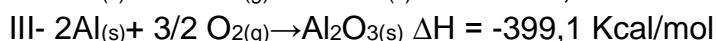
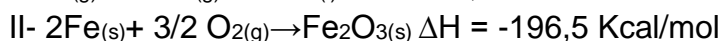
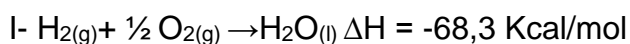
Questionário avaliativo e pós-experimento para os alunos do 2º ano do ensino médio

1. O que você entende por energia?
2. O que você entende por calor?
3. O que você entende por entalpia?
4. (OSEC) Analise as afirmativas abaixo:

- I. Entalpia (H) pode ser conceituada como a energia global de um sistema.
- II. Uma reação exotérmica apresenta ΔH positivo.
- III. O calor de reação de um processo químico será dado por ΔH .

- a) somente I é correta
- b) somente II é correta
- c) somente III é correta
- d) as afirmativas I e II são corretas
- e) as afirmativas I e III são corretas.

5. (PUC-MG) Sejam dadas as equações termoquímicas, todas a 25 °C e 1 atm:



Exclusivamente sob o ponto de vista energético, das reações acima, a que você escolheria como fonte de energia é:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

6. (UFMG-2002) Ao se sair molhado em local aberto, mesmo em dias quentes, sente-se uma sensação de frio. Esse fenômeno está relacionado com a evaporação da água que, no caso, está em contato com o corpo humano. Essa sensação de frio explica-se *CORRETAMENTE* pelo fato de que a evaporação da água

- a) é um processo endotérmico e cede calor ao corpo.
- b) é um processo endotérmico e retira calor do corpo.
- c) é um processo exotérmico e cede calor ao corpo.
- d) é um processo exotérmico e retira calor do corpo.

7. O que você entende por temperatura?

ANEXO B

Questões sobre termoquímica da 1ª fase do processo seletivo da UFPR de 2010 a 2014.

34 - Num experimento, um aluno dissolveu 4,04 g de nitrato de potássio em água a 25 °C, totalizando 40 g de solução salina. Considere que não há perda de calor para as vizinhanças e a capacidade calorífica da solução salina é $4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$. A entalpia de dissolução do nitrato de potássio é $\Delta H = 34,89 \text{ kJ.mol}^{-1}$. Massas molares (g.mol^{-1}): K = 40, N = 14, O = 16.

Com base nos dados fornecidos, a temperatura final da solução será de:

- a) 20,1 °C.
- *b) 16,6 °C.
- c) 33,4 °C.
- d) 29,9 °C.
- e) 12,8 °C.

Figura 5: Questão 34 da prova objetiva de química do processo seletivo da UFPR- 2010/2011

26 - Os principais componentes dos óleos e gorduras são os triacilgliceróis, moléculas formadas a partir do glicerol e dos ácidos graxos, que podem ser saturados ou insaturados. Uma simbologia usual que representa os ácidos graxos se baseia em um sistema alfanumérico iniciado pela letra C, seguido pelo número de átomos de carbono na molécula e o número de ligações duplas entre átomos de carbono. As posições das insaturações na cadeia carbônica são indicadas em seguida após o símbolo Δ .

Ácidos graxos podem ser sólidos ou líquidos em temperatura ambiente e sua temperatura de fusão depende da estrutura e composição da cadeia carbônica. Numere a coluna da direita (em que são indicadas temperaturas de fusão) de acordo com sua correspondência com a da esquerda.

- | | |
|--|-------------|
| 1. Ácido oleico = C18:1- Δ 9. | () +44 °C. |
| 2. Ácido linoleico = C18:2- Δ 9,12. | () -50 °C. |
| 3. Ácido linolênico = C18:3- Δ 9,12,15. | () +14 °C. |
| 4. Ácido araquidônico = C20:4- Δ 5,8,11,14. | () -11 °C. |
| 5. Ácido láurico = C12:0. | () -5 °C. |

Assinale alternativa que apresenta a numeração correta na coluna da direita, de cima para baixo.

- a) 2-4-3-5-1.
- b) 4-2-5-1-3.
- c) 3-1-2-5-4.
- d) 3-4-5-1-2.
- e) 5-4-1-3-2.

Figura 6: Questão 26 da prova objetiva de química do processo seletivo da UFPR- 2012/2013

65 - Em festas e churrascos em família, é costume usar geleiras de isopor para resfriar bebidas enlatadas ou engarrafadas. Para gelar eficientemente, muitas pessoas costumam adicionar sal e/ou álcool à mistura gelo/água. A melhor eficiência mencionada se deve ao fato de que a presença de sal ou álcool:

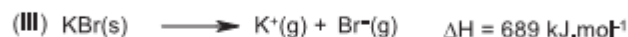
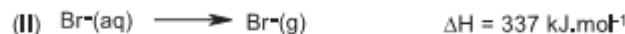
- a) aumenta a taxa de transferência de calor.
- b) abaixa a temperatura do gelo.
- c) aumenta a temperatura de ebulição.
- d) abaixa a temperatura de fusão.
- e) abaixa a dissipação de calor para o exterior.

Figura 7: Questão 65 da prova objetiva de química do processo seletivo da UFPR- 2013/2014

ANEXO C

Questões sobre termoquímica da 2ª fase do processo seletivo da UFPR de 2010 a 2014.

05 - A dissolução de sais pode provocar variações perceptíveis na temperatura da solução. A entalpia da dissolução de KBr(s) pode ser calculada a partir da Lei de Hess. A seguir são fornecidas equações auxiliares e respectivos dados termoquímicos:



Utilizando os dados termoquímicos fornecidos, responda:

- A dissolução do brometo de potássio em água é um processo endotérmico ou exotérmico?
- Qual o valor da entalpia em kJ.mol^{-1} da dissolução do brometo de potássio?
- Ao se dissolver 1 mol de brometo de potássio em 881 g de água a 20°C , qual o valor da temperatura final? Considere que não há troca de calor com as vizinhanças e a capacidade calorífica da solução salina é $4,18 \text{ J.g}^{-1}\text{K}^{-1}$. Dados: $M(\text{g.mol}^{-1})$ K = 39,09; Br = 79,90.

Figura 8: Questão 05 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2010/2011

03 - O presidente Barack Obama anunciou nesta quinta-feira (28) um novo acordo com fabricantes de carros sobre padrões de uso de combustíveis nos Estados Unidos. A medida, que teve o acordo de líderes da Ford, General Motors, Chrysler, Honda e Toyota, prevê dobrar a economia de combustível para 23,4 km por litro até 2025.
(Disponível em: <<http://g1.globo.com/carros/noticia/2011/07/obama-anuncia-novos-padroes-de-consumo-de-combustivel-para-carros.html>> Acesso em 01/08/2011.)

Com relação a essa notícia, faça o que se pede:

- Escreva a equação química balanceada da reação de combustão do octano.

Figura 9: Questão 03 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2011/2012

09 - O fluoreto de magnésio é um composto inorgânico que é transparente numa larga faixa de comprimento de onda, desde 120 nm (região do ultravioleta) até $8 \mu\text{m}$ (infravermelho próximo), sendo por isso empregado na fabricação de janelas óticas, lentes e prismas.

Dados:

	$\Delta_{\text{form}}H^\circ (\text{kJ.mol}^{-1})$
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$	-467
$\text{F}^-(\text{aq})$	-335
$\text{MgF}_2(\text{s})$	-1124



- Escreva as equações químicas associadas às entalpias de formação fornecidas na tabela e mostre como calcular a entalpia da reação de formação do fluoreto de magnésio a partir de seus íons hidratados, utilizando a Lei de Hess.
- Calcule a entalpia para a reação de formação do fluoreto de magnésio a partir de seus íons hidratados (equação a seguir), com base nos dados de entalpia de formação padrão fornecidos.

Figura 10: Questão 09 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2011/2012

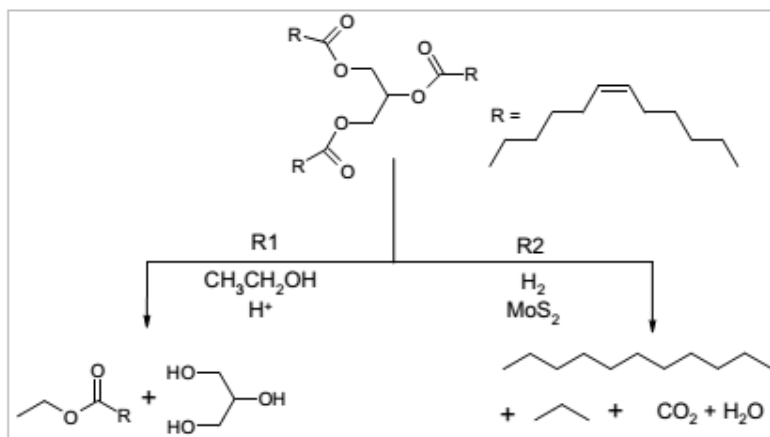
04 - Fullerenos são compostos de carbono que podem possuir forma esférica, elipsóide ou cilíndrica. Fullerenos esféricos são também chamados buckyballs, pois lembram a bola de futebol. A síntese de fullerenos pode ser realizada a partir da combustão incompleta de hidrocarbonetos em condições controladas.

- Escreva a equação química balanceada da reação de combustão de benzeno a C_{60} .
- Fornecidos os valores de entalpia de formação na tabela a seguir, calcule a entalpia da reação padrão do item a.

Espécie	ΔH° (kJ.mol ⁻¹)
H ₂ O(l)	-286
C ₆ H ₆ (l)	49
C ₆₀ (s)	2327

Figura 11: Questão 04 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2012/2013

04 - Óleos vegetais, constituídos por triacilgliceróis (triéster de glicerol e ácidos carboxílicos de cadeia alquílica longa), são matérias primas em diversos setores. O óleo vegetal pode ser submetido à reação de transesterificação com álcool etílico, na presença de catalisador ácido (R1 do esquema), formando glicerol e ácidos graxos, que corresponde ao biodiesel, ou à reação de hidrogenação (R2), na presença de catalisador de MoS₂, levando à formação de uma mistura de alcanos, gás carbônico e água. No esquema simplificado a seguir, estão ilustrados estes dois processos em reações não balanceadas. A fim de simplificação foi considerado um triacilglicerol imaginário e que as reações R1 e R2 formam apenas os produtos indicados.



Dados: Entalpia média de ligação (kJ.mol⁻¹)

C-H	413
C-C	348
C-O	358
O-H	463
C=C	614
C=O	799
O=O	495

Massa molar (g/mol): C=12, O=16, H = 1

- Do ponto de vista de poder calorífico, isto é, a quantidade de energia (por unidade de massa) liberada na oxidação de um determinado combustível, qual dos processos (R1 ou R2) gera um melhor combustível? Justifique.
- Por meio das entalpias de ligação, calcule a entalpia de combustão do propano.

Figura 12: Questão 04 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2013/2014

05 - Uma matéria intitulada "Água que não molha" foi veiculada em portais de notícias da internet em 2012. Na realidade o composto mencionado nas notícias se tratava de uma fluorcetona aplicada na proteção contra incêndios. A fluorcetona em questão possui baixa molhabilidade (tendência do líquido em espalhar ou aderir sobre uma superfície) e, portanto possui grande vantagem na extinção de fogo preservando o material local. Isso é de grande interesse em centros de processamento de dados, museus e bibliotecas. A eficiência de um fluido em extinguir o fogo deve-se ao seu calor específico. Ao entrar em contato com a chama, o vapor gerado remove o calor da chama, extinguindo o fogo.

A seguir são fornecidos dados de três fluidos.

Fluido	Massa molar (g.mol ⁻¹)	Calor específico kJ.kg ⁻¹ .°C ⁻¹
Fluorcetona - vapor CF ₃ CF ₂ C(O)CF(CF ₃) ₂	316	0,9
Água - vapor	18	2,0
Nitrogênio	28	1,0

(Disponível em <<http://terratv.terra.com.br/Noticias/Ciencia-e-Tecnologia/4195-446969/Agua-que-nao-molha-e-apresentada-por-cientistas-da-Espanha.htm>>. Acesso em dez. 2012.)

- a) Coloque os fluidos em ordem crescente de eficiência em extinguir chamas, por quantidade de matéria.

_____ < _____ < _____

- b) Em um comparativo, volumes iguais de fluoracetona e de nitrogênio são utilizados para diminuir a mesma variação de temperatura de uma chama. Calcule a razão entre as variações de calor entre a situação que utilizou fluoracetona e que utilizou nitrogênio. Admita que os fluidos se comportem como gases ideais e que não há variação no calor específico.

Figura 13: Questão 05 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2013/2014

10 - A reação de termita, esquematizada, é uma importante reação fortemente exotérmica, explorada nas mais diversas aplicações, desde experimentos didáticos à utilização como solda em grandes peças metálicas.



- a) Ao misturar os reagentes dessa reação, qual a massa necessária de alumínio para reagir 16 g de Fe₂O₃?
- b) Calcule a variação de energia livre da reação de termita a 1600 °C.

Dados: M(g.mol⁻¹): Al = 27; Fe = 56; O = 16

Reação	$\Delta G_{T=1600^\circ\text{C}}$ (kJ mol ⁻¹)
$\frac{4}{3}\text{Al} + \text{O}_2 \longrightarrow \frac{2}{3}\text{Al}_2\text{O}_3$	-800
$2\text{Fe} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{FeO}$	-325
$6\text{FeO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4$	-168
$4\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow 6\text{Fe}_2\text{O}_3$	-90

Figura 14: Questão 10 da prova discursiva de química do processo seletivo da UFPR- 2014/2015

ANEXO D

Questões referentes à termoquímica em cada ano do ENEM**Questão 69**

No que tange à tecnologia de combustíveis alternativos, muitos especialistas em energia acreditam que os alcoóis vão crescer em importância em um futuro próximo. Realmente, alcoóis como metanol e etanol têm encontrado alguns nichos para uso doméstico como combustíveis há muitas décadas e, recentemente, vêm obtendo uma aceitação cada vez maior como aditivos, ou mesmo como substitutos para gasolina em veículos. Algumas das propriedades físicas desses combustíveis são mostradas no quadro seguinte.

Álcool	Densidade a 25 °C (g/mL)	Calor de Combustão (kJ/mol)
Metanol (CH ₃ OH)	0,79	-726,0
Etanol (CH ₃ CH ₂ OH)	0,79	-1367,0

BAIRD, C. Química Ambiental. São Paulo: Artmed, 1995 (adaptado).

Dados: Massas molares em g/mol: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

Considere que, em pequenos volumes, o custo de produção de ambos os alcoóis seja o mesmo. Dessa forma, do ponto de vista econômico, é mais vantajoso utilizar

- a metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 22,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.
- b etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 29,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.
- c metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 17,9 MJ de energia por litro de combustível queimado.
- d etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 23,5 MJ de energia por litro de combustível queimado.
- e etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 33,7 MJ de energia por litro de combustível queimado.

Figura 15: Questão 69 da prova azul do ENEM 2010

QUESTÃO 50

Um dos problemas dos combustíveis que contêm carbono é que sua queima produz dióxido de carbono. Portanto, uma característica importante, ao se escolher um combustível, é analisar seu calor de combustão (ΔH_c°), definido como a energia liberada na queima completa de um mol de combustível no estado padrão. O quadro seguinte relaciona algumas substâncias que contêm carbono e seu ΔH_c° .

Substância	Fórmula	ΔH_c° (kJ/mol)
benzeno	C_6H_6 (l)	-3 268
etanol	C_2H_5OH (l)	-1 368
glicose	$C_6H_{12}O_6$ (s)	-2 808
metano	CH_4 (g)	-890
octano	C_8H_{18} (l)	-5 471

ATKINS, F. *Princípios de Química*. Bookman, 2007 (adaptado).

Neste contexto, qual dos combustíveis, quando queimado completamente, libera mais dióxido de carbono no ambiente pela mesma quantidade de energia produzida?

- A Benzeno.
- B Metano.
- C Glicose.
- D Octano.
- E Etanol.

Figura 16: Questão 50 da prova azul do ENEM 2011

QUESTÃO 59

No Japão, um movimento nacional para a promoção da luta contra o aquecimento global leva o *slogan*: **1 pessoa, 1 dia, 1 kg de CO₂ a menos!** A ideia é cada pessoa reduzir em 1 kg a quantidade de CO₂ emitida todo dia, por meio de pequenos gestos ecológicos, como diminuir a queima de gás de cozinha.

Um hambúrguer ecológico? É pra já! Disponível em: <http://lqes.igim.unicamp.br>. Acesso em: 24 fev. 2012 (adaptado).

Considerando um processo de combustão completa de um gás de cozinha composto exclusivamente por butano (C_4H_{10}), a mínima quantidade desse gás que um japonês deve deixar de queimar para atender à meta diária, apenas com esse gesto, é de

Dados: CO₂ (44 g/mol); C₄H₁₀ (58 g/mol)

- A 0,25 kg.
- B 0,33 kg.
- C 1,0 kg.
- D 1,3 kg.
- E 3,0 kg.

Figura 17: Questão 59 da prova azul do ENEM 2012

ANEXO E

Fotos dos alunos da MBS



Figura 18: Foto da sala MBS



Figura 19: Foto de um aluno da MBS



Figura 20: Foto da sala MBS



Figura 21: Foto de um aluno da MBS

ANEXO FQuestionário de feedback do aluno

A montagem e uso do calorímetro ajudou a entender os conceitos anteriormente citados? Justifique.

O que mais te chama a atenção nas aulas de Química?

- () A matéria é interessante
- () Experimentos e atividades variadas
- () A relação do conteúdo com assuntos que fazem parte do cotidiano
- () Outros, como:.....

Você já havia aprendido algo na escola por meio de um experimento?

- () Sim. Na(s) seguinte(s) disciplina(s):.....
- () Não

Para você o ensino por meio de experimentos foi? Justifique.

- () Desestimulante
- () Interessante
- () Motivador
- () Difícil

Você acredita que, devido ao experimento, a fixação do conteúdo se tornou mais fácil?

- () Sim
- () Não

Você gostaria que outros assuntos de Química fossem ensinados por meio de experimentos?

- () Sim
- () Não