



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
Mestrado Profissional

ANA PAULA SABINO OLIVEIRA

A TERMOQUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA INVESTIGAÇÃO COM
LICENCIANDOS EM QUÍMICA

UBERLÂNDIA
2017

ANA PAULA SABINO OLIVEIRA

**A TERMOQUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA INVESTIGAÇÃO COM
LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do Grau de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Deividi Marcio Marques

**UBERLÂNDIA
2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

O48t
2017 Oliveira, Ana Paula Sabino, 1990-
 A termoquímica na educação básica : uma investigação com
 licenciandos em química / Ana Paula Sabino Oliveira. - 2017.
 117 f. : il.

Orientador: Deividi Márcio Marques.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.42>

Inclui bibliografia.

1. Ciência - Estudo ensino - Teses. 2. Termodinâmica - Estudo e
ensino (Ensino fundamental) - Teses. 3. Química - Termodinâmica -
Teses. 4. Química - Formação de professores - Teses. I. Marques,
Deividi Márcio. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 50:37

Glória Aparecida – CRB-6/2047

ANA PAULA SABINO OLIVEIRA

**A TERMOQUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA INVESTIGAÇÃO COM
LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Uberlândia.

Uberlândia, ____ de _____ de 2017

Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Deividi Marcio Marques
Orientador
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dra. Alexandra Epoglou
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dra. Sabrina Dias Ribeiro
Instituto Federal do Triângulo Mineiro

Dedico esse trabalho com muito amor aos meus pais, *Maria Aparecida* e *Donizeti*. Espero que um dia eu consiga retribuir todo carinho e dedicação. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Donizeti e Maria Aparecida, pelo amor, apoio e incentivo, sem eles eu não teria chegado aqui.

Ao Prof. Dr. Deividi Marcio Marques pela dedicação constante, compreensão nos momentos de ausência, paciência e competência na orientação deste trabalho.

À Prof. Dra. Alexandra Epoglou pela participação na banca do exame de qualificação e por aceitar novamente trazer contribuições para finalização deste estudo. Mas, também por fazer parte da minha formação docente.

Ao Prof. Dr. José Gonçalves Teixeira Júnior, pela participação na banca do exame de qualificação. Mas, também por contribuir diretamente para a minha formação docente desde 2009.

À Prof. Dra. Sabrina Dias Ribeiro, por aceitar trazer contribuições para finalização deste trabalho.

À Aline, minha amiga de graduação, pós-graduação e de confidências, que juntas terminamos mais uma etapa. Sem dúvidas, você foi uma pessoa fundamental na minha formação. Obrigada por sempre me apoiar, ajudar, aconselhar e incentivar.

À minha amiga Tatiane, pelo apoio constante na escola em que trabalhamos, obrigada por sempre me incentivar e ajudar, mesmo depois de estarmos em escolas diferentes.

À minha amiga Cinara pela companhia durante as viagens à Uberlândia, foram muitas risadas. E a todos meus amigos que de alguma forma me apoiaram.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, em especial ao Prof. Dr. Milton Auth e Prof. Dra. Débora Coimbra, pelas caronas no deslocamento entre Ituiutaba/Uberlândia.

“Ninguém começa a ser professor numa certa terça-feira às 4 horas da tarde... Ninguém nasce professor ou marcado para ser professor. A gente se forma como educador permanentemente na prática e na reflexão sobre a prática”.

(Paulo Freire)

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo investigar o ensino da termoquímica na educação básica. Consideramos que a forma como este assunto vem sendo trabalhado nas aulas Química, necessita ser repensada, buscando uma abordagem diferenciada deste tema, de maneira que se tenha uma discussão dos aspectos macro e submicroscópicos envolvidos nos processos endotérmicos e exotérmicos. Desse modo, essa pesquisa consiste em uma análise qualitativa realizada com alunos em formação inicial (bolsistas do PIBID), no intuito de verificar o entendimento destes em relação aos aspectos submicroscópicos da termoquímica. Assim sendo, inicialmente foi aplicado um questionário, para docentes da educação básica e estudantes da licenciatura em Química, com o objetivo de diagnosticar a compreensão destes em relação ao tema. Esse diagnóstico direcionou para o desenvolvimento do Grupo Focal, de modo que as questões foram retomadas durante a discussão proposta nesse grupo. Para coleta de dados, as discussões do Grupo Focal foram gravadas e transcritas para posterior análise. Nesse sentido, acreditamos que a realização dessa etapa se mostrou imprescindível, na discussão conceitual e metodológica acerca da termoquímica, possibilitando evidenciar algumas fragilidades conceituais em relação às energias envolvidas nas transformações físicas e químicas. Acredita-se que essas fragilidades muito se deve a fragmentação dos conceitos químicos, uma vez que nas discussões fez-se necessário a retomada de outros conceitos como, por exemplo, estados de físicos da matéria, mudanças de estados de físicos, conceito de ligação e reação química. Outro fator relacionado às dificuldades é à desarticulação dos níveis do conhecimento químico: o fenomenológico, o teórico e o representacional. Assim, a pesquisa contribuiu para a formação inicial dos licenciandos e continuada da pesquisadora.

Palavras-chave: *Termoquímica, Ensino, Aspectos macroscópicos e submicroscópicos.*

ABSTRACT

The present work aims to investigate the teaching of Thermochemistry in basic education. We consider that the way this subject has been worked on in Chemistry classes needs to be rethought, seeking a differentiated approach to this subject, in order to have a discussion of the macro and submicroscopic aspects involved in the endothermic and exothermic processes. Thus, this research consists of a qualitative analysis carried out with initial students (PIBID scholars) in order to verify their understanding of the submicroscopic aspects of Thermochemistry. Therefore, a questionnaire was initially applied to teachers of basic education and undergraduate students in Chemistry, in order to diagnose their understanding of the subject. This diagnosis was directed towards the development of the Focus Group, so that the issues were retaken during the discussion proposed in this group. For data collection, the discussions of the Focus Group were recorded and transcribed for further analysis. In this sense, we believe that the realization of this stage was essential, in the conceptual and methodological discussion about Thermochemistry, making it possible to show some conceptual weaknesses regarding the energies involved in the physical and chemical transformations. It is believed that these fragilities are due to the fragmentation of chemical concepts, since in the discussions it was necessary to retake other concepts, such as states of physicits of matter, changes of states of physicits, concept of connection and chemical reaction. Another factor related to the difficulties is the disarticulation of the levels of chemical knowledge: the phenomenological, the theoretical and the representational. Thus, the research contributed to the initial and continued formation of the graduates and of the researcher.

Keywords: *Thermochemistry, Teaching, Macroscopic and submicroscopic aspect.*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1- REVISÃO DA LITERATURA	15
1.1- Ensino de Química na Educação Básica.....	15
1.2- Formação Docente	18
1.3- Sobre a Termoquímica	20
1.3.1- Algumas Considerações sobre a Termoquímica	21
1.3.2- A Termoquímica nos Documentos Oficiais.	25
1.3.3- Algumas Pesquisas sobre a Termoquímica	28
2- METODOLOGIA	35
2.1- Metodologia de análise dos dados	37
2.2- Aplicação do Questionário	38
2.3- O Grupo Focal	39
3- ANÁLISE DOS DADOS	42
3.1- Análise do Questionário	42
3.2- Análise do Grupo Focal.....	47
4- ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE PROPOSTAS DE EXPERIMENTOS	76
4.1- Experimento 1: Identificação de processos endotérmicos e exotérmicos	77
4.2- Experimento 2: Reação Química exotérmica.....	82
4.3- Experimento 3: Carbonização do Açúcar	85
5- CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE I: Jogo elaborado/adaptado em uma disciplina da graduação	94
APÊNDICE II: Questionário aplicado	98
APÊNDICE III: Roteiro Problemizador do Grupo focal.....	99
APÊNDICE IV: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	101
APÊNDICE V: Questionário complementar do Grupo Focal	102

INTRODUÇÃO

O interesse por investigar a termoquímica surgiu a partir de algumas experiências vivenciadas durante o curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal/Universidade Federal de Uberlândia e pela atuação como bolsista do PIBID¹ (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) - subprojeto/Química Pontal.

A termoquímica sempre me deixava com algumas dúvidas, pois nem sempre compreendia os fenômenos ocorridos. Durante o Ensino Médio, as aulas de termoquímica foram apenas para dar uma noção deste conteúdo para os estudantes, abordando de maneira superficial a diferenciação dos processos endotérmicos e exotérmicos e a aplicação da Lei de Hess. Foi na graduação que estudei de forma mais aprofundada este assunto, porém na maioria das vezes me via decorando os conceitos, principalmente, a identificação dos processos endotérmicos e exotérmicos, por meio do valor da variação de entalpia, não entendendo de fato os fenômenos envolvidos em tais processos.

Na graduação, fui colocada frente a alguns desafios em relação a esse tema. O primeiro foi em uma das primeiras disciplinas que discute os conhecimentos pedagógicos no curso de licenciatura em Química, aproximadamente no terceiro período. Nessa disciplina deveríamos escolher um tema e apresentar como seria uma aula sobre esse assunto. Como o tema era livre e a termoquímica já me deixava intrigada, justamente por sentir dificuldades de entender os seus conceitos, escolhi trabalhar com esse assunto. No entanto, me recordo que na época, minha preocupação era voltada em classificar os processos endotérmicos e exotérmicos mediante a variação de entalpia. Os aspectos submicroscópicos ainda não me deixavam intrigada. Já em outra disciplina pedagógica, que discutia metodologias no ensino de Química, fui sorteada com esse tema, sendo que deveria trabalhá-lo com o jogo didático como metodologia de ensino. No dia do sorteio, me senti muito sortuda, pois já trabalhava com jogos nas atividades do PIBID, porém, quando fui discutir com o professor da disciplina e apresentar as minhas ideias para elaboração do jogo, ele me lançou o desafio de aplicar um jogo que havia sido publicado em uma revista, para que eu pudesse relatar para os colegas essa experiência. Confesso que não foi uma tarefa fácil, mas foi uma experiência incrível, onde pude expor meu lado crítico ao propor algumas adaptações no jogo (Apêndice I).

¹ “O Pibid é uma iniciativa para o aperfeiçoamento e a valorização da formação de professores para a educação básica. O programa concede bolsas a alunos de licenciatura participantes de projetos de iniciação à docência desenvolvidos por Instituições de Educação Superior (IES) em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino. Os projetos devem promover a inserção dos estudantes no contexto das escolas públicas desde o início da sua formação acadêmica para que desenvolvam atividades didático-pedagógicas sob orientação de um docente da licenciatura e de um professor da escola”. Disponível em:< <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid>>.

Além disso, a oportunidade de participar do PIBID me proporcionou diversas experiências, dentre elas, o estudo do livro didático de Química adotado pelas escolas parceiras, a análise de artigos científicos e trabalhos publicados em anais de eventos. Ainda, o acompanhamento da rotina do trabalho do professor, analisando os conteúdos ministrados, os materiais didáticos utilizados, a dinâmica da sala de aula e os processos avaliativos. Além da realização de pesquisas e o planejamento de ações para as diferentes séries do Ensino Médio.

Com isso, durante o acompanhamento de aulas referentes ao conteúdo de termoquímica, foi analisado o capítulo do livro didático deste assunto, o qual permitiu uma reflexão sobre os fenômenos submicroscópicos envolvidos nesse assunto e, desse modo, uma melhor compreensão deste conteúdo. A partir dessas atividades, foi realizada uma pesquisa (NEVES; OLIVEIRA; TEIXEIRA JÚNIOR, 2013, 2015) com alunos do Ensino Médio, no intuito de verificar as dificuldades conceituais dos mesmos em relação ao conteúdo da termoquímica. Assim, averiguamos que os estudantes tinham dificuldade de diferenciar processos endotérmicos e exotérmicos, apresentando na maioria das vezes concepções errôneas em suas justificativas. Dificuldades estas, que podem estar relacionadas à forma como esse tema foi abordado, ou seja, o conteúdo era apresentado com conceitos prontos, sem fazer com que os alunos pensassem e interpretassem os fenômenos, restando a eles a mera memorização de conceitos (NEVES; OLIVEIRA; TEIXEIRA JÚNIOR, 2013, 2015).

Nesse sentido, considera-se que a maneira com que esse conteúdo vem sendo trabalhado nas aulas de Química, precisa ser repensada, buscando uma abordagem diferenciada para o ensino deste tema, de forma que as aulas gerem uma discussão dos aspectos macro e submicroscópicos envolvidos nos processos endotérmicos e exotérmicos, e proporcionem aos discentes uma participação ativa na construção de seus conhecimentos. Pois, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, “o ensino de Química tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo deste quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos” (BRASIL, 2000, p. 32).

Atualmente exerço a carreira docente, trabalhando com turmas de Ensino Médio em Escolas da Rede Pública. Durante o planejamento de aulas, sempre surgiram dúvidas, quanto à organização metodológica e em relação aos conceitos que devem ser abordados na educação básica. E para termoquímica não é diferente, assim, por sentir dificuldades em trabalhar os conceitos tratados na termoquímica no Ensino Médio, escolhi este tema para estudo a fim de aprimorar a minha dinâmica em sala de aula e contribuir para a formação de outros profissionais e buscar melhorar a aprendizagem sobre o conteúdo. Pois assim, como destaca

Miranda, Suart e Marcondes (2015) é necessário que o docente reflita além de sua formação, mas que também analise o currículo, as metodologias, o ensino, visto que essa análise influenciará no desenvolvimento e na capacidade reflexiva crítica de seu trabalho.

Ainda Schnetzler (2002) ressalta que é necessário por parte dos professores um contínuo aprimoramento profissional, sempre refletindo criticamente a sua prática pedagógica. Além disso, essa autora afirma que “a melhoria efetiva do processo de ensino-aprendizagem em Química acontece por intermédio da ação do professor, uma vez que o fenômeno educativo é complexo e singular, não cabendo receitas prontas produzidas por terceiros” [...] (SCHNETZLER, 2002, p. 15). No entanto, se torna importante buscar as contribuições de pesquisas que vem sendo realizada no Ensino de Química, utilizando-as na busca da melhoria do ensino e aprendizagem, de forma que o professor atue como pesquisador da sua própria prática docente (SCHNETZLER, 2002).

Assim, ingressar no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM)² - Mestrado Profissional, me proporcionou momentos de ricas discussões, onde foi possível refletir sobre o papel do professor, os conceitos químicos e as diferentes metodologias. Em uma disciplina do programa, a qual discutia o ensino de conceitos químicos, tivemos debates relacionados a compreensão do nível submicroscópico relacionados a diversos conceitos como, por exemplo, eletroquímica e equilíbrio químico. Tais debates, me deixou ainda mais inquietada no que se refere a esse nível do conhecimento químico.

Repensar a abordagem da termoquímica que não dê ênfase apenas aos aspectos quantitativos, mas também nos aspectos qualitativos e submicroscópicos desse assunto decorre ainda por acreditar, assim como Echeverría (1996, p. 15) “que uma compreensão adequada dos fatos químicos dá-se no nível microscópico”. Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais destacam que um melhor entendimento das transformações abrange “a busca de explicações para os fatos estudados, recorrendo-se a interpretações conforme modelos explicativos microscópicos” (BRASIL, 2000, p. 33).

Desse modo, no ensino da termoquímica julgamos importante, a utilização de uma abordagem que possibilite a compreensão dos aspectos relacionados à quebra e formação de

² O PPGECM tem como objetivos gerais: “I – proporcionar formação continuada a profissionais qualificados para o exercício da prática profissional avançada e transformadora de procedimentos no ensino das Ciências ou da Educação Matemática, visando atender demandas sociais, organizacionais ou profissionais e do mercado de trabalho; II – formar mestres comprometidos com a difusão do conhecimento em educação científica e tecnológica para o exercício em instituições de ensino de todos os níveis de escolaridade e em outros campos onde sejam possíveis trabalhos em educação científica e tecnológica”. Disponível em: <<http://www.ppgcem.ufu.br/inicio>>.

ligações, essenciais em toda transformação química, contemplando a explicação do saldo energético final da transformação, caracterizando assim o processo como endotérmico ou exotérmico (SOUZA, 2007), bem como compreender a energia envolvida nas mudanças de estado físico.

Por isso, defendemos uma reflexão sobre a abordagem da termoquímica que não dê ênfase apenas aos aspectos quantitativos, mas também nos aspectos qualitativos e submicroscópicos.

A partir dessas experiências e dos resultados obtidos com a realização da pesquisa já mencionada, surgiram alguns questionamentos: *Quais as dificuldades dos alunos de um curso de graduação em Química - Licenciatura e dos professores da Educação Básica em relação ao ensino de termoquímica? Se existem dificuldades no ensino e aprendizagem da termoquímica, como superá-las?*

Nesse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo geral:

- Verificar as dificuldades no entendimento dos conceitos em termoquímica nos professores em formação inicial e também nos professores em exercício.

E como objetivos específicos:

- Analisar se os alunos da graduação consideram os aspectos submicroscópicos da termoquímica na abordagem desse conteúdo;
- Verificar o conhecimento dos graduandos em relação aos recursos metodológicos sobre termoquímica;
- Verificar a opinião dos estudantes de graduação sobre a abordagem da termoquímica explorando seus fenômenos em nível submicroscópico, se eles consideram uma alternativa para melhorar o entendimento dos alunos sobre este conteúdo.

No intuito de responder esses questionamentos, o trabalho foi organizado da seguinte maneira:

No primeiro capítulo, intitulado *Revisão da literatura*, faz-se uma explanação sobre o ensino da química, abordando ainda pontos sobre a formação inicial. Além de apresentar algumas considerações sobre a termoquímica e trazer um levantamento de outras pesquisas desenvolvidas sobre o tema.

Já no segundo capítulo, *Metodologia*, será descrita os procedimentos metodológicos utilizados como coleta de dados, os critérios de análise desse estudo, bem como uma identificação dos sujeitos de pesquisa.

A *análise dos dados* é apresentada no terceiro capítulo desse estudo, abrangendo a análise do questionário aplicado como diagnóstico inicial e a análise categorizada do Grupo Focal.

No quarto capítulo são feitas *Algumas considerações sobre propostas de experimentos*, dando sugestões de atividades experimentais que abordem os aspectos submicroscópicos da termoquímica e inter-relacione os três níveis do conhecimento químico.

O quinto capítulo *Considerações finais*, finaliza o texto apresentando as considerações sobre o estudo desenvolvido.

1- REVISÃO DA LITERATURA

Nessa parte do estudo busca-se apresentar uma explanação em relação ao ensino de Química na educação básica e sobre a formação docente. Além disso, são apresentadas algumas considerações sobre a termoquímica, abordando outras pesquisas desenvolvidas sobre o tema.

1.1- Ensino de Química na Educação Básica

Sabemos que o ensino da Química deve possibilitar um programa conceitual adequado para atender as necessidades dos indivíduos, gerando situações favoráveis à superação de possíveis dificuldades conceituais, buscando o desenvolvimento dos estudantes (MINAS GERAIS, 2007). Além disso, é importante que na constituição de um pensamento químico sejam considerados “alguns aspetos que dizem respeito à relação entre contextos/conceitos, conteúdos e a sua forma de articulação dos diversos níveis de conhecimento químico” (MACHADO, 2014, p. 149).

Uma vez que segundo Santos e Maldaner (2011) ensinar Química no Ensino Médio,

significa instrumentalizar os cidadãos brasileiros com conhecimentos químicos para que tenham uma inserção participativa no processo de construção de uma sociedade científica e tecnológica comprometida com a justiça e a igualdade social. Isso exige uma seleção rigorosa de conteúdos, desenvolvimento de processos de mediação que propiciem o desenvolvimento cognitivo para a aprendizagem de ferramentas culturais para a participação efetiva na sociedade e, sobretudo, o desenvolvimento de valores comprometidos com a sociedade brasileira (SANTOS; MALDANER, 2011, p. 14).

Além de que as propostas recentes no ensino de Química apontam para a necessidade de desenvolver atividades em que os alunos tenham um envolvimento ativo, de modo que as interações professor-aluno e aluno-aluno sejam valorizadas, dando possibilidades para os estudantes se expressarem sobre a maneira que veem o mundo, o que pensam a respeito, como se dá compreensão dos conceitos, bem como quais são as dificuldades apresentadas (SOUZA; JUSTI, 2011).

Assim, cabe ao docente a reflexão da maneira de se ensinar Química, contribuindo para a formação cidadã dos alunos. Uma vez que os alunos comumente consideram a disciplina Química como sendo uma das mais difíceis, o que pode estar relacionada com o fato dessa disciplina, na maioria das vezes, necessitar da abstração como uma das alternativas de ensino (MARQUES, 2006).

Neste sentido, Zanon e Palharini (1995) ressaltam que no processo de ensino dos conceitos químicos, observa-se uma dificuldade entre os alunos quanto à aprendizagem dessa Ciência, considerada abstrata, principalmente no que tange a linguagem específica, bem como o significado e aplicação de alguns conceitos. Com isso, o ensino de Química deve ser pautado em assuntos que façam sentido e despertem o interesse e a curiosidade dos alunos, de forma que se consiga uma formação de cidadãos críticos e reflexivos.

Desse modo, considera-se a Química como

um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002, p. 87).

No entanto, a alfabetização científica está além de meramente compreender os conhecimentos do dia-a-dia. “É preciso sistematizar o pensamento de maneira lógica e assistir a construção de um conhecimento crítico do mundo que nos cerca, ou seja, é necessário entender as expressões pela qual ele é refletido” (CHASSOT, 2010 *apud* MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015, p. 557).

Segundo Mortimer, Machado e Romanelli (2000), na Química os objetos de estudo são os materiais e as substâncias, suas propriedades e sua constituição, bem como suas transformações. Assim, é útil, didaticamente, fazer-se uma distinção dos três aspectos do conhecimento da Química: o fenomenológico, o teórico e o representacional.

Assim, o aspecto fenomenológico (macroscópico) relaciona-se aos fenômenos de relevância da Química, por exemplo, os concretos e visíveis, ou até mesmo os não visíveis, mas que podem ser detectados por alguma técnica. Ressalta-se ainda que o fenomenológico não esteja delimitado a fatos que podem ser reproduzidos no laboratório, estes podem estar inseridos na atividade social. E é essa inserção que dá “significação para a Química do ponto de vista do aluno. São as relações sociais que ele estabelece através dessa ciência que mostram que a Química está na sociedade, no ambiente” (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 276). Com isso, pode contribuir para formação de habilidades, a exemplo do controle de variáveis, análise de resultados, elaboração de gráficos e tabelas, entre outros (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Já o teórico (submicroscópico) diz respeito às “informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc.”

(MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 276). E o representacional relaciona-se com a linguagem química, ou seja, a natureza simbólica que facilita a comunicação por meio da linguagem científica, a exemplo, das fórmulas e equações químicas e, a representação de modelos (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Justi (2011) ressalta que a Química é considerada uma ciência muito complexa para os alunos, pois temos vários fenômenos que podem ser observados no nível macroscópico, no entanto, para explicá-los são necessários conceitos situados no nível submicroscópico, sendo que muitos estudantes não conseguem relacionar esses níveis. Ao ponto que o Ensino da Química, encontra-se, preferencialmente, em um nível muito abstrato. A autora assinala esses fatores como uma das barreiras para a aprendizagem dessa ciência. Assim, contra essa barreira, “os professores podem usar modelos de ensino, entretanto um professor nunca deve se esquecer de que o objetivo de um modelo de ensino é favorecer ou facilitar a compreensão de um modelo curricular” (JUSTI, 2011, p. 218).

Nesse sentido, Souza (2007) afirma que:

O estudo da química pode permitir a compreensão da formulação de hipóteses, do controle de variáveis de um processo, da generalização de fatos por uma lei, da elaboração de uma teoria e da construção de modelos científicos. Como ciência teórico-experimental que procura compreender o “comportamento” da matéria, a química se utiliza de modelos abstratos que procuram relacionar o mundo macroscópico com o sub-microscópico universo atômico-molecular (SOUZA, 2007, p. 48).

Além disso, na explicação dos fatos macroscópicos da Química é necessária a utilização de informações do nível atômico-molecular. Sendo que, segundo Marques (2006, p. 30-31)

Nesse nível, os alunos já fazem alguma idéia da existência dos átomos ou de partículas que constituem a matéria. Ai entra também o papel das abstrações para a explicação do microscópico que também está ligado diretamente com o aspecto da linguagem da Química, como o uso de modelos, equações, cálculos matemáticos etc. Cabe ao professor poder proporcionar ao aluno esse conhecimento científico, naquilo que chamam de *transposição didática*, ou seja, a maneira de como o docente associará o Conhecimento Químico com uma prática pedagógica (grifo do autor) (MARQUES, 2006, p. 30-31).

Por isso, defendemos uma reflexão sobre a abordagem da termoquímica que não dê ênfase apenas aos aspectos quantitativos, mas também nos aspectos qualitativos e submicroscópicos.

1.2- Formação Docente

Segundo Silva (2007a) o docente é desafiado ao ter que pensar em uma orientação na formação dos seus estudantes, preocupando-se com os conhecimentos que devem ser ensinados. Por isso, Carvalho e Gil-Pérez (1998, *apud* SILVA, 2007a, p. 124) defendem “que a formação docente requer formação continuada em equipes de trabalho imbuídas em tarefas de pesquisa-ação”.

Assim, Maldaner (2013, p. 205) destaca que são atribuições dos docentes em Química, “interrogar-se sobre um programa de Química, refletir sobre a construção ou a reconstrução do conhecimento químico junto aos adolescentes e aos jovens, discutir a natureza do conhecimento científico e seu significado na sociedade atual”.

Nesse sentido, se faz necessário desenvolver uma prática reflexiva, propiciando aos professores em formação inicial e/ou continuada, um momento de questionamento sobre suas práticas de ensino, uma revisão e análise dos acontecimentos e de suas experiências docentes, de forma a contribuir para seu desenvolvimento profissional (MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015).

Maldaner (2013) ressalta a necessidade de modificar a prática exercida nos cursos de formação inicial de professores, a fim de se obter uma proposta eficiente, pois se observa uma desarticulação entre os docentes das ciências básicas e os das disciplinas pedagógicas. Uma vez que os primeiros acreditam que uma formação científica básica é suficiente para a formação de professores e, os últimos acabam priorizando as discussões educacionais que na maioria das vezes se encontram descontextualizadas dos conteúdos específicos.

Para Galiuzzi (2011, p. 54) é necessário “que os futuros professores participem da pesquisa em todo o processo, que aprendam a tomar decisões, que passem a compreender a ciência como a busca pelo conhecimento nunca acabado, sempre político, que precisa de qualidade formal”. Assim, devemos discutir sobre formação inicial, uma vez que:

As concepções que os professores trazem consigo podem afetar sua prática de ensino e, assim, vê-se hoje a importância de um processo de reflexão orientada durante a formação dos licenciandos e, até mesmo, para os professores que já exercem suas atividades, pois desse modo é possível auxiliar mudanças em suas concepções, modelos de ensino e, assim, intervir no seu desenvolvimento profissional (RUIZ et al., 2005 *apud* MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015, p.558-559).

Segundo Miranda, Suart e Marcondes (2015, p. 558), as pesquisas que vêm sendo realizadas assinalam para “a necessidade de discussões a respeito da formação de professores, afirmando que a complexidade do processo formativo demanda que este seja constituído de ensino, pesquisa e extensão”.

Sendo assim, Marcondes, *et al.* (2010) destacam que é preciso que o docente além de dominar o conteúdo específico, tome consciência de suas atitudes e ações, as quais são fundamentais para o planejamento e orientação de suas aulas, tais como:

questionar e dialogar com os alunos, ser flexível diante das necessidades dos alunos, problematizar o conteúdo ensinado, superar os limites do conteúdo específico da aula, pesquisar a sua prática docente, a fim de auxiliar e mediar os alunos no entendimento dos conceitos científicos escolares (MARCONDES, *et al.*, 2010, p.2).

Diante do exposto, quando falamos em formação inicial é importante ressaltar o PIBID, o qual propicia aos discentes melhores condições para estudos e desenvolvimento de atividades no contexto escolar, visando fortalecer a formação docente. O programa é uma importante ação que valoriza a docência e busca um estreitamento entre as instituições de ensino superior e a educação básica. Nesse sentido, ele reconhece a importância em propiciar a melhoria da formação de professores, mobilizando diferentes sujeitos em múltiplos espaços, tendo a escola como lugar privilegiado de atuação dos bolsistas (SILVEIRA, 2012).

De acordo com Silveira (2012), essa mobilização expande a formação docente, proporcionando um diálogo entre estudantes da graduação, professores da educação básica e da educação superior, sendo que o objetivo primordial do programa é dar um incentivo para formação docente inicial. Desse modo, a iniciação à docência vinculada com as instituições de ensino, enriquece a formação no magistério, “estabelecendo novas formas e intencionalidades pedagógicas para a formação de professores” (SILVEIRA, 2012, p. 9).

Para esse mesmo autor, as ações do PIBID vêm se constituindo no Brasil como

uma das principais políticas públicas que põe em evidência a formação inicial, o protagonismo do professor da educação básica no aperfeiçoamento de seus docentes em processos de enculturação educacional, a valorização da escola pública e o reconhecimento desse espaço como produtor de conhecimento teórico-prático necessário aos docentes em formação inicial (SILVEIRA, 2012, p. 9).

Com isso, o PIBID tem como escopo valorizar a escola pública juntamente com a formação de professores. Busca-se estreitar os vínculos da universidade com a escola, possibilitando aos licenciandos em Química, suportes melhor fundamentados na prática docente e, a partir daí, possam melhorar a perspectiva de sua formação (TEIXEIRA JÚNIOR, 2012).

Assim, tem-se uma interação entre a escola e a universidade, sendo que de acordo com Maldaner (2006, p. 395),

Essa interação entre professores de escola, professores de universidade e alunos da graduação é benéfica para todos, pois permite abordar problemas crônicos de ensino e, ainda, implementar a ideia da pesquisa como princípio educativo na prática, tanto na formação inicial quanto na formação continuada.

1.3- Sobre a Termoquímica

Nessa parte, buscou-se identificar as pesquisas desenvolvidas sobre a termoquímica, para isso fez-se um levantamento de estudos disponíveis na literatura, que abordassem os conteúdos, o ensino e a aprendizagem desse assunto.

Com isso, foi realizada uma pesquisa em alguns periódicos, escolhidos por serem de grande relevância no Ensino de Química e de Ciências. Para a busca, foi verificado o título de todos os artigos das edições disponíveis de cada periódico, encontrando um total de 12 artigos. Os periódicos consultados foram: Química Nova na Escola; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Experiências em Ensino de Ciências. Vale ressaltar, que outros periódicos foram consultados, no entanto, não foram encontrados artigos referentes à termoquímica.

Ainda, fez-se uma busca de tese e dissertações, encontrando 4 dissertações, as quais foram defendidas na Universidade Federal de Minas Gerais, na Universidade Estadual de Campinas, na Universidade Federal de Mato Grosso e na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Os trabalhos encontrados foram estudados, e com isso foram elaboradas algumas considerações gerais sobre a termoquímica. E ainda, para cada um deles, foi elaborado um resumo informando os objetivos, metodologia, alguns resultados e conclusões, os quais serão apresentados em categorias de acordo com a proposta de cada trabalho.

Além do mais, buscando compreender as habilidades e competências relacionadas à termoquímica, fez-se um levantamento do tema em documentos oficiais de nível nacional e estadual, analisando as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ – (BRASIL, 2002), as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM – (BRASIL, 2006) e os Conteúdos Básicos Comuns de Química – CBC³ – (MINAS GERAIS, 2007).

³ O CBC é um documento que apresenta uma Proposta Curricular de Química – Ensino Médio. Nele são apresentados “o Conteúdo Básico Comum (CBC) para o ensino de Química nas escolas do Estado de Minas Gerais, uma proposição de Conteúdos Complementares, além de discussões que fundamentam e orientam, de maneira geral, as escolhas feitas”. Ressalta-se que esse documento segue as orientações propostas pelo PCN+ e OCN. (MINAS GERAIS, 2007, p. 11)

1.3.1- Algumas Considerações sobre a Termoquímica

O estudo da termoquímica é de fundamental importância, pois relaciona vários fenômenos ocorridos em nosso cotidiano, assim entender como ocorrem as transformações de energia nas reações químicas e/ou processos físicos auxilia na compreensão dos fenômenos cotidianos. Segundo Marques e Teixeira Júnior (2012, p. 1), o ensino da termoquímica envolve a compreensão de que os fenômenos químicos “ocorrem com trocas de energia entre o sistema e o ambiente que o circunda. Além disso, envolve também aspectos quantitativos, necessários a previsão da quantidade de energia absorvida ou liberada nas reações químicas”. No entanto, definir energia não é uma tarefa fácil, mesmo sabendo que esse conceito é fundamental para entendimento de vários fenômenos (MORTIMER; AMARAL, 1998).

É importante ressaltar que a abordagem desse conteúdo no Ensino Médio envolve alguns conceitos como energia, calor e temperatura que são geralmente empregados no nosso dia-a-dia. No entanto, essas palavras,

não têm o mesmo significado na ciência e na linguagem comum. Isso tem sido causa de dificuldades no ensino de química, pois na maioria das vezes o professor trabalha conceitos mais avançados como calor de reação, lei de Hess etc., sem uma revisão dos conceitos mais básicos. O resultado, muitas vezes, é um amálgama indiferenciado de conceitos científicos e cotidianos, sem que o aluno consiga perceber claramente os limites e contextos de aplicação de um e de outro (MORTIMER; AMARAL, 1998, p. 30).

Nesse sentido, Mortimer e Amaral (1998, p. 31) discutem algumas concepções de calor e temperatura, apresentadas por estudantes, as quais são decorrentes da maneira como nos expressamos em nosso cotidiano. Segundo esses autores, os estudantes têm a ideia que “o calor é uma substância”, consideram que têm “dois tipos de ‘calor’: o quente e frio” e ainda dizem que “o calor é diretamente proporcional à temperatura”.

Além disso, de acordo com Souza e Justi (2011), no senso comum são encontradas concepções que são diferentes dos conceitos científicos. No que se refere ao conceito de energia, muitos termos são empregados inadequadamente, observando ainda incoerências em alguns textos didáticos e paradidáticos. Sendo que, geralmente se deparam com termos impróprios, como exemplos os autores citam que são encontrados a: “energia gravitacional ao invés de força gravitacional; energia química da molécula ou energia de atração entre os átomos no lugar de força de coesão ou atração entre os átomos” (p. 35). O calor, em muitos casos, é dito como uma forma de energia e não como um fluxo de energia, decorrente de uma diferença de temperatura (SOUZA; JUSTI, 2011).

Nessa perspectiva esses mesmos autores ressaltam que

os resultados encontrados e as considerações apresentadas em diferentes pesquisas apontam que as noções fundamentais de energia não são triviais de serem tratadas no dia a dia escolar. Uma série de dificuldades relacionadas à aprendizagem do conceito de energia parece estar presente nas relações de ensino e aprendizagem estabelecidas na escola, sendo reproduzidas com frequência no ensino. Isso pode estar relacionado com a formação dos professores, que muitas das vezes não são ensinados à luz das questões da linguagem e das metodologias adequadas para se tratar alguns assuntos fundamentais, sobretudo pela sua abrangência na Ciência (SOUZA; JUSTI, 2011, p. 35).

Barros (2009, p. 241) ressalta ainda que é comum, na abordagem da termoquímica, os estudantes demonstrarem dificuldades “relacionadas às variações de temperatura em processos endotérmicos e exotérmicos ou outras ligadas às energias cinética e potencial das partículas”. Nesse sentido, “a interpretação atômico-molecular de processos endotérmicos e exotérmicos exige clareza quanto aos aspectos macroscópicos dos experimentos” (BARROS, 2009, p. 241), além da compreensão destes fenômenos em nível submicroscópico, que geralmente são excluídos das aulas de Química do Ensino Médio. Ainda, conforme esse mesmo autor, os estudantes apresentam dúvidas “quanto à associação de ruptura e formação de ligações (ou de interações intermoleculares) com absorção e liberação de energia” (BARROS, 2009, p. 241), não conseguindo fazer relação com outros conceitos já aprendidos no estudo da Química.

Além do mais, Soares e Cavalheiro (2006) destacam que os professores devem deixar claro para os estudantes que quando se utilizam equações químicas e submetem sinais matemáticos a valores de energia, estão utilizando no primeiro caso o nível representacional de uma reação química e no segundo uma representação que houve uma variação de energia, ou seja, um consumo ou liberação de energia.

Quanto à energia envolvida nas transformações químicas, Souza e Justi (2011) destacam a importância de se desenvolver atividades que abordem as relações energéticas envolvidas no rearranjo dos átomos (quebra e formação de ligações), de modo, que o processo seja classificado como endotérmico ou exotérmico analisando o saldo energético final. Assim, esses autores defendem o uso da modelagem no ensino desse conteúdo.

Com isso, se fez necessário apresentar algumas definições teóricas sobre conceitos que poderão ser citados ao longo do texto. De acordo com Barros (2009), quando a temperatura do sistema é analisada sob o ponto de vista microscópico ela “é um parâmetro que se relaciona diretamente com a energia cinética média das partículas que o constituem” (p. 242). Já “a energia interna de um sistema é a soma de todas as formas de energia que o sistema possui” (BARROS, 2009, p. 242).

Enquanto que a “Energia cinética é a energia associada ao movimento”, as quais estão associadas “à translação, rotação e vibração das partículas (ou de outras unidades estruturais capazes desses movimentos)” (BARROS, 2009, p. 242).

Esse mesmo autor ressalta que “a percepção da energia potencial é mais difícil do que a da cinética. No nível molecular [...] a energia potencial de um sistema está associada às interações entre núcleos e elétrons e relaciona-se à posição das partículas”, ou seja, relacionada com as interações intra ou intermolecular (BARROS, 2009, p. 242).

O calor é definido como a energia transferida devido a uma diferença de temperatura. Sendo que a energia, na forma de calor, flui de uma região de alta temperatura para uma região de baixa temperatura. Assim, quando tem-se um sistema, não isolado termicamente, em uma temperatura mais baixa que a vizinhança, a energia flui da vizinhança para o sistema. Se energia na forma de calor entra em um sistema ocorre um aumento na energia interna do sistema. Já se energia sai do sistema tem-se um abaixamento de sua energia interna (ATKINS; JONES, 2012).

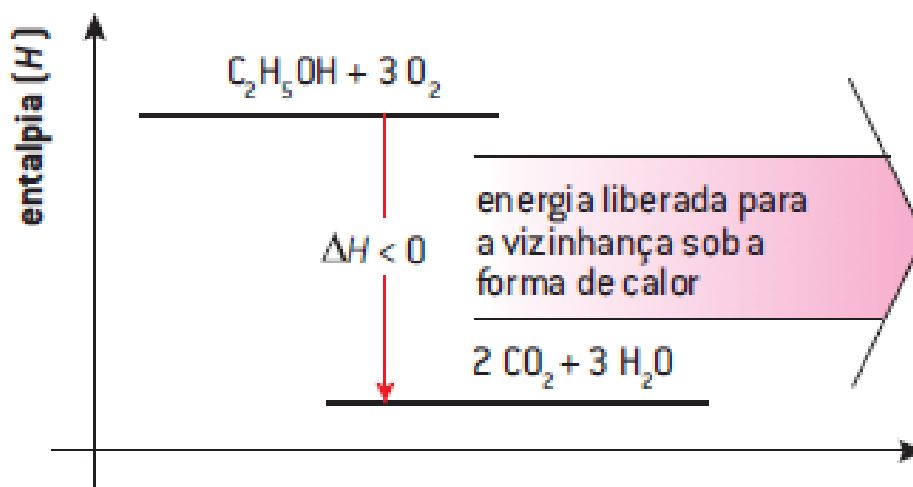
Quanto a liberação e absorção de calor, podemos classificar como um processo exotérmico aquele que libera calor para a vizinhança e o como um processo endotérmico aquele que absorve calor da vizinhança. As reações de combustões são exemplos de processos exotérmicos, enquanto que a vaporização exemplifica um processo endotérmico (ATKINS; JONES, 2012).

Já a entalpia (H) é “a função de estado que permite obter informações sobre as variações de energia em pressão constante”, assim a variação de entalpia (ΔH) “de um sistema é igual ao calor liberado ou absorvido em pressão constante” (ATKINS; JONES, 2012, p. 252-253).

Em reações químicas “quando a entalpia dos produtos é menor que a dos reagentes, o sinal de ΔH é negativo, o que significa que houve um fluxo de calor do sistema para a vizinhança” (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p. 83). Esse tipo de reação por ser exemplificada pela combustão do etanol, em que o diagrama apresentado na Figura 1, representa a variação de entalpia para processos exotérmicos.

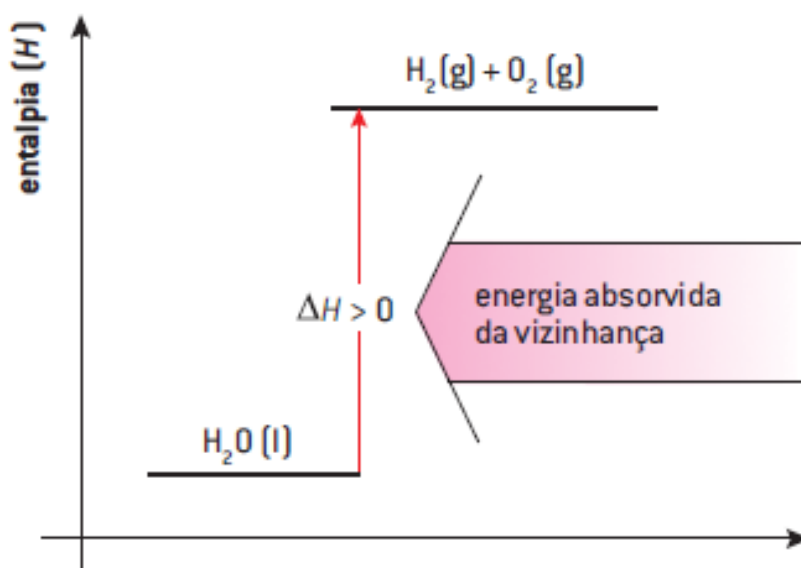
Para processos endotérmicos, a exemplo da decomposição da água, teríamos um diagrama como representado na Figura 2. Nesse caso, o valor de ΔH é positivo, “o que significa que a entalpia dos produtos é maior do que a dos reagentes, ou seja, a energia foi transferida da vizinhança para o sistema” (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p. 83). Assim, podemos generalizar que todos os processos endotérmicos têm essa mesma forma para o diagrama de variação de entalpia.

Figura 1: Diagrama que representa a combustão do etanol em termos de variação de entalpia.



Fonte: Mortimer e Machado (2013b, p. 83).

Figura 2: Diagrama que representa a decomposição da água em termos de variação de entalpia.



Fonte: Mortimer e Machado (2013b, p. 83).

No que se refere a representação com equações das transformações que envolvem aspectos termoquímicos, é importante identificar “o estado físico dos reagentes e dos produtos, os coeficientes estequiométricos, as variedades alotrópicas (quando for o caso), a temperatura e a pressão, bem como a variação da entalpia da reação” (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p. 101).

Sabe-se que a termoquímica fornece maneiras de calcular a variação de energia envolvida nas transformações. Desse modo, “denomina-se entalpia-padrão de formação a

variação de entalpia, ΔH^0_f , envolvida na reação de formação de 1 mol de moléculas de determinada substância, a partir de substâncias simples na forma alotrópica mais estável, em condições-padrão” (FONSECA, 2013, p. 156). Sendo que, conhecendo esses valores é possível calcular teoricamente a variação de entalpia para diversas transformações.

Desse modo, um conceito importante é a Lei de Hess que diz que “a variação de entalpia envolvida numa reação química, sob certas condições experimentais, depende exclusivamente da entalpia inicial dos reagentes e da entalpia final dos produtos, seja a reação executada numa única etapa, seja em várias etapas sucessivas” (FONSECA, 2013, p. 157).

1.3.2- A Termoquímica nos Documentos Oficiais.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ – (BRASIL, 2002), as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM – (BRASIL, 2006) e os Conteúdos Básicos Comuns de Química – CBC – (MINAS GERAIS, 2007) ressaltam a importância de se trabalhar os conceitos da termoquímica de forma que o aluno compreenda e interprete fenômenos relacionados a esse assunto, tanto em nível fenomenológico quanto representativo.

Os PCN+ apresentam nove temas, como sugestão, para serem trabalhados no Ensino Médio, sendo que para cada um são apresentadas unidades temáticas, e para elas as habilidades e competências que podem ser contempladas. Desse modo, a termoquímica nesse documento, pode ser abordada no “Tema 1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas”, nas unidades temáticas 1 e 2, sendo que é necessário que o estudante identifique as formas de energia (liberação ou absorção) presentes nas transformações químicas, fazendo relação entre calor envolvido na transformação, dando previsões de energia envolvidas em uma transformação química (BRASIL, 2002).

Também no “Tema 2. Primeiros modelos de constituição da matéria”, na unidade temática 3, relacionando massa e energia nas transformações químicas em termos de quantidade de matéria e energia (BRASIL, 2002).

Nesses dois temas a energia envolvida nas transformações químicas é abordada considerando os “aspectos qualitativos e macroscópicos (reações endotérmicas e exotérmicas), seguindo-se de aspectos quantitativos (relação entre massa e energia) e do ponto

de vista da ligação química como resultado de interações eletrostáticas” (BRASIL, 2002, p. 97).

Ainda encontramos habilidades e competências relacionadas à termoquímica no “Tema 3. Energia e transformação química”, nas unidades temáticas 1 e 2, de modo que é importante para o aluno:

- Relacionar a formação e a ruptura de ligação química com energia térmica.
- Compreender a entalpia de reação como resultante do balanço energético advindo de formação e ruptura de ligação química.
- Prever a entalpia de uma transformação química a partir de informações pertinentes obtidas em tabelas, gráficos e outras fontes.
- Identificar e compreender a energia envolvida na formação e na quebra de ligações químicas. (BRASIL, 2002, p. 97).

Esta proposta traz uma explicitação das habilidades básicas, das competências específicas, que se espera que sejam desenvolvidas pelos alunos, por meio da interdisciplinaridade e contextualização (BRASIL, 2002).

As OCNEM apresentam em dois quadros competências e habilidades que constituem o conhecimento químico da Base Comum Nacional, os quais podem ser trabalhados no âmbito escolar dando autonomia aos envolvidos, com possibilidade de acréscimos, adaptações e reestruturações conforme a proposta pedagógica de cada escola. Sendo assim, para o ensino da termoquímica, são apresentadas as seguintes habilidades.

- identificação de formas de variação de energia nas transformações químicas
- compreensão do conceito de calor e sua relação com as transformações químicas e com a massa dos reagentes e dos produtos
- compreensão do significado das aplicações das primeira e segunda leis da termodinâmica no estudo das transformações químicas
- compreensão qualitativa do conceito de entalpia, entropia e potenciais-padrões de eletrodo
- compreensão de como os químicos podem prever variação de energia térmica e elétrica nas reações químicas
- compreensão da relação entre o calor envolvido nas transformações químicas e as massas de reagentes e produtos
- compreensão da energia envolvida na formação e na “quebra” de ligações químicas
- compreensão da entalpia de reação como resultante do balanço energético advindo de formação e ruptura de ligação química (BRASIL, 2006, p. 113-114).

Em relação à termoquímica no PCN+ e nas OCNEM, percebe-se que ambos os documentos apresentam habilidades semelhantes sobre o que consideram que seja fundamental de ser trabalhado sobre esse tema.

Já os Conteúdos Básicos Comuns destacam as seguintes habilidades referentes à termoquímica, que os alunos da educação básica devem adquirir ao longo do Ensino Médio, tendo em vista que esse documento não esgota “todos os conteúdos a serem abordados na

escola, mas expressam os aspectos fundamentais de cada disciplina, que não podem deixar de ser ensinados e que o aluno não pode deixar de aprender" (MINAS GERAIS, 2007, p.9).

- 3.6.1. Reconhecer que uma TQ pode ocorrer com liberação ou absorção de energia na forma de calor e/ou luz.
- 8.1.1. Compreender que a dissolução de substâncias envolve variação de energia.
- 8.1.2. Identificar as variações de energia nas representações de processos de dissolução e nas mudanças de fase.
- 8.2.1. Saber que nas TQ a energia térmica do sistema inicial pode ser diferente da energia do sistema do final.
- 8.3.1. Reconhecer, por meio de experimentos simples, quando há produção ou consumo de calor em uma TQ.
- 8.3.2. Saber diferenciar processo endotérmico de exotérmico.
- 8.4.1. Reconhecer que toda TQ ocorre com consumo ou com produção de energia.
- 8.4.2. Reconhecer que em toda TQ ocorre absorção e produção de energia por causa do rearranjo dos átomos.
- 8.4.3. Distinguir TQ endotérmica e exotérmica pela quantidade de calor gerada ou absorvida ao final do processo.
- 10.2.2. Saber que reações de combustão liberam energia.
- 10.2.3. Entender que os produtos de uma reação de combustão são substâncias cuja energia associada é menor do que a das substâncias reagentes.
- 11.1.1. Conhecer, de maneira geral, como os processos do organismo animal demandam energia.
- 11.1.2. Reconhecer, de maneira geral, a função dos alimentos para o provimento dessa energia.
- 11.2.1. Compreender os diferentes valores calóricos dos alimentos em rótulos de diferentes produtos.
- 11.2.2. Reconhecer a pertinência do consumo de grupos de alimentos diferentes.
- 11.3.1. Compreender que a produção de energia pela ingestão de alimentos está associada à sua reação com o oxigênio do ar que respiramos.
- 18.3.1. Calcular a quantidade de calor absorvida ou liberada na dissolução aquosa de substâncias.
- 18.3.2. Explicar a dissolução aplicando o modelo cinético molecular e de interações intermoleculares.
- 31.1.1. Reconhecer que há TQ que ocorrem com consumo ou produção de energia e que esta pode ser medida.
- 31.1.2. Saber que para cada TQ existe um valor de energia associado.
- 31.1.3. Compreender a representação da variação de energia de uma TQ por meio de gráficos.
- 31.2.1. Compreender os procedimentos utilizados para efetuar cálculos de calores de reação: combustão formação.
- 31.2.2. Compreender os procedimentos utilizados para efetuar cálculos, utilizando a Lei de Hess.
- 31.2.3. Compreender os procedimentos utilizados para efetuar cálculos utilizando as energias de ligação.
- 31.2.4. Utilizar dados tabelados para os procedimentos de cálculos de variação de energia (MINAS GERAIS, 2007, p. 36, 42, 44, 45, 52 e 59).

Os Conteúdos Básicos Comuns apresenta na forma de um documento mais detalhado em termos das habilidades de cada tema químico quando comparado ao PCN+ e OCNEM. Ele ainda traz sugestão de quantidade de aulas que devem ser utilizadas para cada assunto. Por ser um documento baseado no PCN+ e OCNEM, as competências específicas e habilidades básicas para a termoquímica encontradas nesses documentos se fazem presentes no CBC.

1.3.3- Algumas Pesquisas sobre a Termoquímica

Como mencionado, para cada trabalho analisado foi elaborado um resumo apresentando os objetivos, metodologia, alguns resultados e conclusões. A fim de facilitar a leitura, as publicações analisadas serão organizadas nas seguintes categorias: i) Considerações teóricas para o Ensino e aprendizagem da termoquímica; ii) Concepções Alternativas e/ou perfil conceitual; iii) Propostas metodológicas para o ensino da termoquímica.

i) Considerações teóricas para o Ensino e aprendizagem da Termoquímica

O artigo elaborado por Oliveira e Santos (1998) traz algumas considerações teóricas a respeito da utilização do conceito de energia na Química, principalmente os relacionados aos processos de troca de calor. Os autores questionam o emprego da expressão “energia química” e sugerem o uso do termo “energias envolvidas nos processos químicos”, uma vez que a utilização dessa terminologia permite que se faça referência às energias potencial, eletrostática e cinética, não sendo preciso reuni-las em um conceito específico, ou seja, o de energia química.

Silva (2005), em seu texto, defende o porquê de não se ensinar entalpia no Ensino Médio. O autor afirma que esta etapa da escolaridade tem como objetivo a alfabetização científica, no entanto, ensinar o significado de entalpia exige conhecimentos científicos que vão além da alfabetização que se almeja no Ensino Médio. Silva (2005) afirma que a transposição didática das ciências não deve distorcer as ciências e modificar os seus significados. Entretanto, o que se observa é que a transposição didática mostra uma redução de significado tamanha que os conceitos acabam perdendo valor educativo. Considerando que isso ocorreu com a entalpia, o autor propõe que esse conceito não seja estudado no Ensino Médio, uma vez que ele pode se tornar mais um objeto de mera memorização e empobrecimento do processo pedagógico. Para o autor, é suficiente e necessário ensinar o conceito de calor como processo de transferência de energia, na discussão de problemas termoquímicos de interesse da população leiga.

Já Barros (2009) analisa na perspectiva atômico-molecular, a absorção e liberação de energia, na forma de calor, em processos físico-químicos. Com isso, foi abordada, por meio de considerações teóricas, uma discussão sobre: as definições de sistema e vizinhança; os conceitos macro e microscópico de temperatura; a compreensão do calor como um processo de transferência de energia, decorrente de uma diferença de temperatura; o equilíbrio térmico

entre sistema e vizinhança; os conceitos de energia interna; a variação de temperatura de um sistema e a de energia cinética média das partículas; e as variações de energia potencial relacionadas à quebra e à formação de ligações químicas e/ou de interações intermoleculares. Segundo o autor, quando os tópicos abordados em seu trabalho são discutidos em sala de aula, muitas dificuldades comumente apresentadas pelos alunos, no estudo da termoquímica, podem ser solucionadas ou mesmo evitadas.

ii) Concepções Alternativas e/ou perfil conceitual

No artigo de Mortimer e Amaral (1998) são discutidas as concepções cotidianas dos estudantes do Ensino Médio em relação ao calor e temperatura, sugerindo quatro atividades que explicitam as ideias informais e favorecem a construção dos conceitos científicos. Assim, as atividades tinham a finalidade de levar o aluno a tomar consciência dos conjuntos de ideias informais e científicas, percebendo a diferença entre elas. As atividades propostas pelos pesquisadores consistiram na: comparação de um termômetro de laboratório com um termômetro clínico; sensação de quente e frio, temperatura e calor específico; diferença de temperatura e calor; análise das condições para que a água entre em ebulição. De acordo com os autores, é de extrema importância desenvolver atividades, que explicitem as concepções dos alunos a respeito dos conceitos básicos de calor e temperatura, auxiliando assim na construção dos conceitos científicos.

Já Amaral e Mortimer (2001) apresentam uma proposta de perfil conceitual para a noção de calor, considerando os dados de algumas pesquisas desenvolvidas acerca deste tema. Assim, para a análise das ideias referentes à noção de obstáculo epistemológico no desenvolvimento do conhecimento, no que se refere às dificuldades de aprendizagem dos conceitos em ciências, fizeram uma categorização ontológica básica do conhecimento. Desta maneira, os autores, ao final da análise, apresentam uma estruturação das ideias considerando a noção de perfil conceitual, proposta por Mortimer, determinando cinco zonas para o perfil conceitual de calor: realista, animista, substancialista, empírica e racionalista.

Castro e Ferreira (2015) analisaram as representações sociais apresentadas por 54 estudantes do curso de graduação em Química em relação ao conceito de calor. O grupo investigado eram estudantes do curso de licenciatura e de bacharelado em Química de uma instituição de ensino superior localizada em Teresina-PI. Para coleta dos dados foi utilizada a técnica de evocação livre de palavras. No total foram evocadas, pelos discentes, 320 palavras, sendo que destas 107 eram diferentes. Assim, foram analisadas as palavras que apareceram no

mínimo seis vezes, sendo que a palavra que apareceu com maior frequência (25 vezes) foi a Energia. Com a análise dos resultados, os pesquisadores evidenciaram que as representações de calor giram em torno de dois significados: um significado de caráter mais científico e o outro de caráter mais climático. Ainda, perceberam que essas significações apresentam barreiras epistemológicas e ontológicas, que podem constituir em obstáculos para o processo de ensino e aprendizagem do conceito de calor. Desse modo, os autores consideram que os resultados da pesquisa contribuíram para que os docentes tivessem conhecimento da existência dos obstáculos presentes nas representações de calor e, com isso, possam planejar estratégias que busquem superá-los (CASTRO; FERREIRA, 2015).

Em uma pesquisa recente Diniz Júnior, Silva e Amaral (2015) identificaram zonas do perfil conceitual de calor que emergiram na fala de dois professores, durante aulas de Química, e analisaram as percepções que estes podem apresentar sobre suas concepções. Para isso, uma aula foi observada e gravada em vídeo, sendo que alguns trechos das falas foram transcritos e analisados. Além disso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os dois docentes que atuam na rede pública de Pernambuco. Com análise dos resultados, percebe-se a emergência, na fala dos pesquisados, de quatro zonas do perfil conceitual: realista, substancialista, empirista e racionalista. Sugerindo, que os docentes não têm percepção das suas concepções. Segundo os autores, os resultados obtidos apontam para a necessidade dos professores promoverem uma reflexão acerca das suas concepções, de modo que adotem estratégias adequadas para mediação das discussões com os discentes, dando subsídios para a compreensão dos diferentes significados que um único conceito pode adquirir em contextos e situações diversas, o que inclui o contexto científico.

iii) Propostas metodológicas para o ensino da Termoquímica

Soares e Cavaleiro (2006) apresentam, em seu artigo, um jogo didático desenvolvido para introduzir conceitos da termoquímica. O jogo foi elaborado por meio da adaptação do jogo de tabuleiro Ludo. O objetivo principal da proposta foi de introduzir o conceito de variação energética envolvida nas reações químicas e mostrar que a utilização do lúdico pode ser uma alternativa viável em sala de aula. O jogo proposto foi aplicado para estudantes do Ensino Médio da rede pública e particular de Goiânia - GO, e para uma turma de Química Geral do curso Engenharia de Alimentos da UFG. Segundo os autores, o jogo se mostrou uma excelente alternativa para a discussão de acumulação, perda e ganho de energia em uma reação química. Além disso, notou-se um maior envolvimento entre alunos e

docentes, pois o jogo incentiva a participação dos estudantes, tornando o aluno o construtor do conhecimento.

No estudo de Souza (2007) foi investigado o desenvolvimento do conhecimento dos aspectos qualitativos da energia envolvida nas transformações químicas. Para isso foi elaborada uma proposta de ensino baseada no Modelo de Modelagem para o tema em questão, contemplando aspectos relacionados à evolução histórica das ideias sobre calor e energia. A proposta foi aplicada em uma turma da 2ª série do ensino médio de uma escola de rede pública federal durante seis aulas de cem minutos cada, sendo que a última consistiu na aplicação de uma atividade avaliativa. Os dados obtidos foram coletados por meio de materiais escritos produzidos pelos estudantes ao longo da aplicação, gravações de vídeo das aulas e notas de campo. Com a análise dos resultados obtidos foi escrito um estudo de caso para cada grupo. A análise desses estudos de caso permitiu verificar a contribuição da modelagem na aprendizagem da energia envolvida nas transformações químicas. Segundo o autor, com os resultados da pesquisa foi possível concluir que a proposta contribuiu aos alunos uma maior compreensão dos aspectos qualitativos sobre o tema, permitindo a eles construir, testar e reconstruir novas idéias. Além disso, a estratégia permitiu que os alunos atuassem como construtores do seu próprio conhecimento, desenvolvendo uma visão crítica e reflexiva sobre o fazer ciência.

Miraldo (2008), em seu trabalho, apresenta dez situações experimentais sobre termoquímica, tais como, a determinação da capacidade calorífica da água; Determinação da entalpia de fusão do gelo, entre outras, como uma alternativa para se trabalhar esse assunto no Ensino Médio, bem como um texto abrangendo a base teórica desse conteúdo. Além disso, foi realizada uma análise de uma série de livros didáticos e materiais apostilados de escolas tradicionais. Na seleção dos experimentos, o autor levou em consideração que estes utilizassem materiais de fácil acesso e de baixo custo e que viabilizem sua prática dentro de escolas públicas. Buscou-se abranger experimentos que fundamentassem conceitos importantes da termoquímica e, que estes dessem ao aluno e ao professor a possibilidade de se trabalhar o assunto de uma maneira diferente da que é encontrada nos livros-texto nacionais. De acordo com o autor, o objetivo principal foi alcançado, uma vez que os experimentos permitiram uma nova abordagem para a termoquímica, possibilitando que as quantidades de energia fossem trabalhadas, a partir de atividades experimentais conferindo um sentido menos vazio, promovendo o desenvolvimento de novas habilidades. Além de que, proporcionou aos estudantes, novas explicações para os fenômenos e fatos à sua volta, bem como outra postura

diante de novas situações, movendo-os de curiosidade ingênua em direção a uma curiosidade crítica.

Já Braathen e colaboradores (2008) descrevem uma experiência simples, que utiliza materiais de baixo custo e fácil aquisição, para determinação experimental do calor de decomposição do peróxido de hidrogênio. No artigo são descritos todos os materiais utilizados na construção do calorímetro simples, o procedimento experimental, algumas considerações teóricas e alguns resultados ilustrativos, demonstrando os cálculos empregados na determinação do valor da entalpia de decomposição do peróxido de hidrogênio. Os autores apresentam essa proposta de atividade experimental como uma ferramenta a ser utilizada no ensino de calorimetria no Ensino Médio, considerando as limitações de infraestrutura, além de que, segundo eles, as medidas de calorimetria geralmente se restringem à determinação da entalpia de neutralização de ácidos e bases fortes e/ou medidas de variação de entalpia associada a processos de dissolução.

Souza e Justi (2010) apresentam uma proposta baseada no Modelo de Modelagem para o ensino das energias envolvidas nas transformações químicas, bem como a investigação sobre a aprendizagem de alunos, participantes dessa estratégia de ensino, a qual foi aplicada para uma turma da 2ª série do Ensino Médio. Os materiais escritos produzidos pelos estudantes foram recolhidos e as aulas gravadas em vídeo. A análise dos resultados (gravações e materiais escritos) permitiu a elaboração de estudos de caso, a fim de compreender como a modelagem pode contribuir para o aprendizado de conceitos relacionados à termoquímica. Nesse artigo foi analisado apenas o estudo de caso do grupo 1. De acordo com os autores, os resultados obtidos mostraram que as atividades desenvolvidas auxiliaram os alunos de maneira significativa na compreensão das energias envolvidas nas transformações químicas.

Os mesmos autores Souza e Justi (2011) buscam discutir, nesse artigo, uma interlocução entre a linguagem e a construção de conhecimento científico por meio de uma estratégia de modelagem para o ensino do tema energia envolvida nas transformações químicas, descrita por eles no artigo Souza e Justi (2010). Desse modo, nesse estudo são apresentados alguns aspectos importantes que basearam a estratégia de ensino, assim como alguns dos resultados da verificação da aprendizagem dos estudantes, principalmente no que se refere à linguagem. Os autores, ao analisar a proposta de ensino, averiguaram o envolvimento dos estudantes em todas as etapas do processo, especialmente nos momentos em que surgiam questões desafiadoras e nos momentos em que eles defenderam seus modelos e discutiram aspectos divergentes desses em relação aos modelos apresentados pelos colegas.

A pesquisa desenvolvida por Cardoso (2013) apresenta as contribuições da HiperMídia TermoQuim no processo de ensino e aprendizagem da termoquímica no Ensino Médio. O tema foi escolhido a partir dos resultados de uma pesquisa desenvolvida com docentes de química, atuantes em escolas da rede pública de Mato Grosso, sendo verificado que a termoquímica foi considerada como o segundo conteúdo mais difícil de se trabalhar no Ensino Médio. Para coleta de dados da pesquisa foram utilizados dois questionários, um estudo dirigido, análise de livros didáticos e revisão de literatura científica. Com análise dos resultados, a autora constatou que o uso de hiperMídias no ensino de Química contribui significativamente no processo de ensino e aprendizagem, na medida em que essa ferramenta propicia aos estudantes o acesso a diferentes mídias, atuando ativamente no processo. Desse modo, o produto proposto se mostrou uma ferramenta útil e capaz de auxiliar os professores no ensino de termoquímica, uma vez que a hiperMídia permite utilizar diferentes recursos (vídeos, textos, som, imagem, animação, simulação, experimentos) para abordar um mesmo conteúdo, oportunizando uma aprendizagem significativa.

O estudo desenvolvido por Lorenzoni (2014) visa trabalhar conceitos básicos da termoquímica, por meio de uma sequência didática contextualizada pelo tema “Queimadas”- considerado um contexto de cenário regional- utilizando uma abordagem investigativa e problematizadora, com experimentos investigativos, que dão abertura para o desenvolvimento da argumentação em uma interação dialógica entre professor e aluno. Para a elaboração da sequência didática foram considerados os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti. Segundo o autor, a pesquisa foi realizada com aproximadamente 30 alunos da 2ª série do Ensino Médio e os dados obtidos na pesquisa foram analisados pela técnica da Análise Textual Discursiva, a fim de verificar as contribuições e limitações das atividades desenvolvidas. A autora evidenciou que a sequência didática contribuiu de forma significativa para que os estudantes construíssem conhecimentos sobre conceitos abordados na termoquímica, bem como relacionassem estes com o contexto das Queimadas. Considera ainda, que o material didático foi uma ferramenta didática que possibilitou a construção do conhecimento, contribuindo para que os alunos tivessem um posicionamento crítico perante os acontecimentos e mudanças na sociedade em que estavam inseridos, facilitando o aprendizado e despertando a curiosidade e o interesse.

No artigo de Zappe, Sauerwein e Magno (2014) são apresentadas reflexões em relação à elaboração, aplicação e a avaliação de uma sequência didática desenvolvida para se trabalhar conteúdos da termoquímica, por meio do uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC). A sequência contemplou 5 aulas e foi aplicada para uma turma da 2ª série

do Ensino de uma escola da rede particular de um município da região central do Rio Grande do Sul. Segundo os autores, com o desenvolvimento da pesquisa, foi possível analisar os recursos utilizados, avaliando os que ajudaram positivamente no processo de ensino e aprendizagem e aqueles que não contribuíram. Além disso, foi possível evidenciar que os estudantes não estavam acostumados a participar de atividades que envolvesse o uso de TIC. Constataram ainda, que existem poucos objetos de aprendizagem, disponíveis na internet, que abordam o conteúdo de termoquímica.

2- METODOLOGIA

A pesquisa abordada nesse estudo consiste em uma análise qualitativa, na qual se busca fazer um paralelo entre as concepções de alunos em formação inicial (bolsistas do PIBID) com professores em formação continuada (supervisores do PIBID), cujo objetivo é verificar se estes consideram os aspectos qualitativos da termoquímica ao explicar esse conteúdo. Desse modo, o estudo aqui proposto configura-se como uma pesquisa participante, pois durante todo o processo ocorreu interação entre a pesquisadora e os participantes da pesquisa, sendo que conforme destacado por Binsfeld (2008, p. 22) “no processo de *pesquisa participante*, há interferência direta e ativa de todos os sujeitos pesquisadores [...]”.

De acordo com Lüdke e André (1986, p. 18), a análise qualitativa é um processo que se desenvolve “numa situação natural, é rico de dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada”.

Nesse sentido, Bodgan e Biklen (1982 *apud* LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 11-12) destacam cinco características básicas da análise qualitativa.

1. *A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento.*
2. *Os dados coletados são predominantemente descritivos.*
3. *A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto.*
4. *O “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador.*
5. *A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.*

A análise aqui proposta trata-se de uma investigação acerca do ensino da termoquímica na educação básica, onde se busca evidenciar os aspectos submicroscópicos na abordagem desse tema, por meio da análise das concepções de estudantes em formação inicial e professores em formação continuada.

A coleta de dados desse estudo foi desenvolvida em duas etapas, sendo que inicialmente foi aplicado um questionário (Apêndice II), para duas docentes da educação básica e doze alunos da licenciatura em química, a fim de fazer um diagnóstico inicial sobre a compreensão destes em relação à termoquímica. Esse diagnóstico inicial forneceu subsídios para o direcionamento e desenvolvimento da próxima etapa, na medida em que as questões foram retomadas durante as discussões.

Assim, foi desenvolvido um Grupo Focal, com a finalidade de promover uma discussão sobre os aspectos quantitativos e qualitativos dos processos endotérmicos e exotérmicos, bem como averiguar como se dá a abordagem desse tema e as metodologias e conceitos utilizados no ensino da termoquímica.

Sobre a técnica de grupo focal, Powell e Single (1996, *apud* GATTI, 2005) ressaltam que essa consiste em um grupo de pessoas reunidas para a discussão e comentários sobre um determinado tema, levando em consideração suas experiências pessoais. É importante destacar que os sujeitos de pesquisa precisam ter contato com o tema em discussão, para que em sua participação consiga inserir suas experiências já vivenciadas. Por isso, a escolha dos alunos de um curso de licenciatura em química.

De acordo com Morgan e Krueger (1993 *apud* GATTI, 2005 p.9-10) a investigação realizada por meio de Grupo Focal objetiva a captação de informações mediante “trocas realizadas no grupo, conceitos, sentimentos, atitudes, crenças, experiências e reações”, de maneira que nem sempre é possível de se obter utilizando outras técnicas, a exemplo da observação, entrevista e questionários. Além disso, esse método pode ser empregado na realização “de estudos exploratórios, ou nas fases preliminares de uma pesquisa, para apoiar a construção de outros instrumentos [...] para fundamentação de hipóteses ou a verificação de tendências; para testar idéias, planos, materiais, propostas” (GATTI, 2005, p. 12).

No decorrer do Grupo Focal permite-se a utilização de um roteiro preliminar, como uma maneira de orientação, o qual deve ser usado com flexibilidade, que permita que ajustes sejam feitos, acrescentando ou retirando questões, bem como, deve ter sido elaborado com cuidado, considerando os objetivos da pesquisa (GATTI, 2005). Assim, para desenvolvimento do grupo proposto foi utilizado como guia para a discussão algumas questões semiestruturadas, as quais são apresentadas no Apêndice III.

Os dados obtidos no Grupo Focal foram gravados em áudio e transcritos para posterior análise. Além disso, contou-se com a presença de um relator, que não participou das discussões, apenas fez anotações do que estava acontecendo e sendo falado.

Neste estudo, o emprego do Grupo Focal mostrou-se imprescindível para a discussão conceitual e metodológica, de forma que possibilitou uma discussão sobre a termoquímica envolvendo tanto a parte quantitativa quanto a qualitativa desse assunto. Essa técnica foi utilizada com a finalidade de se obter uma maior discussão sobre o tema, de modo que durante o desenvolvimento os bolsistas tivessem a oportunidade de apresentar suas concepções e questionamentos sobre o tema. Além de que, aqueles que não se lembravam do assunto tiveram a oportunidade da retomada de conceitos, o que outra técnica, a exemplo da entrevista, não conseguiria alcançar.

Quanto aos princípios de ética, foi explicado e esclarecido aos participantes o objetivo da pesquisa e solicitada a assinatura de um termo de livre consentimento (Apêndice IV). O termo explicita sobre o anonimato dos sujeitos, ou seja, que não serão identificados

pelo nome, tendo a possibilidade de desistir a qualquer momento da pesquisa e a garantia de que as informações registradas serão utilizadas apenas para fins acadêmicos.

A Tabela 1 apresenta a síntese da metodologia que será utilizada.

Tabela 1: Síntese da metodologia.

Atividades desenvolvidas	Instrumentos de coleta de dados
Diagnóstico inicial	- Questionário dos participantes.
Grupo focal	- Gravações em áudio das discussões; - Anotações do relator.

2.1- Metodologia de análise dos dados

Para organização e análise dos dados utilizou-se a abordagem metodológica de análise de conteúdo. De acordo com Moraes (1999) essa metodologia de pesquisa é utilizada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos, auxiliando o pesquisador a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados que vão além de uma leitura comum.

Ao utilizar essa metodologia seguiu o processo de análise de conteúdo proposto por Moraes (1999), utilizando as cinco etapas: 1) Preparo das informações obtidas; 2) Transformação do conteúdo em unidades de acordo com as respostas; 3) Categorização, agrupando elementos semelhantes das respostas; 4) Descrição das respostas nas categorias; 5) Interpretação dos dados obtidos.

Segundo Moraes (1999, p. 6) a categorização consiste em “uma operação de classificação dos elementos de uma mensagem seguindo determinados critérios”, sendo que a análise do material deve-se processar de forma cíclica e circular, sendo necessário extrair deles o significado.

A interpretação é uma das etapas imprescindíveis nas análises de conteúdo, por isso, nessa etapa, procurou-se identificar os conteúdos manifestos (aqueles que são ditos), bem como os latentes (mensagens implícitas). Desse modo, “os níveis manifesto e latente estão relacionados às ênfases na objetividade ou na subjetividade, entre as quais oscila a análise de conteúdo” (MORAES, 1999, p. 9).

2.2- Aplicação do Questionário

Foi aplicado um questionário para duas professoras do Ensino Médio, supervisoras do PIBID e doze estudantes do curso de graduação em química, bolsistas do programa, a fim de fazer um diagnóstico inicial sobre a compreensão destes em relação à termoquímica. Os grupos escolhidos atuam em duas escolas da rede pública estadual, divididos em uma supervisora e seis bolsistas. A aplicação aconteceu em dois momentos distintos, durante as reuniões semanais dos dois grupos, sendo que a pesquisadora acompanhou o momento das aplicações.

No intuito de preservar a identidade dos sujeitos, os graduandos citados ao longo da análise do questionário serão identificados pela letra “G”, sendo associados a cada um deles um número identificados como G1, G2 e assim sucessivamente. As professoras da educação básica serão nomeadas como PE1 e PE2.

Considerando que uma dica dada na resposta da primeira questão, por parte de uma das professoras, pode influenciar na análise do questionário, os componentes de cada grupo serão identificados. Assim, o grupo 1 é composto pela professora PE1 e pelos bolsistas G1, G2, G3, G4, G5 e G6. Já no grupo 2 tem-se a docente PE2 e os licenciandos G7, G8, G9, G10, G11 e G12.

As professoras possuem 15 anos de experiência docente cada uma. Já os estudantes da licenciatura em química cursavam entre o 3º e 9º período. Para análise dos resultados obtidos, fez-se um diagnóstico das respostas, sendo que os elementos semelhantes desses dados foram agrupados.

No questionário a primeira questão solicitava que os participantes da pesquisa calculassem a variação da entalpia da transformação da água do estado líquido para o estado gasoso, considerando os calores de formação dados, sendo que para resolução era necessário empregar a lei de Hess.

Na segunda questão, os participantes deveriam indicar se a transformação apresentada na questão anterior era endotérmica ou exotérmica. Além disso, deveriam explicar o processo em nível submicroscópico e o significado do valor numérico determinado. Nessa questão, esperava-se que os participantes indicassem a transformação como endotérmica e desse uma explicação considerando, que nesse processo é necessária uma absorção de energia, a qual será utilizada no rompimento das interações intermoleculares das moléculas de água no estado líquido. E almejava-se que eles dissessem que aquele valor

representa a quantidade de energia que deve ser absorvida para que a mudança de fase aconteça.

2.3- O Grupo Focal

A próxima etapa da pesquisa consistiu no desenvolvimento de um Grupo Focal, a fim de realizar uma discussão conceitual e metodológica sobre a termoquímica, averiguando como se dá a abordagem desse tema na educação básica e, as metodologias e conceitos utilizados no ensino desse conteúdo. A análise do questionário forneceu subsídios para o direcionamento e desenvolvimento dos encontros, na medida em que as questões foram retomadas durante a discussão proposta, de forma que as dificuldades evidenciadas no questionário fossem superadas, por meio de uma discussão sobre a termoquímica envolvendo os aspectos submicroscópicos desse tema.

O Grupo Focal foi realizado em dois encontros com duração de uma hora e trinta minutos cada, com um grupo de bolsistas do PIBID. Para isso, foi utilizado um roteiro problematizador, de forma que todos os participantes tivesse tempo de argumentar e expor suas ideias sobre o tema em discussão. Ao elaborar as questões, buscou-se abranger as dificuldades observadas na análise do questionário, subsidiando uma discussão conceitual da termoquímica e, ainda propiciar uma discussão a respeito de metodologias utilizadas no ensino desse assunto.

Assim, no primeiro encontro foram abordadas questões para reconhecimento do grupo, em relação à formação acadêmica, experiência como bolsista, entre outros. Abordando, também, comentários gerais sobre a termoquímica, a fim que os participantes ficassem desinibidos e conseguisse, no próximo encontro, interagir mais facilmente com o grupo e com a pesquisadora. Além disso, a partir desse encontro foi possível conhecer o envolvimento que os participantes têm em relação à termoquímica, ou seja, se estudaram esse conteúdo no Ensino Médio, se cursaram ou não a disciplina na graduação, entre outras informações. O outro encontro contemplou as questões propostas, abordando o conceito da termoquímica, de forma que pudesse explorar o nível submicroscópico. Ainda foi aplicado novamente o questionário, acrescido de uma questão (apêndice V), a fim de retomar a discussão sobre o fenômeno apresentado, uma vez que o desenvolvimento do grupo permite a utilização de um recurso complementar. No entanto, a análise ficou focada na discussão das respostas do

questionário, apresentadas de forma oral pelos participantes e não no material escrito recolhido pela pesquisadora.

Para garantir o anonimato dos sujeitos, os bolsistas citados ao longo da análise do Grupo Focal serão identificados pela letra “B”, sendo associados a cada um deles um número, identificados como B1, B2 e assim sucessivamente. A pesquisadora que teve o papel de mediadora durante os encontros será identificada como PQ.

Optou-se por realizar o grupo focal com apenas os bolsistas do PIBID, para que a presença das professoras supervisoras não inibissem os estudantes, dificultando que os mesmos expusessem suas opiniões sobre o tema.

No primeiro encontro estiveram presentes, inicialmente, 10 participantes, sendo eles B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9 e B10. Já no segundo encontro contou-se com um número menor de participantes, totalizando 7 participantes, sendo eles B2, B5, B6, B7, B8, B9 e B11.

Na Tabela 2 serão apresentadas algumas informações importantes de cada um dos participantes do Grupo Focal, que podem nortear e/ou colaborar para a interpretação das falas emergidas no decorrer dos encontros.

Tabela 2: Informações sobre os participantes.

Participante	Período do curso de Licenciatura em Química	Tempo de atuação como bolsista	Contato com a termoquímica no Ensino Médio	Contato com a termoquímica na Graduação
B1	3º período	9 meses	Não se lembra de ter estudado esse assunto, porém trabalhou o conteúdo durante o curso Técnico em Química.	Não cursou termodinâmica ⁴ na graduação.
B2	9º período	2 anos e 7 meses	Estudou o assunto de forma superficial.	Estudou termodinâmica na graduação.
B3	5º período	9 meses	Estudou o assunto.	Não cursou termodinâmica na graduação.
B4	3º período	1 mês	Estudou o assunto de forma superficial, mas não se recorda com clareza.	Não cursou termodinâmica na graduação.
B5	3º período	1 mês	Não mencionou se estudou.	Não cursou termodinâmica na graduação.
B6	5º período	1 mês	Não estudou no Ensino Médio, porém o conteúdo foi trabalhado no cursinho preparatório para o vestibular.	Não cursou termodinâmica na graduação.
B7	7º período	2 anos e 7 meses	Estudou o assunto.	Estudou termodinâmica na graduação.
B8	9º período	3 anos e 9 meses	Estudou, porém foi focado na diferenciação dos fenômenos endotérmicos e exotérmicos.	Estudou termodinâmica na graduação.
B9	7º período	2 anos e 3 meses	Estudou o assunto.	Estudou termodinâmica na graduação.
B10	11º período	3 anos e 10 meses	Estudou termoquímica, ficando focada nas definições.	Estudou termodinâmica na graduação.
B11	9º período	2 anos e 2 meses	Não mencionou se estudou.	Não cursou termodinâmica na graduação.

⁴ A Termodinâmica Química é uma disciplina teórica e obrigatória, ofertada no 6º período do curso de graduação em Química: licenciatura noturno, com uma carga horária de 60 horas. Disponível em: <<http://www.quimica.facip.ufu.br/PROJETO%20LICENCIATURA%202010.pdf>>.

3- ANÁLISE DOS DADOS

Nessa parte do estudo busca-se apresentar a análise do questionário aplicado e análise do Grupo Focal.

3.1- Análise do Questionário

Para facilitar a análise dos questionários os dados obtidos foram tabelados e são apresentados a seguir em duas tabelas, uma para cada escola.

Tabela 3: Resultados dos questionários respondidos pelos bolsistas e supervisor da escola 1.

Participante	Questão 1	Questão 2
PE1	+41 kJ/mol	Endotérmica. A água, no estado líquido, recebe calor do ambiente, suas moléculas têm um aumento na energia cinética, conseguindo romper as interações entre elas, passando assim para o estado gasoso. O valor numérico corresponde à quantidade de calor absorvida por mol de água líquida para passar para o estado gasoso.
G1	41 kJ/mol	Endotérmica. A molécula de $H_2O_{(l)}$ absorve calor, fazendo com que passe pra um estado mais energético que é o líquido.
G2	41 kJ/mol	Endotérmica. São por causas das moléculas que ficam mais agitadas. Valores que tem o resultado na reação.
G3	41 kJ/mol	Endotérmica. As moléculas ficam mais distantes. O valor numérico indica o quanto de energia é necessário para que a reação aconteça, de forma endotérmica ou exotérmica.
G4	41 kJ/mol	Endotérmica. As moléculas da água no estado líquido. Absorve calor ficando mais agitadas, passando assim para o estado gasoso. O valor numérico significa o valor da energia gasta para a água mudar de fase, ou seja, do líquido para o gasoso.
G5	41 kJ/mol	Endotérmica, eu explicaria que a água irá liberar calor e ficará na forma gasosa. O valor numérico significa a Entalpia.
G6	41 kJ/mol	Endotérmica. O valor positivo do ΔH é positivo. Assim, a reação irá liberar energia.

Tabela 4: Resultados dos questionários respondidos pelos bolsistas e supervisor da escola 2.

Participante	Questão 1	Questão 2
PE2	41 kJ/mol	Endotérmica. Que as partículas vão ficando mais distantes devido sua movimentação entre as partículas, devido ao aumento da temperatura. A quantidade de calor que está sendo colocada no sistema.
G7	+41 kJ/mol	A reação apresentada na questão anterior é endotérmica, pois é necessária energia para “romper” as interações de hidrogênio e as ligações existentes nas moléculas de H ₂ O. O valor numérico seria a quantidade energética necessária para que sua transformação ocorra, que é o valor de 41 kJ/mol.
G8	-41 kJ/mol	Endotérmica. Numericamente falando, o ΔH negativo indica absorção de calor (enquanto que o positivo indicaria liberação de calor); a nível microscópico, a passagem da água do estado líquido para o estado gasoso indica que as moléculas de água estão se afastando e ficando mais agitadas. Tendo a agitação e movimento das moléculas (com consequente afastamento das mesmas) como a definição de calor, é necessário que o sistema ganhe calor para que ocorra a transformação física descrita, logo, também diz-se que o processo é endotérmico.
G9	41 kJ/mol	A reação apresentada é exotérmica significa que houve uma liberação de calor.
G10	Valor não determinado	A reação apresentada a seguir pode ser dada com uma reação extremamente endotérmica, dado a esse resultado devido ao alto que a temperatura que não ocorre. Então eu caracterizo que a reação da questão apresentada anteriormente se trata de uma questão que trouxe uma reação endotérmica o valor em nível microscópico se trata da questão relacionada ao valor da temperatura.
G11	-41 kJ/mol	A reação é exotérmica, pois na formação há liberação de energia. A quebra das ligações e/ou interações das moléculas de H ₂ e O ₂ para a formação de água. O valor numérico representa o calor liberado na quebra das ligações.
G12	+159kJ/mol	Exotérmica, que microscopicamente falando, as moléculas de água estão liberando energia além da que foi recebida para que as mesmas fossem formadas. Esse valor numérico significa a quantidade de energia liberada, nesse caso específico, na forma de calor.

Os graduandos do primeiro grupo (escola 1) ao se deparem com a questão comentaram que não se lembravam do conteúdo cobrado. Nesse momento teve interferência da docente PE1, onde ela disse aos estudantes, que para resolver a questão, bastava inverter a primeira equação e na sequência somar as equações, bem como os valores dos calores de formação.

Analisando os resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3, verificou-se que na primeira questão, 14,3% determinaram corretamente o valor de +41 kJ/mol, detalhando as

etapas da soma das equações e dos valores de ΔH , ou seja, aplicaram corretamente a lei de Hess. Já 57,2% aplicaram corretamente a lei de Hess, invertendo a equação que era necessária e fazendo a soma correta, entretanto, ao apresentar o valor final da variação de entalpia, colocaram apenas 41 kJ/mol, não dizendo se a variação era positiva ou negativa.

Um total de 14,3% dos participantes determinou o valor de -41 kJ/mol, percebendo que estes subtraíram as entalpias ao invés de somar, ou seja, não inverteram a equação que era necessária na resolução. Nota-se também, que estes não mostraram as etapas da soma das equações, apenas dos valores de ΔH .

Com a análise, verificou-se que 7,1% determinou um valor correspondente à +159 kJ/mol, nesse caso o participante subtraiu ao invés de somar e errou na hora de fazer as contas, sendo que novamente a lei de Hess não foi aplicada. Ainda 7,1% apresentou uma resposta sem sentido, não determinando nenhum valor.

Vale ressaltar que os participantes que determinaram o valor de -41 kJ/mol, +159 kJ/mol e nenhum valor para a variação de entalpia, eram do grupo 2 que não teve interferência da professora supervisora na hora da resolução do questionário.

MARQUES e TEIXEIRA JÚNIOR (2012) em uma investigação realizada para verificar as dificuldades dos alunos do Ensino Médio sobre conceitos da Lei de Hess, perceberam que os estudantes “demonstraram não entender o significado da Lei de Hess, não compreendendo a necessidade de se inverter as equações e nem o sinal da ΔH ” (p.1).

Analisando as respostas obtidas na segunda questão, nota-se que 21,4% afirmaram que a transformação era exotérmica, sendo que todos justificaram que houve liberação de energia, entretanto, quando analisa-se os valores da variação de entalpia determinados destaca-se os seguintes: -41 kJ/mol; 41 kJ/mol; +159 kJ/mol. Desse modo, percebe-se que não conseguiram associar o sinal matemático, positivo e/ou negativo, com a absorção e/ou liberação de energia. Assim, é importante que o docente, no trabalho da termoquímica, esclareça as formas de representar a variação de energia em uma reação química, por meio de sinais matemáticos, ou seja, que ora está ocorrendo absorção de energia (sinal positivo) e que ora está acontecendo liberação (sinal negativo) (SOARES; CAVALHEIRO, 2006, p. 30).

Souza (2007, p. 104) em um estudo com alunos do Ensino Médio verificou que algumas relações energéticas estabelecidas por eles “inicialmente não foi correta, considerando que eles expressaram que o saldo energético positivo caracterizava o processo exotérmico (liberação de calor) e o negativo caracterizava o processo endotérmico (absorção de calor)”.

Desse modo, ao tratar das formas de representações na termoquímica concordamos com Fernandez e colaboradores (2006, p. 1589) ao afirmarem que “os símbolos na equação precisam ser “traduzidos” passo a passo, de modo a promover uma aproximação gradual de significados”.

Já 78,6% afirmaram que a transformação era endotérmica, sendo que as justificativas variaram entre liberação de energia, absorção de energia e respostas relacionadas ao modelo cinético molecular. Os participantes G5 e G6 disseram que a transformação irá liberar energia, ressalta-se que o valor da variação de entalpia determinado por eles foi 41 kJ/mol, desse modo, percebe-se a importância de apresentar o sinal matemático. Os participantes G2, G3 e a PE2, que determinaram valores da variação de entalpia correspondente a 41 kJ/mol, utilizaram a ideia presente no modelo cinético molecular das partículas, dizendo que as moléculas estão mais agitadas e afastadas, porém a explicação dada não se aplica de forma significativa para o que foi solicitado na questão.

Outros participantes (G4 e G8) explicaram a absorção de calor, considerando algumas ideias do modelo cinético molecular ao dizer que:

[...] absorvem calor ficando agitadas, passando assim para o estado gasoso. (G4)

[...] as moléculas de água estão se afastando e ficando mais agitadas. Tendo a agitação e movimento das moléculas (com consequente afastamento das mesmas) como a definição de calor, é necessário que o sistema ganhe calor para que ocorra a transformação física descrita, logo, também diz-se que o processo é endotérmico. (G8)

Os participantes G7 e PE1 foram os que apresentaram respostas que relacionam a absorção de calor com o rompimento das interações intermoleculares da água no estado líquido. No entanto, G7 cometeu um equívoco em sua resposta ao afirmar que a energia seria necessária para romper as ligações existentes nas moléculas de água, uma vez que na mudança de estado físico não se tem o rompimento de ligações intra moleculares, mas apenas ligações intermoleculares.

Em relação ao significado do valor numérico eles destacaram que significa o valor gasto/absorvido na transformação, como vemos nas falas:

Esse valor numérico significa a quantidade de energia liberada, nesse caso específico, na forma de calor. (G12)

O valor numérico indica o quanto de energia é necessário para que a reação aconteça de forma endotérmica ou exotérmica. (G3)

Assim, com a análise percebe-se que alguns participantes não conseguem relacionar o rompimento e/ou formação de interações intermoleculares com a absorção e/ou liberação de energia. Ainda não conseguem assimilar o sinal matemático (positivo e negativo) com a variação de energia.

Como citado na revisão da literatura, Barros (2009) evidenciou que os alunos apresentam dúvidas “quanto à associação de ruptura e formação de ligações (ou de interações intermoleculares) com absorção e liberação de energia” (p. 241), desse modo, apresentam dificuldade de fazer relações entre os conceitos que estão sendo trabalhados com que já foram aprendidos.

Percebe-se que os participantes apresentaram respostas relacionadas ao modelo cinético molecular das partículas. Considera que eles utilizaram a ideia do calor como o sinônimo de temperatura ao dizer que as moléculas estão mais afastadas e agitadas.

As dificuldades percebidas ao longo da análise do questionário podem estar relacionadas com o fato de os participantes não se lembrarem do assunto, como citado por alguns ao longo da aplicação, considerando que tenha algum tempo que os mesmos não tenham contato com esse assunto. Porém, apenas com a aplicação do questionário não podemos identificar se os participantes estudaram ou não esse assunto na graduação, e se essas dificuldades são decorrentes do Ensino Médio.

No entanto, acredita-se que as dificuldades encontradas na resolução da primeira questão poderiam ser minimizadas se os participantes tivessem uma boa compreensão dos aspectos submicroscópicos, uma vez que na transformação apresentada tínhamos uma mudança de estado físico da água, do líquido para o gasoso. Assim, bastava que eles compreendessem que para essa mudança acontecer é necessário fornecer energia ao sistema, para romper as interações intermoleculares e assim, acontecesse a mudança de estado. Desse modo, a compreensão dos aspectos submicroscópicos auxilia quando se trabalha com a parte quantitativa.

Sendo assim, concordamos com Marques e Teixeira Júnior (2012, p. 1) ao ressaltarem a importância de se “observar que o real entendimento das equações químicas e dos processos a elas atribuídos, como no caso, a variação da energia, necessita de uma mediação do professor para ser compreendida pelos alunos”.

3.2- Análise do Grupo Focal

Para a apresentação dos resultados da realização do Grupo Focal, optou-se por realizar uma categorização dos dados, agrupando elementos semelhantes, apresentando trechos de algumas falas, bem como alguns episódios pertinentes, obtidos da transcrição do áudio e das anotações feitas pelo relator. Assim, delimitou-se essa investigação nas categorias apresentadas a seguir, as quais surgiram a partir dos dados obtidos.

- *Identificação de processos endotérmicos e exotérmicos.*
- *Atividades desenvolvidas/acompanhadas sobre termoquímica.*
- *Recursos/Materiais didáticos sobre o tema.*
- *Entendimento de um fenômeno físico endotérmico e exotérmico.*
- *Entendimento de uma Reação de combustão.*
- *Explicação de um fenômeno físico endotérmico e exotérmico.*
- *Importância da termoquímica: Problematização desse conteúdo.*

3.2.1. Identificação de processos endotérmicos e exotérmicos

Quando questionados sobre como identificar um processo endotérmico e um exotérmico, destacam-se as seguintes respostas dos bolsistas:

B4: Endotérmico é quando

B6: Endotérmico é quando você absorve energia.

B4: Absorve energia.

B6: E o exotérmico é quando essa energia é liberada para o meio.

Assim, pelas falas percebe-se que eles conceituam o endotérmico como um processo que absorve energia e como um processo exotérmico aquele que libera energia. Livros didáticos, tanto da educação básica como do ensino superior, apresentam essas definições ao conceituar esses processos.

Todas as reações químicas ou mudanças de estado físico que envolvem liberação de energia do sistema para a vizinhança na forma de calor são chamadas **processos exotérmicos** [...]. Já as reações químicas ou mudanças de estado físico em que o sistema absorve energia da vizinhança na forma de calor são chamadas **processos endotérmicos** [...] (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p. 80-81).

Em relação aos exemplos de processos endotérmicos e exotérmicos, os trechos destacados foram:

B4: Endotérmico, por exemplo, que gela alguma coisa. E o exotérmico que esquentar, né?

B1: Acho que a dissociação do KOH é um processo endotérmico, não é? Não lembro. Eu acho que é.

[...]

B4: Por exemplo, uma limalha de ferro com ácido sulfúrico é exotérmico, né?

PQ: Você considera que é exotérmico, por quê?

B4: Porque esquenta o bquer.

Analisando as falas nota-se que os alunos utilizam a sensação térmica para diferenciar um processo endotérmico de um exotérmico. A elevação ou diminuição da temperatura é uma ferramenta útil e pode ser utilizada em aulas práticas, auxiliando na diferenciação de processos endotérmicos e exotérmicos, uma vez que se o sistema absorve energia da vizinhança, observa-se uma diminuição na temperatura do sistema.

Souza (2007) desenvolveu alguns experimentos trabalhando com sistemas aquecidos e resfriados, sendo que essas atividades associadas ao modelo de modelagem contribuíram para a identificação e compreensão de processos endotérmicos e exotérmicos.

Em outro trecho foi possível observar a mesma concepção, ao serem questionados de como identificar um processo exotérmico:

B1: O que eu tinha também de definição era aquilo lá mesmo que a gente estava falando.

B4: Colocou a mão e está quente.

PQ: Colocou a mão e está quente?

B1: Colocou a mão e está quente.

B6: Exotérmico?

B4: Exotérmico.

PQ: É.

B1: É o que falou sobre temperatura

B4: Porque o endotérmico vai.

B10: Exo vem de que? Liberação de calor?

B1: De liberação.

B6: Exo libera calor.

[...]

B1: Igual ele falou, colocou a mão tá quente é exotérmica e colocou a mão tá gelado é endotérmica. Por isso que eu falei do sentido do KOH, porque eu lembrei que estava fazendo a dissociação do hidróxido de potássio e ficou gelado. Na minha concepção isso classificaria como endotérmica.

PQ: Por exemplo, pensando no caso de uma dissolução, que foi o que você fez, o hidróxido de sódio...

B1: É hidróxido de potássio. Ah!! Pensando no hidróxido de sódio.

PQ: O que você acha?

B1: Ah não sei. Normal. Não mudou.

PQ: Já viram a dissolução do hidróxido de sódio?

B10: O hidróxido de sódio é a soda cáustica?

PQ: Soda cáustica.

B8: Fica quente

B10: Fica quente.

B2: É o da produção de sabão?

B1: Ah, tá. Estava confundindo com cloreto de sódio. Fica quente.

Novamente, observa-se que a elevação e/ou diminuição da temperatura foi o critério utilizado pelos bolsistas para diferenciar um fenômeno endotérmico de um exotérmico. Desse modo, uma observação macroscópica permite classificar os processos, uma vez que consistem em observações presentes em nosso cotidiano.

Esse diálogo permitiu ainda verificar a concepção de B1 em relação ao conceito de calor, como vemos no trecho de falas a seguir:

B1: Mas então e aí? É liberação de calor ou liberação de energia?

B6: Mas não ficaria gelado o exotérmico?

B4: Não. O endotérmico.

B1: O endotérmico que fica gelado.

B10: É reação espontânea.

B1: É que na minha concepção também era isso, mas agora eu estou na dúvida.

B4: Agora estou na dúvida.

B1: É de energia ou de calor? Porque se for só de calor aí eu não consideraria a combustão como exotérmica. Mas se for só energia.

B10: Mas o calor é o que?

B4: Ausência de temperatura.

B1: Temperatura né?

Assim, percebe-se que B1 não compreende o calor com um fluxo de energia. Desse modo, apresenta a concepção de que o calor é diretamente proporcional à temperatura, apresentado no trabalho de Mortimer e Amaral (1998). Segundo os autores essa concepção decorre do modo como lidamos com o ‘calor’ em nosso dia-a-dia. Em nossa linguagem é comum utilizarmos as expressões como ‘faz muito calor’, ‘calor humano’, entre outras. Como está enraizado em nossa linguagem, dizemos que ‘faz muito calor’ quando temos altas temperaturas. Por isso, essas “idéias fazem com que os conceitos de calor e temperatura sejam muitas vezes considerados idênticos” (MORTIMER; AMARAL, 1998, p.31).

Com isso, fez-se importante conceituar temperatura do ponto de vista científico, sendo que esse conceito,

deriva da observação de que energia pode fluir de um corpo para outro quando eles estão em contato. A temperatura é a propriedade que nos diz a direção do fluxo de energia. Assim, se a energia flui de um corpo A para um corpo B, podemos dizer que A está a uma temperatura maior do que B. Essa maneira de definir a temperatura também estabelece a relação entre calor e temperatura. O calor, como fluxo de energia, sempre passa de um sistema a uma temperatura maior para um outro a uma temperatura menor, quando os dois estão em contato. Deve-se destacar que só há fluxo de energia e, portanto, calor, quando há diferença de temperatura. O calor é, dessa maneira, diretamente proporcional à diferença de temperatura entre os dois sistemas entre os quais está havendo a transferência de calor, e não à temperatura de qualquer dos sistemas (MORTIMER; AMARAL, 1998, p.31).

Assim, se faz necessário inserir atividades em sala de aula, como as sugeridas no artigo de Mortimer e Amaral (1998), a fim de reconhecer as concepções dos estudantes e com

isso, construir ideias científicas, conseguindo reconhecer as diferenças entre esses dois tipos de ideias.

3.2.2. Atividades desenvolvidas/acompanhadas sobre termoquímica

Uma das atividades realizadas pelos bolsistas do PIBID subprojeto Química/Pontal é o acompanhamento de aulas de Química nas turmas do Ensino Médio. Em relação ao acompanhamento de aulas sobre termoquímica durante as atividades do PIBID e/ou estágio supervisionado, os participantes afirmaram que sobre esse assunto ainda não tiveram a oportunidade de realizar tal atividade. Apenas B10 afirmou que:

Já devo ter acompanhado, mas só aula teórica mesmo. Eles falam as definições de endotérmico e exotérmico. Mas, atividades falando da Termoquímica e sua aplicação, nunca acompanhei. (B10)

O participante B8 relatou ter desenvolvido em uma disciplina da graduação (que discute a experimentação na educação básica) uma atividade experimental sobre termoquímica. Segundo ele a ideia era utilizar a prática como atividade introdutória do conteúdo, por isso foi realizado experimentos simples de serem executados e que utilizava materiais de fácil aquisição, como vemos na fala a seguir:

*B8: Fizemos aquele experimento com acetona, passando na mão para sentir. Foi todas aquelas práticas mais simples, a dissolução da ureia também para sentir quando ela esfria. Do álcool. Teve outro que pingava glicerina no permanganato de potássio e aí entrava em combustão. E aí era liberação de calor.
B10: Ah sim. É exotérmica.*

Além disso, ele afirma que durante a prática buscou-se utilizar questionamentos a fim de instigar os alunos a compreender o que estava acontecendo. O trecho a seguir relata o diálogo entre a pesquisadora e o participante B8 sobre o desenvolvimento do experimento.

*B8: Eram perguntas assim para instigar os alunos. Mas porque está absorvendo e porque está liberando? Porque está acontecendo isso ou aquilo? Porque o professor, não queria que fosse uma aula já para explicar.
PQ: E você teve o retorno desses porquês, a partir desses experimentos?
B8: Não. Não teve. Você fala depois?
PQ: Não. Assim, durante. Porque você fala que a ideia era que eles explicassem porque era endotérmico ou porque era exotérmico. Durante a prática você teve esse retorno?
B8: Durante a prática? É. Como os meninos já estavam na graduação, muitos já ficava brincando, ah porque está absorvendo calor. Aí tinha até uma aluna que gostava de participar mais, ela explicou bem, lembro que a resposta dela foi bem química. Mas não lembro como que foi não. O que ela falou certinho não.
PQ: Você acha que essa atividade funcionaria lá no Ensino Médio?
B8: Funcionaria. Porque é bem simples. Eu acho que daria certo sim.*

Pelo diálogo, entende-se que a prática foi explorada no sentido de identificar processos endotérmicos e exotérmicos através da sensação térmica e com isso dizer se estava absorvendo ou liberando calor. Percebe-se, ainda, que durante a prática, foram lançados questionamentos, no intuito de promover uma discussão sobre os fenômenos ocorridos. No entanto, analisando o argumento apresentado por B8, nota-se que faltou na prática uma discussão a nível submicroscópico, onde poderia ser explorada a explicação do fenômeno físico da evaporação da acetona ou ainda explorar as etapas da dissolução da ureia, entre outras possibilidades.

Sabemos que no processo de ensino e aprendizagem da Química a experimentação é de extrema importância, auxiliando na compreensão dos conceitos químicos (SALVADEGO; LABURÚ, 2009). Essa metodologia pode ser entendida segundo Silva, Machado e Tunes (2011, p. 235) “como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Dessa forma, o aprender ciência deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar”.

Porém, concordamos com as palavras de Silva, Machado e Tunes (2011) que ao conduzir uma atividade experimental, é importante que o docente consiga abordar os três níveis do conhecimento químico, ou seja:

a observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional. A observação macroscópica consiste em descrever aquilo que é visualizado durante a realização do experimento. Já na interpretação microscópica deve-se recorrer a teorias científicas disponíveis que expliquem o(s) fenômeno(s) estudado(s). Por sua vez, na expressão representacional é recomendado empregar a linguagem química, física ou matemática (fórmulas, equações, modelos representacionais, gráficos, etc.) para representar o fenômeno em questão (SILVA; MACHADO; TUNES, 2011, p. 247) (grifo do autor).

Ainda o participante B10, afirma ter acompanhado na graduação atividades sobre o tema, uma das atividades foi desenvolvida por B8 e a outra foi realizada por uma graduanda em uma disciplina didática. De acordo com B10 a atividade foi semelhante à relatada pelo bolsista B8.

3.2.3. Recursos/Materiais didáticos sobre o tema

Segundo Freitas (2007, p. 21) os materiais e equipamentos “também conhecidos como “recursos” ou “tecnologias educacionais”, [...] são todo e qualquer recurso utilizado em um procedimento de ensino, visando à estimulação do aluno e à sua aproximação do

conteúdo”. Podendo ser considerados como ferramentas importantes que facilitam e contribuem para o processo de ensino e aprendizagem.

Assim, optou-se por explorar o conhecimento dos bolsistas em relação aos recursos/materiais didáticos sobre o tema. Para isso, perguntou-se quais recursos/materiais didáticos sobre termoquímica eles conheciam.

Os participantes se manifestaram alegando que conheciam apenas experimentos relacionados ao tema. Afim, de enriquecer a discussão buscou-se saber a opinião dos bolsistas sobre esses experimentos. Foi relatado alguns experimentos realizados em uma atividade da Semana da Química, onde foi feita uma prática sobre evidências de reações químicas que liberava calor. Além disso, em relatos da categoria anterior foram abordadas outras atividades experimentais.

Outra ação desse grupo de bolsistas é a análise do livro didático adotado pela escola em que eles atuam. Por isso, nos interessamos saber se os bolsistas conhecem como o conteúdo de termoquímica se encontra nesse livro didático. Os participantes alegaram que analisam o livro de acordo com o conteúdo trabalhado pelos professores de Química que eles acompanham em sala de aula. Logo, como eles ainda não acompanharam esse conteúdo, não analisaram o capítulo referente ao tema.

Mais um questionamento abordado durante o Grupo Focal foi às fontes de consulta que os graduandos utilizariam, ou seja, onde pesquisariam se fosse solicitado que eles elaborassem uma atividade sobre termoquímica. Com isso, destacamos o seguinte trecho de falas:

B6: Internet.

PQ: Na internet?

B10: Eu sempre vou primeiro no livro didático.

B6: YouTube.

PQ: No YouTube? Aonde você iria no YouTube?

B8: Eu uso o livro primeiro.

B1: Eu também.

B8: Em todos que foram aprovados. Martha Reis, Química cidadã, Ser protagonista.

PQ: Então, vocês iriam consultar o livro didático da educação básica?

B8: É.

B1: E na internet também.

B8: Também.

PQ: Do livro didático, o que vocês iriam tirar? Iria trabalhar tudo sobre o tema que está no livro? Ou vocês iriam tirar só o conceito?

B1: Depende do livro. Porque tem livro que tem projeto já, por exemplo, de atividade experimental, de uma aula diferenciada.

B8: Isso. Igual o Mortimer ele busca trabalhar muito com o contexto de texto, mais com o dia-a-dia do aluno.

B1: Contextualização.

B8: É. Acho que daria para tirar alguma coisa envolvendo o dia-a-dia do aluno no livro do Mortimer. Eu não sei como está abordado lá esse conteúdo. Mas ele costuma trazer mais assim, envolvendo mais com o dia-a-dia. Eu ia olhar os exercícios também.

Percebe-se que o livro didático, constitui-se como uma das principais fontes de consulta, onde este é utilizado para estudar o conceito, auxiliador da organização da sequência dos conceitos, bem como fonte de exercícios. No entanto, nota-se que a pesquisa não fica restrita aos livros, buscando outras fontes de pesquisas como, por exemplo, a internet. Além disso, nota-se que os licenciandos se preocupam com a abordagem adotada pelo livro, se apresenta o conteúdo contextualizado, integrado com temas sociais e da vida cotidiana.

Em um estudo realizado anteriormente, Frison e colaboradores (2009) verificaram que “o livro didático é utilizado pela maioria dos professores como instrumento principal que orienta os conteúdos que devem ser desenvolvido, a sequência desses conteúdos, as atividades de aprendizagem e a avaliação para o ensino” (p. 11).

Já Megid Neto e Fracalanza (2003) identificaram o uso do livro didático, por professores, em três grupos, desse modo:

Num primeiro grupo, os professores indicam uso simultâneo de várias coleções didáticas, de editoras ou autores distintos, para elaborar o planejamento anual de suas aulas e para a preparação das mesmas ao longo do período letivo. Num segundo grupo, comentam que o livro didático é utilizado como apoio às atividades de ensino-aprendizagem, seja no magistério em sala de aula, seja em atividades extra-escolares, visando especialmente a leitura de textos, a realização de exercícios e de outras atividades ou, ainda, como fonte de imagens para os estudos escolares, aproveitando fotos, desenhos, mapas e gráficos existentes nos livros. Por fim, num terceiro grupo, os professores salientam que o livro didático é utilizado como fonte bibliográfica, tanto para complementar seus próprios conhecimentos, quanto para a aprendizagem dos alunos, em especial na realização das chamadas “pesquisas” bibliográficas escolares (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003, p. 148).

Quando questionados sobre os sites que seriam utilizados por eles durante as pesquisas, eles citaram: Brasil Escola⁵, Portal do Professor⁶, Uol Educação⁷. Ainda relataram os seguintes canais do YouTube⁸: Salada atômica e Manual do Mundo.

No desenvolvimento do Grupo Focal os licenciandos foram questionados a respeito de quais estratégias poderiam auxiliar no ensino de termoquímica, em uma abordagem que contemplasse o nível submicroscópico. Assim, os participantes sugeriram o uso de experimentos em sala, sendo que de acordo B6 o trabalho aconteceria da seguinte forma:

⁵ <http://brasilescola.uol.com.br/>

⁶ <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>

⁷ <https://educacao.uol.com.br/>

⁸ <https://www.youtube.com/>

Organizaria turmas e orientaria o que cada turma iria fazer, aí no final eles iriam sentir essa mudança de temperatura e iam se interessar pelo assunto. Mas, professor por que ficou frio de repente? Ou por que ficou frio ou por que ficou quente? E que fenômeno está ocorrendo aqui? Despertar a curiosidade. (B6)

Pela fala percebe-se que o propósito do experimento sugerido pelo bolsista consiste na utilização deste como um recurso motivador. Porém, Marcondes *et al.* (2010, p. 2) ressaltam que

o ensino experimental tem sido considerado um recurso útil para promover a aprendizagem de ciências, no entanto este recurso pedagógico muitas vezes é utilizado de maneira desvalorizando seus aspectos cognitivos e privilegiando muitas vezes somente seu caráter motivador. A atividade experimental não deveria ser utilizada apenas para ilustrar conhecimentos que já foram apresentados aos alunos ou verificar teorias já elaboradas, no entanto, muitas atividades experimentais são desenvolvidas nas escolas apoiadas nessas concepções.

Com isso, é importante trabalhar com as atividades experimentais de forma investigativa, explorando discussões mediante uma análise do fenômeno em nível submicroscópico. Por isso, interessamos saber se o licenciando se preocuparia em explorar esse nível de conhecimento, ou ficaria na abordagem de classificar como endotérmico ou exotérmico, a partir da análise de absorção e liberação de energia com a variação de entalpia, sem de fato explicar o que ocorre na liberação/absorção em nível submicroscópico. Sobre esse aspecto destacamos o seguinte trecho de falas:

B6: É assim, na escola quando eu estudei o professor explicava só isso, ΔH positivo endotérmico, ΔH negativo exotérmico e não explicava o que tinha por trás daquilo ali. Só o superficial.

B7: Eu já tive a tabela com os valores de energia de ligações, na hora de ter o cálculo da formação, por exemplo, quando eu falo da ligação carbono e hidrogênio, carbono-oxigênio, cada um tem um valor. Eu já cheguei fazer exercícios que você tinha apenas esses valores de ligações e fazia o cálculo do ΔH da reação a partir desses valores.

B6: Isso.

PQ: Mas trabalhar apenas com esses valores, vocês considera que está tendo uma explicação em nível submicroscópico? Vocês estão explicando o fenômeno para o aluno?

B6: Acho que não.

PQ: Estão ou não?

B6: A gente está explicando a parte matemática. Agora a parte química mesmo eu acho que não.

Diante do exposto, percebe-se que os bolsistas tem consciência da importância de abordar o nível submicroscópico do conhecimento, porém tem dificuldade de inserir nas atividades sugeridas. Por isso, ressaltamos a importância de desenvolver o ensino de Química que inter-relacione os três níveis do conhecimento: o fenomenológico, o teórico e o representacional, proposto por Mortimer, Machado e Romanelli (2000) e detalhado na revisão

da literatura. Pelos argumentos apresentados ao longo do Grupo Focal, percebe-se uma maior ênfase no representacional, seguido do fenomenológico e pouco se trabalha com o teórico.

Ainda sobre sugestões de estratégias que auxiliariam no ensino de termoquímica, além da atividade experimental, os participantes afirmaram que uso de animações seria uma ferramenta interessante ao abordar esse assunto, uma vez que:

B6: Porque através da animação os alunos ficam mais assim... Como que é a palavra?

B11: Entusiasmados. Mais interessados.

B6: Interessados.

B11: É mais didático também.

B6: É mais didático também, porque se a gente ficar só falando e passando na lousa eles acabam não entendendo muito.

Segundo o participante B6 o uso de animações permitiria mostrar como o fenômeno ocorre, ou seja, auxiliaria na explicação principalmente no que tange o nível submicroscópico, pois segundo os bolsistas as animações poderiam ser úteis para associar a liberação e/ou absorção de energia com a formação e o rompimento de ligações intra ou intermolecular. Além disso, essa ferramenta possibilita fazer correlações entre os três níveis do conhecimento químico.

De acordo com Silva (2007b) os alunos se sentem mais confortáveis quando se trata das representações no nível macroscópico do conhecimento químico. Em contrapartida, no nível submicroscópico os estudantes apresentam dificuldades em compreender e expressar seja de forma oral ou grafada, nessa dimensão do conhecimento químico. Segundo ele,

as reclamações mais frequentes são que existem muitas representações e de muitos tipos, e que os significados das representações são de difícil apreensão. A contribuição que os computadores trouxeram na compreensão deste nível do conhecimento químico está na possibilidade de representação simultânea dos três níveis do conhecimento, de forma a integrar e transitar por cada um destes níveis. (SILVA, 2007b, p. 32).

Por isso, a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação na sala de aula se mostra eficaz no processo educacional, pois podem contribuir correlacionando os três níveis do conhecimento químico: o fenomenológico, o teórico e o representacional.

Ainda, quando questionados em relação ao conhecimento destes sobre o domínio destes em desenvolver ferramentas digitais, a exemplo de simulações e animações, todos alegaram que não ter conhecimento de como elaborar esse tipo de tecnologia.

3.2.4. Entendimento de um fenômeno físico endotérmico e exotérmico.

O segundo encontro do Grupo Focal iniciou-se com o seguinte questionamento: “Por que ao derrarmos acetona na mão, temos uma sensação de “frio”?”. Desse modo, destaca-se o seguinte trecho do diálogo.

B2: Seria um processo endo?

PQ: Endotérmico? Por que seria endotérmico?

B2: Não sei.

AP: Alguma ideia?

B7: Eu estou pensando.

B2: Gente eu já fiz um experimento desses, mas eu não lembro a explicação. Foi em metodologia 2. E aí a aluna deu uma aula. Ela passava acetona na mão e ela explicava o porquê, mas eu não lembro.

B8: A gente sabe que ela evaporar rápido pela alta volatilidade dela, mas a sensação de frio...

PQ: Vou ajudar vocês pensarem... Seria um processo endotérmico ou exotérmico?

B9: Endotérmico.

B8: Endotérmico.

AP: Endotérmico. Seria endotérmico porque está acontecendo o que?

B2: Está retirando calor. O calor está saindo.

B9: É.

PQ: E aí se acetona volatiliza rápido, esse calor que está sendo absorvido está servindo pra que? Porque tem uma finalidade, concordam?

B2: Uhum.

[Silêncio por um tempo]

PQ: E aí?

PQ: B6 eu perguntei para os meninos porque ao derramar acetona na mão, nós temos uma sensação de “frio”?

B6: Frio? Porque ela absorve calor da nossa mão nesse caso. Se nossa mão está quente, está numa temperatura ambiente. Se a gente derrama sente essa sensação de frio porque imediatamente ela absorve o calor.

PQ: Sim. E aí o segundo questionamento é porque a acetona absorve esse calor?

Pelas falas observa-se que os licenciandos classificam o processo que ocorre como endotérmico, pelo fato de estar absorvendo energia. Porém, quando questionados o porquê que ocorre absorção, surgiu um conflito conceitual, sendo que os bolsistas ficam com dificuldade de expor suas opiniões.

Ainda B2 ao afirmar que “*Está retirando calor. O calor está saindo.*” demonstra uma ideia substancialista do calor, “sendo entendido como uma substância material” e animista, sendo o calor “considerado uma substância viva e que dá vida a outros seres/substâncias”. Ideias essas que foram apresentadas nos perfis conceituais propostos nos artigos de Amaral e Mortimer (2001); Diniz Júnior, Silva e Amaral (2015, p. 60).

Em meio ao conflito a pesquisadora instigou os bolsistas, dizendo que B8 já tinha dado alguns caminhos, porém eles ainda não tinham conseguido associar. Nesse momento eles retomam as discussões baseados na volatilidade da acetona.

B8: Volatilidade.

B6: Oi?

B2: Volatilidade.

B8: Volatilidade da acetona.

B7: A absorção é necessariamente para ela ter essa evaporação mais rápida.

PQ: E nessa evaporação o que acontece em termo atômico-molecular?

B7: Cada um em um canto.

PQ: E esse cada um em um canto significa o que?

B7: Cada molécula vai para um lugar e vai ter uma expansão do volume. As moléculas vão seguindo seus caminhos, digamos assim e se afastando cada vez mais.

PQ: Mas para elas seguirem seus caminhos o que precisa acontecer com elas?

B2: Agitação.

B7: Agitação.

B2: Mas aí não tem.

PQ: Mas porque nós temos as moléculas juntas? Porque as moléculas de acetona ficam próximas umas das outras?

B6: Acho que precisamos ter alguma coisa...

B9: Interações intermoleculares. Elas ficam próximas umas das outras, devido suas interações intermoleculares.

PQ: Então é isso que mantém as moléculas de acetona unidas no estado líquido?

B9: Uhum.

PQ: Então, para a acetona passar para o estado gasoso, que é o que acontece na volatilização da acetona, precisam-se romper essas interações intermoleculares. Concordam? E como que vai romper essas interações?

B9: Absorvendo energia.

PQ: Exatamente. É por isso que a acetona absorve calor da nossa mão. E esse calor que ela absorve é para romper essas interações intermoleculares e as moléculas conseguem então mudar de estado físico. E a sensação de frio é justamente por isso. Conseguem pensar nisso?

[provavelmente consentiram positivamente com a cabeça]

Ao analisar o trecho apresentado nota-se que os bolsistas associam a sensação de “frio”, com a volatilidade da acetona. Porém, tem dificuldade de relacionar a absorção com o rompimento de interações intermoleculares, não conseguindo apresentar argumentos em nível submicroscópico sobre essa associação. Os bolsistas iniciam a discussão baseados no modelo cinético, explicando como as moléculas estão organizadas no estado gasoso, precisando da intervenção da pesquisadora para relacionar a evaporação com o rompimento de ligações intermoleculares. Em relação ao modelo de partículas para os estados, sólido, líquido e gasoso, Mortimer e Machado (2013a, p. 135) destacam que:

O aumento de temperatura provoca, em média, aumento da energia cinética das partículas, que se traduz num aumento de seu movimento. Isso gera um enfraquecimento da interação entre as partículas. Assim, num sólido, a interação é forte e o movimento é pequeno, somente de vibração em torno de posições fixas. Dizemos que o estado sólido é uma fase condensada porque as partículas estão muito próximas umas das outras.

No líquido, aumenta o movimento, mas não o suficiente para que não exista interação entre as partículas. As partículas no líquido podem se mover; isso explica por que os líquidos não têm forma própria e assumem a forma dos recipientes em que eles estão. Um líquido também é uma fase condensada, pois a distância média

entre suas partículas não é muito diferente daquela do sólido, quando se trata do mesmo material.

No gás, o movimento das partículas é muito rápido e a interação entre elas, muito fraca. Assim, as partículas não se aglomeram e se deslocam individualmente, e existe grande espaço entre elas. Isso explica por que os gases se difundem com rapidez e por que podem ser comprimidos.

Assim, o que precisa ficar conceitualmente claro é que na “ruptura de qualquer ligação química ou de interação intermolecular, o sistema absorve energia e há aumento de sua energia potencial” Barros (2009, p. 243).

Essa dificuldade evidenciada ao longo do Grupo Focal, de associar o rompimento de interações intermoleculares com a absorção de energia foi também encontrada na aplicação do questionário. Além disso, foi citada ao longo da revisão da literatura e da análise do questionário, que essa também foi uma dificuldade apresentada no estudo desenvolvido por Barros (2009).

Ainda para explorar o entendimento de um fenômeno físico endotérmico, entregou novamente o questionário aplicado na primeira etapa da pesquisa, para que os bolsistas pudessem expressar de forma escrita seu entendimento e auxiliasse/facilitasse as discussões.

Inicialmente, após tentaram desenvolver uma resposta, os bolsistas alegaram que a primeira questão estava difícil de resolver, por isso, a pesquisadora fez algumas intervenções no sentido de auxiliar a resolução. Com isso, destaca-se o trecho:

B6: PQ, nesse caso aqui nós temos dois valores, -283 e -242. Eu lembro que... Corrige-me se eu estiver errado. Vai ser o ΔH de formação de um menos o ΔH de formação do outro?

B2: É isso né?

PQ: Foram dados na primeira questão alguns calores de formação da água no estado líquido e da água no estado gasoso. O calor de formação da água no estado líquido é -283 kJ/mol e o calor de formação da água gasosa -242 kJ/mol. Com base nesses valores eu quero que vocês calculem a variação de entalpia da transformação da água do estado líquido para o gasoso. Então eu preciso de um processo em que eu tenha água líquida se transformando em água gasosa. Então podemos aplicar a Lei de Hess, por exemplo, aplicando-a conseguimos determinar o valor da variação de entalpia. Mas, para que consiga aplicar precisamos ter nos reagentes, água no estado líquido e nos produtos, água no estado...

B6: Gasoso.

PQ: E como eu vou ter a partir dessas duas equações termoquímicas? Porque a que eu estou interessada é uma terceira equação que vocês irão montar. Concordam?

B2: A equação?

PQ: É. No caso aí. [Indo até o quadro]

B2: No caso vai ter que inverter?

PQ: É essa transformação que eu quero. [escrevendo no quadro $\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$] Água no estado líquido transformando em água no estado gasoso.

B7: Mas essa inversão eu fiz de cabeça.

PQ: Não é esse processo que eu estou querendo? Qual será o valor de ΔH ?

B2: Essa daí é a reação global né?

PQ: Sim.

Com a ajuda dada, os bolsistas conseguiram encontrar valores para a variação de entalpia da transformação da água líquida em água gasosa. Para organizar os valores encontrados e relatados pelos bolsistas, agrupou-se esses resultados na Tabela 5 a fim de facilitar a discussão.

Tabela 5: Resultados determinados da variação de entalpia.

Participante	Valor de variação de entalpia determinado
B2	+ 41 kJ/mol
B5	Não determinou nenhum valor
B6	+ 41 kJ/mol
B7	-525 kJ/mol
B8	+525 kJ/mol
B9	+525 kJ/mol
B11	Não determinou nenhum valor

Após os participantes compartilharem com o grupo os valores encontrados, antes de a pesquisadora relatar quais valores estava correto, os próprios participantes chegaram a um consenso se haviam resolvido de maneira exata. Como vemos nas falas abaixo:

B7: Ah, sim. Eu confundi.

PQ: O resultado é?

B7: Não é o final menos o inicial?

PQ: É a soma do ΔH das duas reações.

B2: É. Só que você tem que inverter e inverte o sinal.

B8: Aí vai ficar +283 - (- 242), não é?

PQ: Não. Vai somar as duas.

B8: Ah é somado. Vai ser +283 - 242

B2: +283-242

PQ: É a soma.

B9: É a soma?

B8: Que dá +41.

PQ: +41 kJ/mol. Nesse caso o sinal positivo é importante. Por que o sinal é importante?

B6: Porque mostra o processo que está ocorrendo. Se fosse negativo seria um processo, como é positivo é outro.

PQ: E positivo representa qual processo?

B6: Endotérmico.

PQ: E negativo representa exotérmico. [...]

Pelo trecho de falas apresentado, nota-se que os bolsistas se confundiram e não conseguiram aplicar a Lei de Hess. No entanto, o auxílio inicial e as intervenções feitas pela

pesquisadora, podem ter influenciado nas respostas, uma vez que a aplicação da lei de Hess não consiste na única forma de resolver o problema proposto.

Quando B7 questiona se é o final menos o inicial, se ele tivesse pensado o final como o calor de formação da água gasosa, que no caso corresponde a -242 kJ/mol e o inicial como o calor de formação da água no estado líquido (-283 kJ/mol), e tivesse aplicado matematicamente a equação sugerida (final menos o inicial), teria chegado no valor correto. Porém, percebe-se uma confusão de conceitos ao resolver a questão. O que também foi observado na análise dos questionários, já mencionado anteriormente.

Analisando as falas acima, percebe-se que eles compreendem a importância de se utilizar o sinal matemático positivo ou negativo, como forma de representar se está ocorrendo absorção ou liberação de energia. O que não foi evidenciado na análise do questionário.

Em relação à discussão da segunda questão proposta no questionário de apoio, B6 afirma que ficou com dúvida em como explicar o processo em nível submicroscópico. Na primeira parte dessa questão, os bolsistas deveriam classificar a transformação da água líquida em água gasosa como endotérmica ou exotérmica, sendo que as falas emergidas para essa questão classifica o processo corretamente como endotérmico. Sobre o porquê ocorre absorção, ou seja, a explicação em nível submicroscópico, ressaltam-se as falas:

B9: Para que haja o rompimento das interações intermoleculares entre as moléculas de água ela precisa absorver essa quantidade de energia. E aí ocorre a mudança de estado.

PQ: Então essa seria a explicação quando pensamos no nível submicroscópico. Todo mundo concorda?

B6: B9, repete aí, por favor.

B9: Eu acho que para que haja um rompimento das interações intermoleculares a água precisa absorver essa quantidade de energia, passando ela do estado líquido para o gasoso.

Após a explicação apresentada por B9, todos concordaram com a resposta apresentada pelo bolsista.

Quando indagados sobre o significado do valor numérico encontrado, os bolsistas relataram que esse valor consiste na quantidade de energia que deve ser fornecida para água líquida, para romper as interações intermoleculares existentes entre as moléculas de água e, assim tenha a mudança de estado físico.

Dando sequência sobre o entendimento dos fenômenos endotérmicos e exotérmicos, destaca-se o seguinte diálogo:

PQ: E aí pensar em um fenômeno físico depois que falamos da acetona é tranquilo, não é? Pois são processos semelhantes. E o inverso, se tivéssemos transformando água gasosa em água líquida?

B9: Seria liberado.

PQ: Mas, porque nesse caso seria preciso liberar?

B9: Porque no estado gasoso as moléculas estão no estado de agitação maior, então as interações intermoleculares estão... Mais distantes.

B7: Menores.

B9: Menores, maiores.

B7: Não. Estão menores. As interações intermoleculares?

B9: No gasoso.

B7: Menor. As moléculas estão mais longe.

B9: Foi o que eu disse.

B7: Então. Exatamente.

B9: Estão menores e para que a água fique no estado líquido essas interações tem que ser maiores aí vai ter que liberar essa energia de alguma forma.

PQ: Então poderíamos dizer que para conseguirmos... Eu penso que as interações moleculares são mais intensas no estado líquido. Então para retomar essas interações moleculares é preciso liberar uma energia. Assim passando do estado gasoso para o líquido. Certo?

Nesse caso relatado os graduandos conseguiram argumentar sobre os processos de absorção e liberação relacionando com o rompimento e formação de interações intermoleculares, trazendo para discussão o modelo cinético, porém isso só ocorreu após ter sido explicado essa associação para o caso da volatilização da acetona.

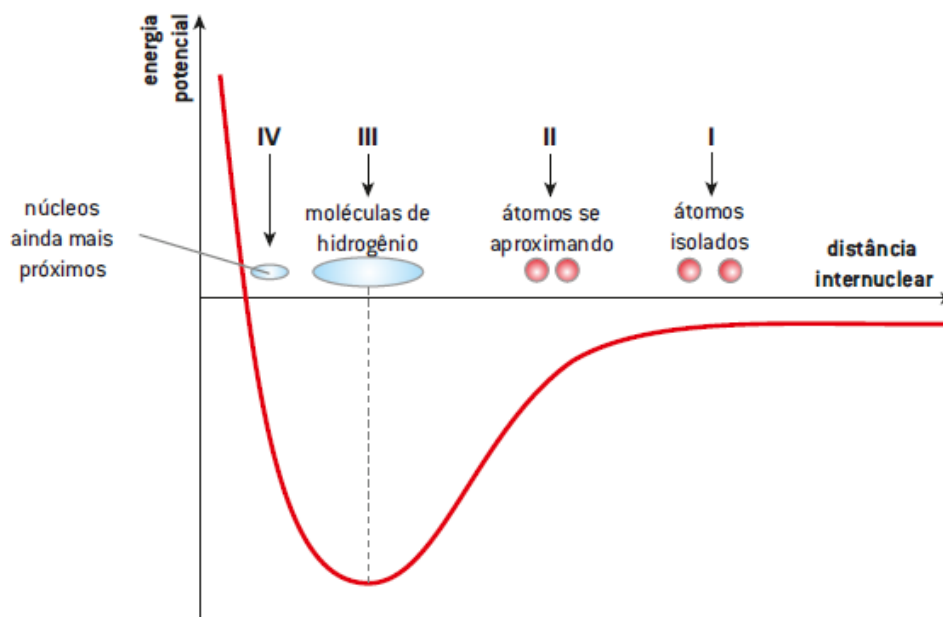
Diante do que foi exposto, evidencia como Rosa e Schnetzler (1998, p. 33) uma “ausência de limites entre o observável (fenomenológico) e o nível explicativo ou interpretativo (nível atômico-molecular)”, causando dificuldades na compreensão da finalidade dos modelos teóricos na interpretação de fenômenos e ainda uma carência na construção de conceitos fundamentais do conhecimento químico.

3.2.5. Entendimento de uma Reação de combustão.

Quando relacionamos o calor e energia nas mudanças de estado físico e nas transformações químicas, é importante entendermos, como Mortimer e Machado (2013b, p 79) conceituam que “a energia pode ser classificada em dois tipos: energia cinética ou energia potencial. A energia potencial deve-se à posição ou à composição”. Sendo que se deve lembrar que “forças atrativas e repulsivas entre núcleos e elétrons em moléculas também resultam em energia potencial” (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p 79).

Esses autores, para explicar a formação das ligações entre átomos (por exemplo, entre dois átomos de hidrogênio) utilizam a representação por meio de um diagrama de energia potencial (Figura 3).

Figura 3: Diagrama de energia potencial versus distância internuclear na formação de uma molécula de hidrogênio.



Fonte: Mortimer e Machado (2013b, p. 80).

Assim, analisando o diagrama, observa-se que:

a formação das ligações químicas entre os átomos de hidrogênio resulta em liberação de energia correspondente à diminuição da energia potencial. Essa liberação de energia ocorre sempre que uma ligação química é formada. Para que a ligação seja desfeita, é necessário que se forneça energia (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p 80).

Sendo assim, em uma reação de combustão, podemos dizer que as moléculas dos reagentes possuem maior energia potencial do que as moléculas dos produtos (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p 79).

Isso significa que a energia liberada na formação das ligações químicas nos produtos foi maior que a energia gasta na quebra das ligações dos reagentes. Pensando em termos de poços de potencial, é como se eles fossem mais fundos nos produtos que nos reagentes. Essa diferença de energia é liberada para a vizinhança sob a forma de calor (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p 80).

Feitas essas considerações será discutido os argumentos apresentados pelos graduandos em relação às reações de combustão.

A primeira discussão a respeito de uma reação de combustão surgiu no primeiro encontro quando B6 relatou o desenvolvimento de um experimento em uma atividade de extensão, apresentando para a comunidade o experimento conhecido como “serpente do faraó”⁹, utilizando bicarbonato de sódio, açúcar e álcool. Sendo que nesse experimento faz-se

⁹ <http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/a-serpente-do-farao/175>

uma pastilha de bicarbonato e açúcar que deve ser colocada sob areia. Na pastilha adiciona-se álcool e coloca fogo, observando então a combustão do açúcar.

A partir do relato surgiu uma discussão a respeito da classificação da reação, se consiste em um processo endotérmico ou exotérmico, como vemos no trecho a seguir:

PQ: Vocês estão achando que é um processo?

B10: Exotérmico.

PQ: Exotérmico?

B4: Eu não sei se pode ser classificado como processo exotérmico.

B1: Mas por que. Eles não precisam ser espontâneos, né? Endotérmicos e exotérmicos não são processos espontâneos?

PQ: Processos espontâneos?

B1: Que no caso assim... Que no caso dessa reação, a gente coloca álcool e acende o fósforo aí a gente tá colocando fogo.

B4: A gente que está fornecendo calor.

B10: Mas funciona sem colocar fogo também. Se você colocar só ácido, só com o ácido pega.

B4: É?

B10: Só com ácido pega. Não pega fogo não. Ele reage.

B2: Aham. Só ácido. Ácido e açúcar.

PQ: Então uma combustão nós não podemos classificá-la como um processo exotérmico?

B4 Não sei, mas acho que não.

B10: Pode.

B4: Talvez possa. Mas acho que, em minha opinião, que eu tinha de conceito. Era assim, por exemplo, você misturou alguma coisa e esquentou aquilo lá é exotérmico. E não tacar fogo. Fogo é quente mesmo.

PQ: Então se fornecer uma energia.

B4: Se você fornecer uma energia.

PQ: Você acha que esse processo não é mais exotérmico?

B4: Eu acho que a energia é exotérmica.

B6: B4 o processo de combustão nos produtos tem gás carbônico e água, né?

B4: Sim.

B8: Ih... Mas o processo de combustão é endotérmica, né?

B4: É?

B6: Eu acho que é.

B4: Não sei. Não sei.

PQ: E aí? O que vocês acham?

B8: Apesar de que...

B4: Eu não faço ideia.

PQ: Qual a definição de exotérmica para vocês?

Analisando as falas apresentadas, observa-se que os licenciandos entraram em um conflito ao classificar a combustão como exotérmica ou endotérmica, surgindo dúvida em relação à espontaneidade dessa reação, não conseguindo compreender a necessidade de fornecer “fogo” para dar início à reação de combustão.

Sobre a espontaneidade das transformações Mortimer e Machado (2013b, p. 107) trazem como exemplo o gelo que “se converte espontaneamente em água à temperatura

ambiente (lembre-se de que a fusão do gelo é um processo endotérmico, ou seja, absorve calor), fica evidente que nem todos os processos espontâneos são exotérmicos”.

Além disso, os autores traz uma explicação sobre reações espontâneas que não ocorrem. Segundo eles, esse fato

está relacionado a uma área da Química importante para o estudo das reações: a cinética química, que estuda os caminhos pelos quais os processos químicos se processam e pode determinar se processos espontâneos ocorrem rápida ou lentamente.

Há várias reações que são espontâneas e, no entanto, não ocorrem a não ser que haja um “empurrão inicial”. As reações de combustão são um exemplo de reações espontâneas que não ocorrem sem que um fator as desencadeie (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p. 107).

Sabemos que a queima do álcool é um processo espontâneo. Na cozinha, nos postos de combustíveis, nos automóveis, temos o álcool que está em contato com o oxigênio presente no ar, mas nem por isso a reação ocorre (MORTIMER; MACHADO, 2013b).

Desse modo, para termos o início de uma reação de combustão é necessária uma faísca ou chama, para dar um ‘empurrão inicial’, pois “a barreira inicial de energia que é preciso vencer para que o processo ocorra é muito alta” (MORTIMER; MACHADO, 2013b, p. 107).

Já no segundo encontro levou-se, no questionário de apoio utilizado, uma equação termoquímica que representa a combustão do metano, a fim de retomar a discussão iniciada no encontro anterior. Por isso, os alunos foram questionados se essa reação é classificada como endotérmica ou exotérmica, sendo que eles a classificaram como exotérmica. Quando questionados do porque,

B6: Porque é negativo. E negativo significa que está liberando energia. E no caso é exotérmica.

B7: E é uma combustão.

PQ: E o que significa ser combustão?

B7: Você vê o calor saindo dela. Você vê o fogo.

PQ: E aí podemos generalizar que toda combustão é exotérmica?

B7: Não sei, porque eu não tenho o valor de ΔH de todas, mas é um raciocínio meio lógico.

PQ: Se pensarmos em exemplos aplicados, como a combustão do etanol ou da gasolina, o que acontece a partir da combustão? Tem-se o movimento do motor do automóvel. Mas, analisando esse valor conseguimos dizer que é um processo exotérmico [...].

Com as falas percebemos que os bolsistas utilizaram como critério a análise do sinal negativo como representação de um processo exotérmico, ou seja, utilizaram o nível representacional do conhecimento químico. Ainda B7 ao dizer que “*Você vê o calor saindo dela. Você vê o fogo*”, apresenta uma concepção substancialista do calor, “sendo entendido

como uma substância material” (AMARAL; MORTIMER, 2001; DINIZ JÚNIOR; SILVA; AMARAL, 2015, p. 60).

A pesquisadora entrevistou no sentido de mostrar que o macroscópico, ou seja, um fenômeno observável no nosso cotidiano pode ser utilizado para identificar a combustão como exotérmica como, por exemplo, a combustão do etanol.

Em relação à explicação do fenômeno em nível submicroscópico, destaca-se o seguinte trecho de falas:

B9: Tem a ver com rompimento das ligações carbono e hidrogênio, a liberação de energia. E a formação das novas ligações do carbono com o oxigênio.

B7: É uma boa.

[...]

B7: Eu falaria rearranjo de átomos.

PQ: Mas para acontecer esse rearranjo de átomos?

B7: Precisa ter essa quebra de ligações.

PQ: E formar?

B7: E formação.

Pelas falas nota-se que os graduandos conseguem compreender que em uma reação tem-se um rearranjo de átomos, e para isso tem-se o rompimento e formação de ligações químicas. A seguir, ressaltam-se as falas que traz os aspectos energéticos envolvidos na reação.

B6: Pegando o exemplo que o B9 citou, cada carbono com hidrogênio, não só carbono-hidrogênio, mas carbono-oxigênio, carbono-carbono e outros. Cada um tem um ΔH diferente. Será que?...

B7: É isso aí.

B6: Ajuda aí.

B7: Você fala de fazer a comparação dos valores das ligações a serem quebradas e os valores das ligações a serem formadas. Aí faz o cálculo do geral para saber se dá esse resultado aí.

B6: É. Sim.

PQ: Para ter um rompimento de ligações o que a gente tem que fornecer?

B6: Energia.

PQ: Podemos dizer que no rompimento de ligações ocorre um processo de absorção?

B7: Sim.

PQ: Espera-se então que na.... Eu não quero falar, eu quero que vocês falem.

B9: A formação do...

B6: Dá uma dica, por favor.

PQ: Primeiro, nós temos uma reação química, eu acho que o raciocínio que o B7 começou é legal. Em uma reação química acontece o que?

B7: Rearranjo de átomos.

PQ: Rearranjo de átomos, e acho que todo mundo está de acordo não é? Mas para que ocorra esse rearranjo de átomos, nós temos nos reagentes o metano e o gás oxigênio. Para que esses átomos desses compostos se rearranjem e se forme lá nos produtos gás carbônico e água, precisa acontecer o que?

B2: ganhar energia.

PQ: Eu preciso romper ligações e depois formar novas ligações. Mas nesse processo de rompimento e formação de ligações, o que está acontecendo em termos energéticos?

B9: Libera energia. Aí você teria que fazer um caminho cinético.

B7: Primeiro absorve na quebra e depois libera.

PQ: Primeiro absorve para romper.

B9: Isso e depois libera para formar.

PQ: Mas porque no final nós temos um valor negativo?

[...]

B9: Porque está liberando a energia.

[...]

B9: Primeiro você fornece energia para romper as ligações aí no rearranjo essa molécula nova provavelmente tem uma energia menor do que a dos reagentes aí ela vai ter que liberar essa energia. Que aí explica o valor negativo. Exotérmico.

PQ: Vamos ver se eu entendi. Quer dizer então que quando se forma os produtos ocorre uma liberação de energia, nesse caso aqui da nossa reação, esse compostos possuem uma energia menor, então ocorre uma liberação de energia maior do que a absorção que está acontecendo nos reagentes?

B9: Sim.

PQ: Então aí eu posso dizer que o saldo energético final?

B7: É negativo.

B9: É negativo.

B7: Saldo energético?

PQ: Sim, pensado no ΔH da reação.

Evidencia nessas falas que os bolsistas trazem para discussão o conceito de entalpia de ligação. Sobre a energia das ligações, Santos e Mól (2013, p. 223-224) discutem que:

Na formação de substâncias a partir de outras substâncias simples ou não, há uma ruptura de ligações e formação de outras. Se soubermos a quantidade de energia envolvida em cada tipo de ligação, podemos facilmente calcular a entalpia de formação das substâncias.

A energia de ligação é definida como a entalpia média, ΔH , necessária para romper 1 mol de ligações covalentes (simples, dupla ou tripla) entre dois átomos, de modo a obter esses átomos isolados na fase gasosa.

A formação de ligações químicas libera energia (processo exotérmico, portanto o valor de ΔH é negativo). Consequentemente, no rompimento de ligações químicas há absorção de energia (processo endotérmico, portanto o valor de ΔH é positivo).

Assim, para a reação de combustão, apresentada na equação química levada para discussão

são rompidas as 4 ligações simples C–H no metano, bem como as ligações duplas O=O nas 2 moléculas de oxigênio e, para que isso ocorra, há absorção de energia. Paralelamente, formam-se 2 ligações duplas C=O no dióxido de carbono e 4 ligações simples O–H nas 2 moléculas de água, processos em que há liberação de energia. Nesse caso, pode-se afirmar, com segurança, que, em módulo, a energia liberada é maior do que a absorvida, pois todas as combustões são exotérmicas. A energia liberada nessas reações pode ser aproveitada para aquecimento ou para a realização de trabalho como, por exemplo, movimentar um veículo (BARROS, 2009, p. 244).

Sobre a liberação de energia na reação de combustão, os bolsistas só conseguiram argumentar, que a energia liberada na formação de ligações é maior que a absorvida no

rompimento, por isso uma variação de entalpia negativa, com o auxílio/intervenção da pesquisadora.

Sabemos que em uma reação de combustão, diversos fatores contribuem para a produção de energia, sendo que

os mais significativos são os referentes à quebra e à formação de ligações químicas intra e intermoleculares: o processo de quebra das ligações da(s) substância(s) combustível(eis) e do comburente é endotérmico, enquanto o processo de formação de novas ligações nos produtos é exotérmico. A energia térmica resultante (a energia liberada é maior que a absorvida) da combustão (OLIVEIRA; SANTOS, 1998, p. 20).

A partir do diálogo a respeito do processo de combustão em nível submicroscópico surgiu uma discussão sobre uma reação química classificada como endotérmica, como vemos a seguir.

PQ: Então se pensarmos em uma reação endotérmica a explicação seria?

B9: Seria parecida, só que no caso absorve calor.

B7: O saldo energético no final seria..

B6: Na verdade dependendo da ligação para conseguir romper essa ligação eu tenho que fornecer mais energia para poder romper essa ligação e liberar... Eu estou falando besteira?

PQ: Não

B6: Para poder...

PQ: Preciso absorver para formar?

B9: Novos compostos, novas ligações.

PQ: Podemos dizer que quantidade absorvida é maior que a liberada na formação dos produtos? Podemos?

B9: É. Podemos, mais ou menos.

PQ: Mais ou menos, ou não?

B9: Não sei. [...]

Ao serem questionados sobre a explicação de uma reação química classificada como endotérmica, percebemos que os bolsistas ficam em um conflito conceitual, tendo dificuldade de exporem suas opiniões. Assim, é importante lembrar que “as reações químicas endotérmicas, em módulo, a energia absorvida para a ruptura de ligações é maior do que a liberada na formação de outras ligações” (BARROS, 2009, p. 244).

Para fomentar a discussão, a pesquisadora retoma o diálogo relacionado a uma reação exotérmica (combustão), lançando para os licenciandos uma situação que poderia vir a acontecer durante as atividades do PIBID, como vemos nos trechos a seguir.

PQ: Vocês estão na sala de aula, pois vocês são futuros professores, ou melhor, supondo que vocês estão na monitoria do PIBID e chega um aluno e pede para que vocês expliquem porque aquele valor é negativo ou porque é positivo. O que vocês iriam dizer nesse momento?

B6: Explicar porque que o valor é negativo ou positivo?

PQ: Vamos supor que eu seja esse aluno e chego com um valor encontrado em cálculo igual a -890 kJ, mas eu não consigo entender porque esse valor é negativo. Por que tem que ser negativo ou positivo? Como vocês poderiam me explicar isso?

B6: Bom, eu explicaria assim a gente teria que o olhar para o valor de ΔH .

PQ: De quem?

B6: Assim das duas..

PQ: Dos compostos?

B6: Dos compostos. Olha para o valor de ΔH dos compostos. É..

PQ: Mas suponha que você não tenha esses valores. O que você iria falar? Não, mas vamos pensar no seu raciocínio. Desculpe-me por te interromper.

B6: Não, por exemplo, o valor que for menor do ΔH dos dois, o menor valor a gente inverteria, pensando na lei de Hess, de que inverteria o menor para poder fazer a reação de Lei de Hess. Aí o valor obtido, a reação global obtida eu falaria, a gente pega o ΔH do... [silêncio]. Por exemplo, o valor que eu invertei eu jogaria positivo na fórmula menos o valor, sei lá, negativo. Aí.

[silêncio]

PQ: B6 eu ainda não consigo entender porque esse valor é negativo.

B6: É regra. (risos)

PQ: B9 você saiu bem na hora que eu joguei uma situação para os meninos, se um aluno foi na monitoria do PIBID e aí no exercício de sala de aula a professora passou uma questão e chegou, por meio dos cálculos, que o valor da combustão do metano é igual a -890 kJ. Mas esse aluno não consegue entender porque esse valor é negativo.

B9: [...] Falaria aquilo que eu disse antes. [...]

PQ: Você não usaria B6, vou falar do B6, pois foi ele que se dispôs a explicar, o que o B9 disse antes sobre a energia que está sendo liberada na formação dos produtos ser maior que a energia absorvida, por isso que eu tenho esse valor negativo. Você não usaria essa explicação para o aluno?

B6: Pera aí.

PQ: Por exemplo, o que nos temos em uma reação química não é um rearranjo de átomos? Então para acontecer esse rearranjo de átomos é preciso romper algumas ligações e formar novas ligações. Para romper essas ligações é necessário absorver energia e para formar novas ligações é preciso liberar energia. Então a gente não pode pensar que como a combustão é exotérmica que a energia liberada está sendo maior que a absorvida. Não poderia dizer isso?

B6: Poderia. E seria bem mais simples. Porque se a gente fizer reagente e produto, faz os cálculos do quanto que foi quebrado e quanto que foi formado.

PQ: Sim. Acho que seria um caminho simples, não seria difícil. Até porque se vocês forem pegar livros didáticos do Ensino Médio que fala sobre termoquímica, eles tem uma parte e acho que a maioria vai falar do ΔH de ligação, que diz a quantidade de energia associada ao rompimento de determinada ligação, por exemplo, entre carbono-carbono, entre carbono e hidrogênio e, esses livros te dão valores. São valores tabelados e então nós temos onde consultar. E nós conseguimos explicar para o aluno por meio dessa noção.

Vale ressaltar que alguns bolsistas apresentaram dificuldades ao argumentar a respeito das relações energéticas envolvidas no processo de combustão, não conseguindo relacionar que nesse tipo de reação, a energia liberada na formação de ligação é maior que a energia absorvida no rompimento de ligações. Com isso, não demonstraram o entendimento sobre o saldo energético final.

Souza (2007) em estudo anterior com alunos do Ensino Médio evidenciou, que em um dos grupos analisados, a maioria dos estudantes

conseguiu compreender os processos de absorção e liberação de energia para se romper e formar as ligações químicas no decorrer do processo. Porém, parece que ainda era confusa para eles a associação desse processo a um balanço energético final, no qual poderia existir um saldo energético final referente à diferença energética existente entre os produtos e os reagentes que, se positivo, indicaria um processo endotérmico e, se negativo, indicaria um processo exotérmico (SOUZA, 2007, p. 105).

Desse modo, destaca-se a importância dos conceitos serem trabalhados de maneira integrada, uma vez que nas discussões fez-se necessário a retomada de conceitos relacionados à formação de ligações químicas, sendo esse um importante subsídio para a compreensão das energias envolvidas nas reações químicas.

Souza (2007, p. 176) utilizando o modelo de modelagem para explorar a explicação do conceito e trabalhando com sistemas aquecidos e resfriados, evidenciou que essa ferramenta

contribuiu decisivamente para a compreensão de vários aspectos qualitativos sobre o tema, essencialmente relacionados a como o rearranjo de átomos ocorre durante o processo. Além disso, os estudantes também demonstraram ter entendido, através de seus modelos, que o rearranjo dos átomos não ocorre por simples acaso, mas envolve questões energéticas tanto na quebra quanto na formação de novas ligações.

Nesse sentido, se faz importante a inserção de ferramentas metodológicas que consigam abordar o entendimento dos fenômenos em nível submicroscópico.

3.2.6. Explicação de um fenômeno endotérmico e exotérmico.

A fim de verificar se após as discussões direcionadas para o nível submicroscópico do conhecimento químico, os bolsistas conseguiram inserir esse nível em suas explicações, eles foram questionados de como explicariam um fenômeno exotérmico e um endotérmico. O trecho destacado a seguir, mostra a fala de B7 para a explicação de um fenômeno físico:

B7: Eu seguiria com a ideia que o B9 começou de relacionar a energia com o rompimento de interações intermoleculares ou de ligações químicas. Dependendo do fenômeno. Nesse segundo fenômeno foi sobre ligações químicas que a gente falou.

PQ: Sim. Então explica para mim um fenômeno. Qualquer um.

B7: Tá. No caso desse da evaporação da água, seria porque com a absorção da energia teria o rompimento das interações intermoleculares, das ligações de hidrogênio, fariam as moléculas se afastarem mais até que saia do estado líquido para o gasoso.

PQ: Todo mundo concorda com o B7?

Percebe-se pela fala, que para evaporação da água, exemplo abordado em discussões anteriores, o bolsista conseguiu inserir em suas explicações a associação da absorção de energia com o rompimento de interações intermoleculares.

Para verificar se os licenciandos conseguiam aplicar em suas explicações o nível submicroscópico do conhecimento químico, em um exemplo que ainda não havia sido discutido, solicitou que eles trouxessem para a argumentação outro fenômeno endotérmico ou exotérmico, como vemos a seguir.

PQ: Alguém teria outro exemplo que não fosse o da água, pois já falamos sobre a água. Outro fenômeno endotérmico ou exotérmico.

B9: E um exotérmico seria a dissolução do hidróxido de sódio na água.

PQ: Hidróxido de sódio? Seria?

B9: Exotérmico.

PQ: E aí como você explicaria para o aluno a dissolução? Porque até agora nós pensamos em uma reação química e em uma mudança de estado físico, mas agora você está falando de uma dissolução.

B9: Aí no caso seria mais ou menos uma ideia parecida, porém.. é... No caso do hidróxido de sódio só que é bem reativo com a água. Então assim, para ter o rompimento das ligações, tipo assim é uma coisa meio que instável assim quando comparado com o sódio e o hidróxido em solução, por isso da liberação de calor. Seria mais ou menos nessa linha de raciocínio.

[...]

PQ: Mas sobre a dissolução que o B9 falou [...] eu achei interessante porque a gente não tinha falado sobre isso.

[...]

PQ: Que é exotérmica acho que fica claro para todo mundo, né? Mas, porque é uma dissolução exotérmica?

B7: Você tem o rompimento da ligação do hidróxido com o sódio. E esse rompimento vai ter uma liberação, não vai ter uma absorção de calor. Pronto. Quebrei as minhas pernas.

PQ: Não beleza. Ocorre inicialmente o rompimento da ligação entre o íon hidróxido e o íon sódio. Depois nós temos o que?

B6: Aí tem a formação iônica Na^+ e OH^- , com água.

PQ: É, mas esses íons, em água vão estar de que forma?

B6: Na^+ e OH^- .

B9: Em solução.

PQ: E estar em solução é estar de que forma?

B9: Aquosa. Seria água no estado líquido e os íons Na^+ e OH^- .

B7: Com água de hidratação.

PQ: Com o que?

B7: Água de hidratação.

PQ: Então podemos dizer que forma os íons de solvatação?

B9: Isso.

PQ: Que aí que temos interações do tipo íon-dipolo, por exemplo, aí dizemos que para formar essas interações íon-dipolo nós temos...

B7: Liberação de muita energia.

PQ: Podemos ter ou não? Concordam?

B9: Você resumiu o que eu quis dizer assim.

PQ: É? E aí? Mas todo mundo concorda? [...]

B6: É uma explicação muito boa. [...]

B7: Eu iria por esse pensamento. A relação de liberação de energia com interações.

Com o diálogo apresentado percebe-se que os graduandos iniciam a discussão associando o rompimento da ligação entre íon Na^+ e OH^- , com a absorção de energia, porém percebem que apenas a absorção não explica o fenômeno apresentado. Assim, com

indagações propostas pela pesquisadora chegaram ao entendimento da formação das interações íon-dipolo (solvatação) e que nesse processo tem-se a liberação de energia e que a energia liberada é maior que a absorvida.

Sobre a dissolução do hidróxido de sódio Barros (2009, p. 244) ressalta que nesse processo tem-se “rupturas de ligações iônicas e de ligações de hidrogênio e formação de interações íon-dipolo. [...] O balanço energético no final do experimento mostra uma *liberação de energia, na forma de calor, pelo sistema*. A dissolução do hidróxido de sódio é, portanto, exotérmica”.

Para complementar as discussões a respeito das dissoluções endotérmicas e exotérmicas, a pesquisadora retoma para a discussão a dissolução da ureia, a qual foi relatada por B8 no primeiro encontro. Sobre essa dissolução B8 afirma que quando a atividade foi aplicada, não tinha entrado em uma discussão a nível submicroscópico, ficando focada apenas na classificação de um processo endotérmico, pois absorve calor e tem-se uma sensação de “frio”. Ao ser questionado em como explicar o fenômeno em nível submicroscópico, B8 e nem os outros bolsistas presentes, não conseguiram argumentar sobre o tema.

Dando sequência no diálogo sobre as dissoluções a pesquisadora questiona-os sobre a dissolução do cloreto de amônio, um sal cuja dissolução é endotérmica.

PQ: O cloreto de amônio quando fazemos a dissolução dele, observamos uma absorção de calor e temos uma sensação de “frio”. Como podemos explicar porque está absorvendo energia?

B7: Fornece energia para romper a ligação entre os... A ligação iônica no caso.

PQ: NH_4Cl né? Cloreto de amônio.

B7: Que no caso é um retículo cristalino. Para fazer a separação dos íons no retículo tem um fornecimento de energia e depois para fazer essa solvatação tem uma liberação de energia. Nesse caso essa energia para a solvatação é maior que a energia para romper o retículo.

PQ: Qual energia é maior?

B7: Deixa me pensar aqui.

[...]

B7: Entendi. Eu falei errado, a energia para fazer a separação dos íons é maior que a energia da solvatação. Falei ao contrário.

PQ: Por isso que é?

B7: Por isso que é endotérmica.

PQ: Que aí seria um saldo energético positivo ao final do processo. Tá! Acho que vocês estão me convencendo.

Com o trecho apresentado anteriormente nota-se que B7 conseguiu fazer as associações entre a absorção/liberação de energia com o rompimento das ligações entre os íons e a formação dos íons de solvatação, conseguindo apresentar um entendimento sobre o saldo energético final.

Barros (2009) em seu artigo traz algumas considerações sobre a dissolução de sulfato de potássio, um processo endotérmico. Segundo ele inicialmente observa-se,

uma diminuição da temperatura do sistema, que deve ser atribuída a uma diminuição da energia cinética média de suas partículas constituintes. Como a energia total deve ser conservada, pode-se afirmar que há *aumento* da energia potencial do sistema. A variação da energia potencial pode ser entendida analisando-se as mudanças nas ligações químicas e interações intermoleculares no sistema. A dissolução envolve dois processos endotérmicos e um exotérmico. Os dois endotérmicos são as rupturas, pelo menos parciais, das ligações iônicas no sulfato de potássio sólido e das ligações de hidrogênio na água líquida. O processo exotérmico é a formação das interações íon-dipolo no sulfato de potássio aquoso, uma vez que tanto os íons potássio – K^+ – quanto os íons sulfato – SO_4^{2-} – interagem com as moléculas polares da água, sendo solvatados por elas. Originam-se espécies hidratadas, que podem ser representadas, respectivamente, por $K^+(aq)$ e por $SO_4^{2-}(aq)$. [...] pode-se concluir que o balanço energético no final do experimento mostra uma *absorção* de energia, na *forma* de calor, pelo sistema e a dissolução do sal é dita *endotérmica* (BARROS, 2009, p. 244. Grifo do autor).

Diante do exposto, concordamos com Barros (2009, p. 244) ao afirmar que “uma explicação molecular dos fenômenos enriquece a compreensão destes e muito contribui para ela. Em especial, a discussão dos aspectos microscópicos permite abordar a dinâmica dos processos de transferência de energia [...]”.

Nesse sentido, as concepções de estudantes um pouco distantes da visão científica se deve a ausência da relação entre os níveis submicroscópico e macroscópico do conhecimento químico, ou seja, não enfatizam “as relações existentes entre teorias (modelos) que tentam explicar a natureza da matéria e os fenômenos observáveis” (ROSA; SCHNETZLER, 1998, p.33). Além disso, Barros (2009) ressalta que uma abordagem envolvendo uma visão atômica-molecular dos processos endotérmicos e exotérmicos, auxilia no entendimento de dificuldades relacionadas a esses conceitos.

3.2.6. Importância da termoquímica: Problematização desse conteúdo.

A termoquímica está relacionada com vários fenômenos do nosso cotidiano, por isso, consideramos importante a abordagem desse conteúdo na educação básica. Desse modo, nos interessou saber a opinião dos graduandos em relação à importância desse assunto.

Segundo os participantes esse conteúdo é importante “*para ter uma noção básica do cotidiano*” (B6). Desse modo, eles ressaltam a relação desse conteúdo com fenômenos observáveis no dia-a-dia. Ainda, podemos destacar os seguintes trechos de falas:

PQ: *Vocês consideram importante esse assunto para a educação básica?*
B6: *Eu acho que sim.*

B8: *Mas eu acho que é importante viu.*

B10: *É importante.*

B8: *E acho que no ensino médio deveria que fazer um direcionamento melhor. Pelo que falamos aqui na sala.*

B6: *Por exemplo, se estudante não tem pretensão nenhuma de seguir o curso de química, mas é importante ele ter uma noção do que são essas trocas de calor. Mesmo para o seu cotidiano. [...]*

PQ: *[...] Eu estou interessada nos processos endotérmicos e exotérmicos. Nos processos que absorvem e nos processos que liberam calor. Vocês acham que é importante trabalhar esse conceito no Ensino Médio?*

B1: *Eu acho que sim. Porque, por exemplo, se eu pegar em um negócio. Às vezes é legal para uma pessoa depois que sai do Ensino Médio e aprendeu isso, às vezes coloca a mão em alguma coisa e não sabe o que é, mas vê que está quente ou gelado depois de misturar. Pode falar que pode ser que esteja acontecendo uma reação química. Sei lá, acho que dá uma questão de segurança. A questão de saber o que pode ou não fazer. Não sei.*

PQ: *Vocês conseguem perceber isso no nosso cotidiano?*

B10: *É. Tipo na preparação de alimentos.*

B6: *Por exemplo, quando a gente esquentar o leite... Será que tem a ver?*

B8: *Quando você pega em uma madeira e quando pega no ferro, gelado.*

PQ: *O que mais?*

B1: *Eu não fui assaltado na segunda-feira, porque na hora que ele encostou a arma em mim, eu falei oh o metal não está fazendo frio, o metal tinha que está um pouquinho mais frio, então isso daqui é de plástico.*

[...]

PQ: *E daí você pensou que não fosse uma arma de verdade?*

B1: *Foi. Mas foi na hora eu pensei, está frio o metal tinha que está um pouco mais frio então isso deve ser plástico.*

B8: *Não levou seu celular não?*

B1: *Não. Porque na hora que eu vi que não era uma arma de verdade eu falei que não ia passar.*

Pelas falas percebe-se que os bolsistas consideram esse assunto importante para ser trabalhado no Ensino Médio, uma vez que consiste em um tema presentes em fenômenos do cotidiano, sendo que o entendimento desse assunto permite a compreensão de tais fenômenos.

Além disso, mostraram em suas falas um entendimento sobre o conceito de calor específico, quando B6 diz “*pega em uma madeira e quando pega no ferro, gelado*”, ou quando B1 relata que conseguiu perceber que durante uma tentativa de assalto o bandido estava com uma arma de plástico, ao dizer que “*está frio o metal tinha que está um pouco mais frio então isso deve ser plástico*” (B1). Sobre o calor específico Mortimer e Amaral (1998, p. 32) afirmam que:

Essa diferença de comportamento entre a madeira e o metal pode ser explicada em termos de calor específico, que é uma propriedade que ajuda a entender uma série de fenômenos cotidianos, como o motivo por que as panelas de metal esquentam mais rapidamente do que as de barro ou pedra. O valor do calor específico de cada material apresenta pequenas variações com a temperatura. [...] O calor específico pode ser definido como a quantidade de calor que um grama de determinado material deve ganhar ou perder para que sua temperatura varie em um grau Celsius. (grifo nosso).

Sabemos que ensinar Química no Ensino Médio relaciona-se com a formação de cidadãos críticos, que se posicionam e são ativos na sociedade. Uma vez que, “o mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões [...]. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação” (BRASIL, 2006, p. 106). Desse modo, concordamos que a Química

pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002, p. 87).

Em outro momento das discussões retornou ao diálogo sobre a importância desse tema, questionando-os a respeito de como problematizar esse assunto, como vemos no recorte abaixo:

PQ: Vocês consideram que ele deva ser trabalhado no Ensino Médio?

B2: Sim, porque tem tantas reações que acontecem no cotidiano dos alunos.

B11: Eu acho, que falar da termodinâmica é um aspecto fundamental, porque tem reações que produzem calor. Trazer a parte matemática para os alunos é os fazer influenciar a desistirem de ter interesse. Ao termo de buscar relacionar com o cotidiano eu acho que é mais notório, porque vai influenciar eles terem interesse. Chama atenção para... Eu acho que dá uma teoria para o nível microscópico.

PQ: Se a gente partir de fenômenos do cotidiano e discutir esses fenômenos.

B11: Seria mais positivo.

PQ: E aí a minha próxima pergunta é como poderíamos problematizar esse conteúdo? Se ele for importante para ser trabalhado no ensino médio [...] lembrando que estamos formando cidadãos críticos no Ensino Médio. E aí voltamos lá nos PCNs, OCN, os documentos que nos regem, que vão dizer isso, não é? Pensando nessa ideia é importante trabalhar termoquímica no Ensino Médio? [Silêncio]

B11: Eu ia responder, mas estou com medo do por que.

[...]

B11: Sim é importante.

B2: Eu também acho.

PQ: Dê-me exemplos então, não vou perguntar o porquê.

B2: Existem vários processos no cotidiano do aluno que pode entrar nesse conteúdo?

PQ: Tem. E eu até citei um aqui.

B2: Então. É sempre bom a gente relacionar o conteúdo com o cotidiano do aluno.

PQ: Então uma maneira de problematizar seria isso, trazer algo do cotidiano?

B5: Porque uma das coisas muito importante com o relacionar com o cotidiano é que muitos falam porque estudar química não tem nada relacionado com o cotidiano, fica muita coisa no papel e não mostra o tanto que a química é abrangente.

B2: Então pode ser uma motivação alguma coisa tipo do cotidiano.

PQ: [...] Então, como a gente poderia problematizar a termoquímica?

[silêncio]

Sobre a problematização desse conteúdo os graduandos não conseguiram trazer argumentos para a discussão baseados nesse tópico. No entanto, pelas falas percebe-se que os

bolsistas consideram importante a contextualização do conhecimento químico e, por isso ressaltam a importância da abordagem desse assunto no Ensino Médio. Assim, a contextualização deve assumir um papel central na formação da cidadania, pela reflexão crítica (com conhecimento) e interativa sobre situações reais e existenciais para os estudantes (BRASIL, 2006).

4- ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE PROPOSTAS DE EXPERIMENTOS

Diante do exposto, se fez necessário trazer algumas considerações sobre abordagens metodológicas para a termoquímica. Pelo estudo realizado, envolvendo a revisão da literatura e o desenvolvimento do Grupo Focal, 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 e que foram citados ao longo do Grupo Focal, 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 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). Os roteiros experimentais são descritos no corpo do texto e no apêndice VI.

4.1- 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?

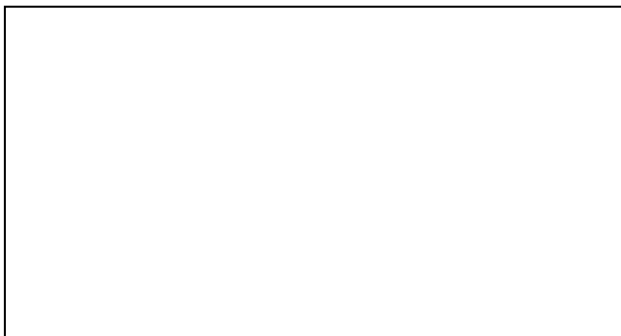
- Questões:

1) Relate o que aconteceu em cada atividade.

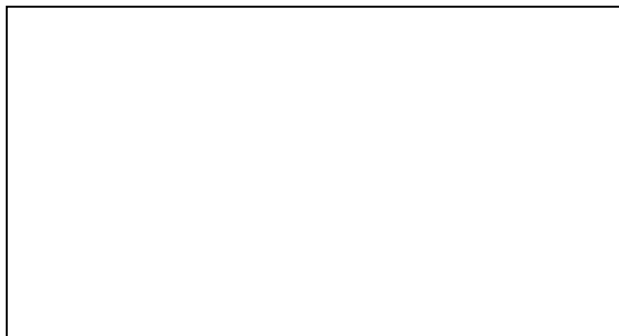
2) Quais sólidos podem ser utilizados em compressas quentes? E em compressas frias?

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

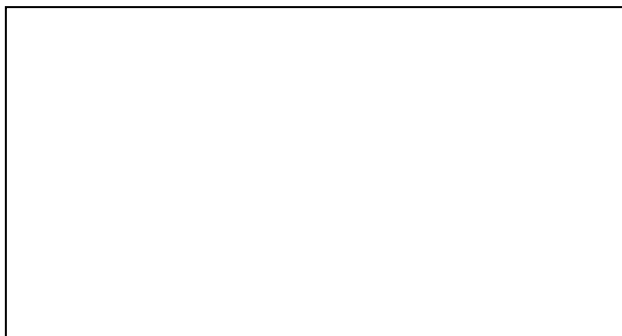
- Acetona líquida:



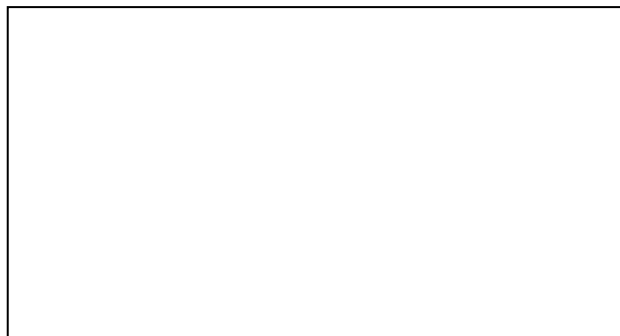
- cloreto de amônio sólido:



- Hidróxido de sódio sólido:

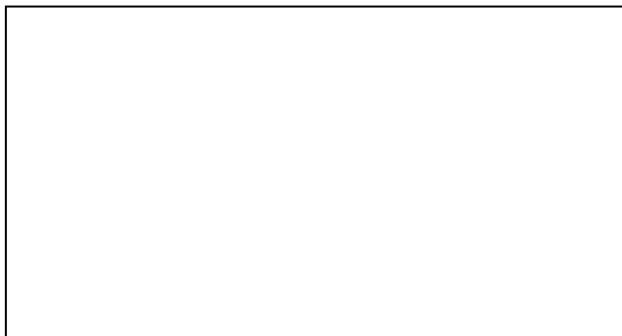


- Ureia sólida:

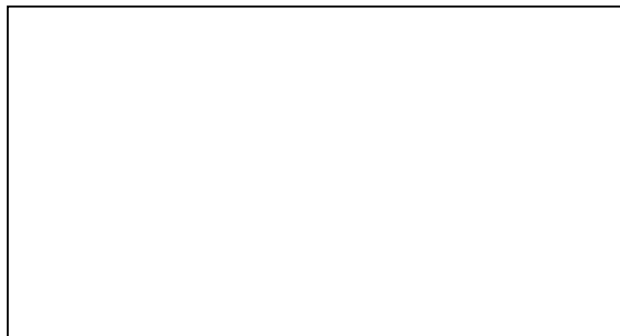


4) Represente, por meio de desenhos, como vocês imaginam que estão as partículas de cada uma das substâncias a seguir:

- Acetona gasosa:




- Hidróxido de sódio em solução aquosa:



- cloreto de amônio 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.

4.2- 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 4.

Figura 4: Exemplo da Forma de alumínio.



Fonte: Alves (2010).

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.

4.3- 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;
- Béquer de 100 mL;
- Bastão de vidro;
- 60 g de açúcar;
- Ácido sulfúrico concentrado.

- Procedimento:

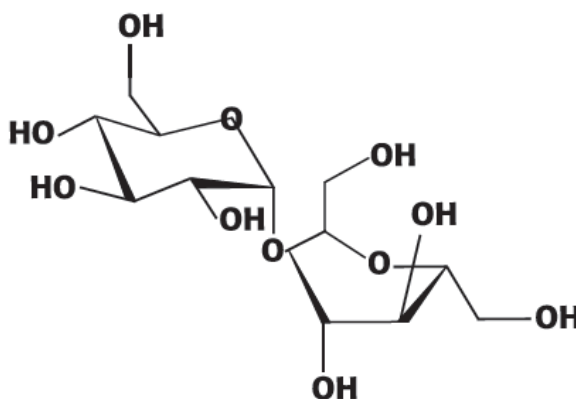
- Antes de iniciar o experimento, coloque as luvas de borracha e os óculos e, realize a prática em um local arejado, ou preferencialmente dentro de uma capela com exaustão.
- Adicione ao béquer, 60g de açúcar granulado.
- Em seguida, adicione 60 mL de ácido sulfúrico concentrado ao béquer que contém 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 5: Estrutura da sacarose.



Fonte: Santos e Mól (2013).

Quando analisa a estrutura da sacarose (Figura 5), 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.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização desse estudo foi possível evidenciar algumas dificuldades conceituais sobre a termoquímica, principalmente no que tange as explicações que requerem um entendimento dos fenômenos no nível submicroscópico do conhecimento químico.

A análise do questionário forneceu subsídios para elaboração do roteiro problematizador utilizado no desenvolvimento do Grupo Focal, de forma que as questões foram retomadas durante a discussão proposta no grupo. Além disso, a partir dela foi possível verificar que a dificuldade encontrada nos estudantes do Ensino Médio, em estudos anteriores (NEVES; OLIVEIRA; TEIXEIRA JÚNIOR, 2013, 2015), também está presente nos sujeitos de pesquisa, uma vez que a maioria não conseguiu elaborar uma resposta que contemplasse os aspectos submicroscópicos envolvidos na mudança de estado de físico da água. Assim sendo, acredita-se que as dificuldades encontradas na resolução da primeira questão poderiam ser minimizadas se os participantes tivessem uma boa compreensão dos aspectos submicroscópicos.

Desse modo, a realização do Grupo Focal se mostrou um instrumento de coleta de dados de grande relevância, uma vez que propiciou uma discussão conceitual e metodológica em relação à termoquímica, contribuindo para formação inicial dos bolsistas e para a formação continuada da pesquisadora. No entanto, foram evidenciados alguns pontos negativos no desenvolvimento do Grupo Focal, o primeiro ponto observado foi a pouca participação de dois bolsistas, para o bolsista B5, a pouca interação pode ser explicada pelo fato dele ser novato no PIBID e/ou por não ter cursado termodinâmica na graduação. Já a pouca participação de B11, acredita-se estar relacionada com o fato dele ter participado apenas do segundo encontro. Outro ponto evidenciado como negativo, foi que para fluir as discussões, precisou-se de muita participação/indagação por parte da pesquisadora.

A análise dos dados obtidos permitiu evidenciar algumas dificuldades relacionadas ao nível submicroscópico do conhecimento químico. Acredita-se que essas dificuldades são decorrentes da educação básica, uma vez que os bolsistas que não cursaram a disciplina de termodinâmica na graduação, foram os que mais apresentaram dificuldades em relação ao nível submicroscópico. Sendo assim, acreditamos ser necessário o desenvolvimento de ações e/ou pesquisas que melhorem o ensino da termoquímica nessa modalidade de ensino.

Em relação às dificuldades nos conceitos da termoquímica, muito se deve a fragmentação dos conceitos da química, pois foram observados impasses ao ter que relacionar temas dessa área de conhecimento. Com isso, ressaltamos a importância de se trabalhar os conceitos químicos de forma integrada, uma vez que nas discussões ao longo do Grupo Focal

fez-se necessário a retomada de conceitos relacionados a ligações químicas e ligações intermoleculares e, sendo estes importantes subsídios para a compreensão das energias envolvidas nas transformações químicas e físicas.

O outro fator relacionado às dificuldades emergidas se diz respeito à desarticulação dos níveis do conhecimento químico: o fenomenológico, o teórico e o representacional. Sendo assim, na abordagem da química, deve-se trabalhar de forma articulada com esses níveis do conhecimento. Considerando a termoquímica se faz importante inserir atividades que abordem o fenomenológico como, por exemplo, fenômenos que abordem a elevação e/ou abaixamento de temperatura. Além disso, é essencial que seja abordada uma explicação no nível submicroscópico (teórico) dessas transformações, pois na maioria das vezes esse nível é deixado de lado, dando mais ênfase para o representacional como, por exemplo, a utilização de equações termoquímicas e seus valores de variação de entalpia para identificação de processos endotérmicos e exotérmicos e a utilização da Lei de Hess.

Diante do exposto, as ações envolvendo a revisão da literatura e o desenvolvimento do Grupo Focal, nos fez acreditar que uma ferramenta útil no ensino desse conceito, envolve a utilização de modelos, simulações e/ou animações, ou ainda o desenvolvimento de atividades experimentais que consigam além de demonstrar o nível macroscópico, aprofunde em explicações no nível submicroscópico. Por isso, em estudos posteriores pretende-se desenvolver atividades que consigam auxiliar no ensino nesse nível de conhecimento.

Com isso, foram elaboradas algumas sugestões de atividades experimentais, as quais foram inseridas nesse estudo como forma de interrelacionar os três níveis do conhecimento químico. Além de fornecer subsídios para os professores nas relações entre a absorção de energia (associada à ruptura de ligações intra e intermolecular) e à liberação de energia (associada à formação dessas ligações), bem como contribuir para o entendimento do saldo energético final do processo em estudo. Sendo assim, espera-se que tais atividades possam ser inseridas na educação básica.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1(3), p. 5-18, 2001.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BARROS, H. L. C. Processos Endotérmicos e Exotérmicos: Uma visão atômica-molecular. **Química Nova na Escola**. 31(4), p. 241-245, 2009.
- BINSFELD, S. C. **Processo de reconstrução curricular em uma escola de ensino médio numa perspectiva interdisciplinar**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências). Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 118f.
- BRAATHEN, P. C.; LUSTOSA, A. A.; FONTES, A. C.; SEVERINO, K. G. Entalpia de Decomposição do Peróxido de Hidrogênio: uma Experiência Simples de Calorimetria com Material de Baixo Custo e Fácil Aquisição. **Química Nova na Escola**. 29, p. 42-45, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2000.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- _____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: 2006.
- CARDOSO, M. S. **Hipermídia TermoQuim**: uma estratégia pedagógica para o ensino de Química. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências). Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso. 129f.
- CASTRO, P. M. A.; FERREIRA, L. N. A. Representações Sociais de Calor por Estudantes de Graduação em Química. **Química Nova na Escola**. 37(Especial1), p. 26-34, 2015.
- DINIZ JÚNIOR, A. I.; SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Zonas do Perfil Conceitual de Calor que Emergem na Fala de Professores de Química. **Química Nova na Escola**. 37(Especial1), p. 55-67, 2015.
- ECHEVERRÍA, A. R. Como os estudantes concebem a formação das Soluções. **Química Nova na Escola**. 3, p. 15-18, 1996.
- FERNANDEZ, C.; BALDINATO, J. O.; TIEDEMANN, P. W.; BERTOTTI, M. Conceitos de química dos ingressantes nos cursos de graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo. **Química Nova**. 31(6), p. 1582-1590, 2008.
- FONSECA, M. R. M. **Química**. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2013, v.2.

FREITAS, O. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/equip_mat_dit.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2017.

FRISON, M. D.; VIANNA, J.; CHAVES, J. M. BERNARDI, F. N. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Florianópolis, p. 1-13, 2009.

GALIAZZI, M.C. **Educar pela pesquisa**: ambiente de formação de professores de ciências. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

GATTI, B. A. **Grupo focal na pesquisa em Ciências Sociais e Humanas**. Brasília: Lider Livro, 2005.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. 10, p. 43-49, novembro, 1999.

JUSTI, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí. p. 209-230. 2011.

LORENZONI, M. B. **Contextualização do Ensino de Termoquímica por meio de uma Sequência Didática Baseada no Cenário Regional “Queimadas” com a Utilização de Experimentos Investigativos**. 2014. Dissertação (Mestrado). Mato Grosso do Sul: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 161f.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, A. H. **Aula de Química**: discurso e conhecimento. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química**: professores/pesquisadores. 4ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

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.

MARQUES, D. M. **As Investigações de Ernest Rutherford sobre a Estrutura da Matéria: Contribuições para o Ensino de Química**. 2006. Dissertação (Mestrado). Bauru: Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências. 182f.

MARQUES, N. P.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. Dificuldades dos alunos do ensino médio em relação aos conteúdos da Lei de Hess. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais...** Salvador. 2012.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**. 9(2), p. 147-157, 2003.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. **Química: proposta curricular**. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007.

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.

MIRANDA, M. S.; SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. **Ensaio**. 17(3), p. 555-583, 2015.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**. Porto Alegre, 22(37), 1999.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**. 7, p. 30-34, 1998.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Química Nova**. 23(2), p. 273-283, 2000.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio**. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2013a. v1.

_____. **Química: Ensino Médio**. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2013b. v.2.

NEVES, N. A. S.; OLIVEIRA, A. P. S.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. Uma Análise das Dificuldades Conceituais de Alunos do Ensino Médio Sobre Processos Endotérmicos e Exotérmicos. In: II Simpósio Mineiro de Educação Química. **Anais...** Lavras. 2013.

_____. Um estudo sobre as dificuldades conceituais de alunos do Ensino Médio sobre termoquímica. In: OLIVEIRA, R. C.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.; LIMA, V. A. (org.). **Vivências dos subprojetos Química PIBID-UFU 2013 Campus Pontal e Uberlândia**. Uberlândia: UFU, p. 73-80, 2015.

OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, J. M. A Energia e a Química. **Química Nova na Escola**. 8, p. 19-21, 1998.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**. 8, p. 31-35, 1998.

SALVADEGO, W. N. C.; LABURÚ, C. E. Uma Análise das Relações do Saber Profissional do Professor do Ensino Médio com a Atividade Experimental no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. 31 (3), p. 216-223, 2009.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí. 2011.

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

SCHNETZLER, R. P. Concepções e Alertas sobre Formação Continuada de Professores de Química. **Química Nova na Escola**. 16, Novembro, p. 15-20, 2002.

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química**: idéias e proposições de um grupo de professores. 2007a. Dissertação (Mestrado) - São Paulo: Universidade de São Paulo. 143f.

SILVA, J. G. **Desenvolvimento de um ambiente virtual para o estudo sobre representação estrutural em química**. 2007b. Dissertação (Mestrado) - São Paulo: Universidade de São Paulo. 172f.

SILVA, J. L. P. B. Por Que Não Estudar Entalpia no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**. 22, p. 22-25, 2005.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí. p. 231-261. 2011.

SILVEIRA, H. E. Apresentação. In: II Seminário de acompanhamento das atividades do PIBID / UFU. **Anais...** Ituiutaba, p. 9-11, 2012.

SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. O ludo como um jogo para discutir conceitos em termoquímica. **Química Nova na Escola**. 23, p. 27-31, 2006.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 10(2), p.01-26, 2010.

_____. Interloquções Possíveis entre Linguagem e Apropriação de Conceitos Científicos na Perspectiva de uma Estratégia de Modelagem para a Energia Envolvida nas Transformações Químicas. **Ensaio**. 13(2), p.31-46, 2011.

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.

TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. Análise das proposições metodológicas para o ensino de química desenvolvidas por bolsistas PIBID-Química. In: II Seminário de acompanhamento das atividades do PIBID / UFU. **Anais...** Ituiutaba, p. 75-83, 2012.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A Química no Ensino Fundamental de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 15-18, 1995.

ZAPPE, J. A.; SAUERWEIN, I. P. S.; MAGNO, M. Tecnologias de Informação e Comunicação: Reflexões Sobre Uma Sequência Didática de Termoquímica. **Experiências em Ensino de Ciências**. 9(3), p. 70-81, 2014.

APÊNDICE I: Jogo elaborado/adaptado em uma disciplina da graduação

Jogo didático “Ludo Químico”

1. Descrição

O jogo didático denominado “Ludo Químico”, foi elaborado a partir da adaptação do jogo proposto no artigo desenvolvido por Soares e Cavaleiro (2006) para introduzir conceitos da termoquímica. O jogo adaptado tem por objetivo revisar conceitos da termoquímica de uma forma mais dinâmica e atrativa.

O jogo aqui proposto é composto por 1 tabuleiro (Figura 1); 1 dado; 8 peões (sendo 2 de cada cor) e cartas contendo questões relacionadas a esses conteúdos (exemplo Figura 2).

2. Materiais

- 2 metros de TNT branco
- 1 metro de TNT preto
- 1 metro de TNT vermelho
- 1 metro de TNT azul
- 1 metro de TNT amarelo
- 1 metro de TNT verde
- tesoura
- régua
- lápis
- pincel permanente preto
- máquina de costura ou cola de quente
- computador
- impressora
- folha sulfite
- cartolina
- 8 garrafas PET

3. Confecção

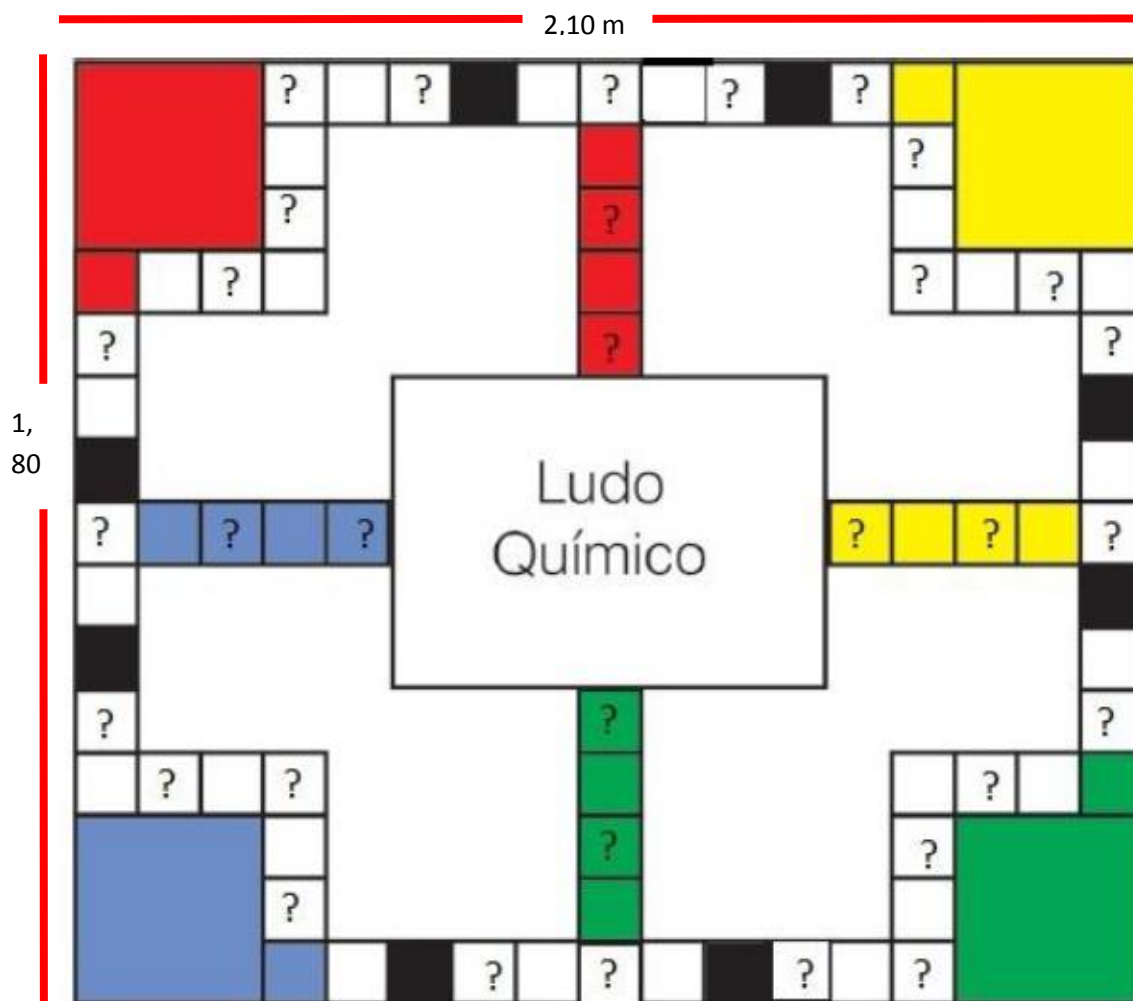
Para confecção do tabuleiro, utiliza-se o TNT branco como fundo, cortando-o e costurando-o, afim de deixá-lo em um tamanho de 2,0 m de altura e 2,30 m de largura. Na sequência risque/desenhe, com o auxílio do pincel e da régua, as casas como mostrado na Figura 1, deixando o tabuleiro nas dimensões 1,80 m de altura e 2,10 m de largura. Corte e

costure/cole os TNT coloridos em suas devidas casas. Desenhe com o pincel permanente os sinais de interrogação. Com a cartolina confeccione um dado.

As cartas contendo questões relacionadas a termoquímica (exemplo Figura 2), poderão ser elaboradas em um editor de texto e impressas em papel sulfite.

Para confecção dos peões revista as garrafas PET com TNT coloridos (vermelho, azul, verde e amarelo), sendo dois de cada cor.

Figura 1: Tabuleiro do jogo didático “Ludo Químico”.



Fonte: Extraído e adaptado de Soares e Cavalheiro (2006).

Figura 2: Exemplos de questões utilizadas no jogo.

<p>Questão 3 – Ao sair de uma piscina em um dia de vento, sentimos frio. Proponha uma explicação para isso, baseada nos conceitos de mudança de fase e de troca de calor.</p>	<p>Questão 2 – Ainda hoje, é muito comum as pessoas utilizarem vasilhames de barro (moringas ou potes de cerâmica não esmaltada) para conservar água a uma temperatura menor do que a do ambiente. Isso ocorre porque:</p> <p>a) O barro isola a água do ambiente, mantendo-a sempre a uma temperatura menor que a dele, como se fosse isopor.</p> <p>b) O barro tem poder de “gelar” a água pela sua composição química. Na reação, a água perde calor.</p> <p>c) O barro é poroso, permitindo que a água passe através dele. Parte dessa água evapora, tomando calor da moringa e do restante da água, que são assim resfriadas.</p>
<p>Questão 9 – Durante o jogo de tênis, o professor machucou o pé direito. Seu treinador sugeriu a aplicação de compressa quente sobre o local da lesão. No armário de medicamentos havia dois tipos de compressas na forma de pacotes plásticos, sendo um deles amarelo e o outro azul.</p> <p>No pacote amarelo estava a informação: <i>ao pressionar ocorre a reação</i></p> $\text{CaCl}_{2(s)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Cl}^{-}_{(aq)} \quad \Delta H = -82,8 \text{ kJ}$ <p>No pacote azul estava a informação: <i>ao pressionar ocorre a reação</i></p> $\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)} \rightarrow \text{NH}_4^{+}_{(aq)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)} \quad \Delta H = 26,2 \text{ kJ}$ <p>Qual dos dois pacotes deverá ser utilizado como compressa quente sobre a lesão? Justifique sua resposta.</p>	<p>Questão 7 – Considere a equação a seguir:</p> $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H = -572 \text{ kJ}$ <p>É correto afirmar que a reação é:</p> <p>a) Exotérmica, liberando 572 kJ para dois mols de água produzida.</p> <p>b) Exotérmica, liberando 286 kJ por mol de oxigênio consumido.</p> <p>c) Endotérmica, consumindo 572 kJ para dois mols de água produzida.</p>

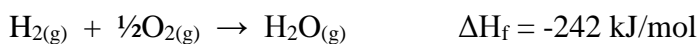
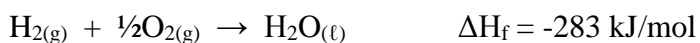
4. Regras

1. Divida a sala em 4 grupos, onde cada equipe será representada por uma cor do jogo.
2. O avanço na trilha é feito com pontos obtidos por um dado. Inicia a partida a equipe que tirar o maior número no dado. Cada equipe faz com que seus 2 peões percorram uma volta completa no tabuleiro, terminando o percurso em seu centro.
3. A equipe pode tirar mais de um peão da base, porém a jogada do dado da direito à apenas um peão de se mover.
4. As casas negras fazem com que o jogador volte com o seu peão para a sua base.
5. Nas casas em que contém pontos de interrogação serão realizadas perguntas, as quais serão retiradas do monte de questões. Se a resposta estiver correta o jogador tem o direito de jogar o dado novamente, caso contrário volta para a casa que estava anteriormente.

6. Nas casas em que não tem nada especificado, os jogadores terão passagem livre, ou seja, não precisarão responder pergunta e nem terão que voltar a sua base.
7. Vence a equipe que chegar ao centro do tabuleiro com os dois peões.

5. Referência bibliográfica

SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. O ludo como um jogo para discutir conceitos em termoquímica. **Química Nova na Escola**. 23, p. 27-31, 2006.

APÊNDICE II: Questionário aplicado**Professor (a):** ☐ Sim ☐ Não**Tempo de docência:** _____**Discente:** ☐ Sim ☐ Não**Período:** _____**1)** Considere os seguintes calores de formação.

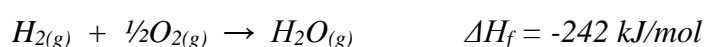
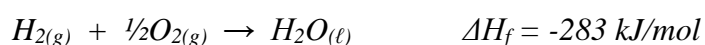
Com base neles, calcule a entalpia da transformação da água do estado líquido para o estado gasoso.

2) A transformação apresentada na questão anterior é endotérmica ou exotérmica? Como você explicaria esse processo em nível submicroscópico? E o que significa o valor numérico?

APÊNDICE III: Roteiro Problemizador do Grupo focal.

- Falem um pouco sobre vocês, idade, formação acadêmica, atuação profissional, entre outros.
- Porque vocês escolheram o curso de Química? E porque a escolha da licenciatura?
- Façam um comentário geral sobre o conceito de Termoquímica.
- Vocês estudaram este conteúdo na Educação Básica? Como foi? Em que série?
- Já cursaram Termoquímica na graduação? Como foi?
- Já acompanharam aulas no PIBID/Estágio sobre esse conteúdo? Como foi?
- Vocês já desenvolveram alguma atividade (na graduação ou no PIBID) sobre Termoquímica. Se sim, comente como foi.
- Vocês consideram ou não importante esse assunto para a Educação Básica? Porque ensiná-lo?
- Vocês conseguem relacionar a Termoquímica vista no Ensino Superior com a que é trabalhada no Ensino Médio? Exemplifique.
- Caso vocês tenham acompanhado aulas de termoquímica na escola, vocês conseguem compará-las com o conteúdo visto na graduação?
- Conseguem relatar alguma dificuldade específica sobre o tema?
- Quais recursos/materiais didáticos vocês conhecem para o ensino da Termoquímica? O que vocês acham desses recursos/materiais?
- Como vocês consideram que esse assunto deve ser trabalhado no Ensino Médio?
- Existe algo de fundamental importância, sobre esse conteúdo, que não possa deixar de ser ensinado?
- Quais estratégias vocês consideram que sejam adequadas para o ensino da Termoquímica? Justifique.
- Por que ao derramarmos acetona na mão, temos uma sensação de “frio”?
- No questionário foi apresentada a seguinte questão:

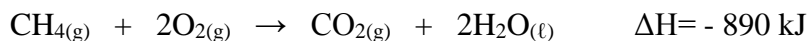
Considere os seguintes calores de formação.



Com base neles, calcule a entalpia da transformação da água do estado líquido para o estado gasoso.

Cujo valor do ΔH corresponde a +41 kJ. Assim, essa reação é endotérmica ou exotérmica? Como vocês explicariam esse processo em nível submicroscópico? E o que significa o valor numérico?

- Considere a combustão do metano, representada pela equação a seguir:



A reação é endotérmica ou exotérmica? Como você explicaria esse processo em nível submicroscópico?

- Em relação ao fenômeno: $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ Este precisa receber ou perder calor? Justifique.
- Considerando o nível submicroscópico, como vocês explicariam um processo exotérmico? E um endotérmico?
- Considerando o nível submicroscópico, quais estratégias podem ser utilizadas para o ensino da Termoquímica? Justifique.
- Como o ensino da Termoquímica pode ser problematizado?

APÊNDICE IV: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada “**UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE O ENSINO DE TERMOQUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**”. Nesta pesquisa nós estamos buscando entender como se dá o ensino da termoquímica na Educação Básica. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelos pesquisadores Ana Paula Sabino Oliveira e Prof. Dr. Deividi Marcio Marques, como parte da pesquisa, para a obtenção do Grau de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Uberlândia.

Na sua participação você responderá um questionário e participará de um grupo focal. Os áudios obtidos no grupo focal e no minicurso serão transcritos e as gravações deletadas.

Assim, para vocês participantes será assegurado: (i) o seu anonimato; (ii) a possibilidade de desistir da participação da pesquisa, a qualquer momento, podendo solicitar que suas informações sejam desconsideradas no estudo, sem nenhum constrangimento; (iii) a liberdade de acesso aos resultados da pesquisa; (iv) a garantia de que as informações registradas serão utilizadas apenas para a elaboração de publicações no âmbito das atividades, em periódicos, anais de congressos ou livros e ainda assim sua identidade será preservada.

Vale ressaltar que você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa. Os benefícios de sua participação consistem em uma atualização da prática educativa, a oportunidade de realizar uma discussão conceitual do tema, o conhecimento de novas metodologias, bem como a oportunidade de elaborar um objeto de aprendizagem. Já o risco envolvido na pesquisa consiste na identificação dos participantes. Porém, para minimizá-lo está sendo solicitado à assinatura desse termo de livre consentimento.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Ana Paula Sabino Oliveira, mestrande do programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, e-mail: anapsabyno@hotmail.com, e Prof. Dr. Deividi Marcio Marques, orientador, Av. João Naves de Ávila, nº 2121, - bloco A, sala 235, Campus Santa Mônica, Uberlândia /MG; telefone: (XXXXX); e-mail: deivid@iqfu.ufu.br.

Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica, Uberlândia/MG; telefone: (XXXXXX).

Uberlândia, ____ de _____ de 2015.

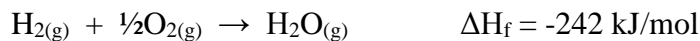
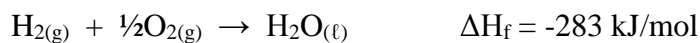
Assinatura dos pesquisadores

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

APÊNDICE V: Questionário complementar do Grupo Focal

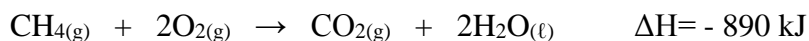
1) Considere os seguintes calores de formação.



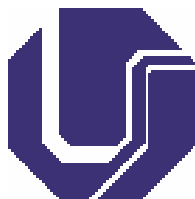
Com base neles, calcule a entalpia da transformação da água do estado líquido para o estado gasoso.

2) A transformação apresentada na questão anterior é endotérmica ou exotérmica? Como você explicaria esse processo em nível submicroscópico? E o que significa o valor numérico?

3) Considere a combustão do metano, representada pela equação a seguir:



A reação é endotérmica ou exotérmica? Como você explicaria esse processo em nível submicroscópico?

APÊNDICE VI: Produto educacional: Roteiros experimentais

**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:

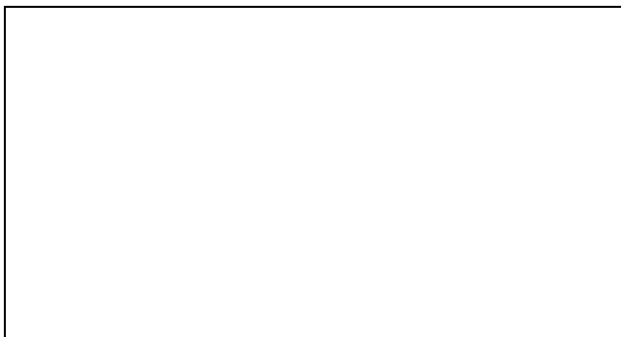
- Acetona gasosa:



- 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;
Béquer de 100 mL;
Bastão de vidro;
60 g de açúcar;
Ácido sulfúrico concentrado.

- Procedimento:

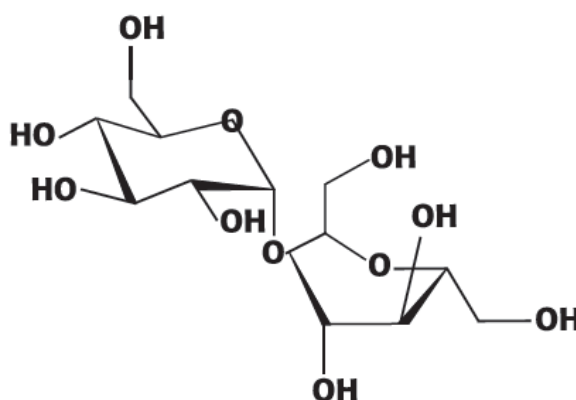
- Antes de iniciar o experimento, coloque as luvas de borracha e os óculos e, realize a prática em um local arejado, ou preferencialmente dentro de uma capela com exaustão.
- Adicione ao béquer, 60g de açúcar granulado.
- Em seguida, adicione 60 mL de ácido sulfúrico concentrado ao béquer que contém 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.