



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física/Instituto de Química
Faculdade UnB Planaltina

**O USO DE EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVOS NO
ENSINO DE TERMOQUÍMICA**

FILIPE GOUVEIA CAVALCANTE

BRASÍLIA-DF

JUNHO

2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física/Instituto de Química
Faculdade UnB Planaltina

**O USO DE EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVOS NO
ENSINO DE TERMOQUÍMICA**

FILIPE GOUVEIA CAVALCANTE

Dissertação elaborada sob orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva apresentado à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

BRASÍLIA-DF

JUNHO

2017

Aos meus familiares e amigos,
que de forma direta ou indireta me estimularam
a seguir em frente nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

À minha **Mãe** (Weudila), que sempre me ajudou, investiu, e nunca deixou que faltasse nada para mim.

Ao meu **avô** (Moacy) e a minha **avó** (Socorro) que desde a minha infância tiveram um zelo especial por mim.

Aos **meus tios e primos** que me receberam de braços abertos em Brasília. Sem o abrigo e atenção deles a caminhada do mestrado teria sido bem mais trabalhosa.

À minha professora da área de Ensino de Química, **Viviane Lima**, que desde o início da minha graduação me estimulou a seguir nessa área tão desafiadora que é a educação em Ciências. Seus ensinamentos foram o alicerce para a construção desse sonho. Esse título é nosso.

Em especial ao meu orientador **Bob**, que foi um excelente orientador, e nos dias em que pensei em desistir sempre me mostrava novas estratégias para contornar as adversidades da vida acadêmica.

Aos meus amigos do PPGEC UnB, em especial a **Maria Cecília Vieira**, irei lembrar sempre das nossas conversas referentes ao desenvolvimento da nossa pesquisa, os vários desabafos, muito obrigado por tudo.

Aos meus amigos (**Brenda Ferreira, Luma Elaine, Ana Rosa, Paloma Terris, Luana Rodrigues, Aline Barbosa, Juliana Queiroz**), pessoas que conheci na graduação e sempre torceram por meu crescimento.

Aos meus amigos que são mais chegados que irmãos (**Ilana Patrícia Braga, Arthur da Conceição, Jhonathan Resplandes, Keywison Lucas, Rafael Junior, Renata Alves, Rodrigo Resplandes, Thyago Ferreira, Myllena Oliveira**) que esperaram ansiosamente pela conquista desse título.

A **Deus** que arquitetou o caminho seguido e não me deixou desistir.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	13
1.1. POSITIVISMO E DOGMATIZAÇÃO DA CIÊNCIA.....	16
1.2. NOVAS POSSIBILIDADES PARA A EXPERIMENTAÇÃO.....	18
1.3. EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS-INVESTIGATIVOS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	21
2. CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS	22
2.1. CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS ACERCA DE CALOR E TEMPERATURA.....	25
2.2. CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS ACERCA DE PROCESSOS ENDOTÉRMICOS E EXOTÉRMICOS	27
2.3. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO DE ENERGIA	28
2.5. O CALOR COMO FORMA DE ENERGIA	29
2.6. PROCESSOS ENDOTÉRMICOS E EXOTÉRMICOS.....	32
3. PROCESSO METODOLÓGICO.....	33
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	33
3.2. CONTEXTO.....	33
3.3. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	33
3.4. OFICINAS EXPERIMENTAIS.....	34
3.5.1. DESCRIÇÃO PRIMEIRO ENCONTRO	35
3.5.2. DESCRIÇÃO SEGUNDO ENCONTRO	36
3.5.3. DESCRIÇÃO DO TERCEIRO ENCONTRO.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. OFICINA EXPERIMENTAL 01 - PROCESSOS ENDOTÉRMICOS E EXOTÉRMICOS	40
4.2. OFICINA EXPERIMENTAL 02 – COMO FUNCIONA UM TERMÔMETRO?	45
4.3. OFICINA EXPERIMENTAL 03 - CAPACIDADE CALORÍFICA	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICE.....	59

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo investigar o emprego de experimentos demonstrativo-investigativos para a aprendizagem de conceitos termoquímicos. A realização de experimentos demonstrativo-investigativos pode facilitar a apropriação de conceitos científicos por parte dos alunos. A seleção dos experimentos, como também a estruturação do roteiro experimental, teve como fundamentação as proposições de Silva, Machado e Tunes (2010), que trazem um novo olhar acerca da experimentação e o seu papel durante a aprendizagem em Ciências. A metodologia pensada para esse trabalho tem aspectos qualitativos, e a sua coleta de dados se deu por meio de perguntas abertas para levantamento das concepções prévias dos alunos sobre o conteúdo, e, com a realização de perguntas para avaliação da aprendizagem após a realização de oficinas experimentais. As oficinas foram organizadas em um módulo de ensino orientado para professores, configurando a proposição dessa pesquisa. A partir da utilização dos experimentos demonstrativo-investigativos perceberam-se melhorias no aprendizado de conceitos termoquímicos.

Palavras-chave: Concepções prévias; Experimentos demonstrativo-investigativos; Conceitos termoquímicos.

ABSTRACT

The objective of this work was to investigate the use of demonstrative-investigative experiments for the learning of thermochemical concepts. The realization of demonstrative-investigative experiments can facilitate the appropriation of scientific concepts by the students. The selection of the experiments as well as the structuring of the experimental script was based on the propositions of Silva, Machado and Tunes (2010), which bring a fresh look about experimentation and its role during science learning. The methodology designed for this work has qualitative aspects and its data collection was done through open questions gathering of previous conceptions of students about the content and with the realization of questions to evaluate the learning after the realization of workshops experiments. The workshops were organized in a teacher-oriented module configuring the teaching proposal of this research. From the use of the demonstrative-investigative experiments improvements in the learning of thermochemical concepts were noticed.

Keywords: Previous conceptions; Thermochemical concepts; Demonstrative-investigative experiments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tipos de Energia.....	30
Figura 2 – Concepções prévias dos alunos acerca de calor.....	42
Figura 3 – Oficina 01 – Concepções encontradas na fase de avaliação.....	44
Figura 4 – Concepções prévias dos alunos acerca de Temperatura.....	46
Figura 5 – Oficina 02 - Concepções da etapa de avaliação de aprendizagem.....	48
Figura 6 – Oficina 03 – Capacidade calorífica.....	51

INTRODUÇÃO

Como ensinar Química? De que forma se aprende ou se deve aprender essa Ciência? São algumas das questões que norteiam boa parte das discussões entre educadores e pesquisadores da área de ensino de Química. Nesse particular, muitos têm se preocupado em buscar alternativas capazes de oferecer um ensino que estimule e desperte o pensamento crítico nos alunos, principalmente, sob a realidade e o contexto em que eles estejam inseridos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio, a Química é apresentada da seguinte maneira: “como participante do desenvolvimento científico-tecnológico, com importantes contribuições específicas, cujas decorrências têm alcance econômico, social e político” (BRASIL, 2002, p. 30).

Nesse contexto, a finalidade dada à disciplina de Química e de outras disciplinas de Ciências Naturais no ensino médio encontra-se distorcida. No que se refere especificamente às aulas de Química, estas muitas vezes, encontram-se fortemente alicerçadas em simples exposições teóricas, nas quais os conteúdos apresentados têm pouca relação com a realidade dos alunos. Uma possível ação, capaz de minimizar essa situação, consiste em elaborar situações didáticas que tragam algum significado para a apropriação de determinado conhecimento por parte dos alunos.

A experimentação pode fornecer situações didáticas capazes de trazer novos significados para os conteúdos ensinados em sala. Mas será que toda ou qualquer atividade envolvendo a experimentação é capaz de melhorar a aprendizagem dos alunos? A resposta é não. Os trabalhos de Silva, Machado e Tunes (2010), Hodson (1994), Silva e Zanon (2000), Galiuzzi e Gonçalves (2004) trazem diversas críticas à visão ingênua atribuída à experimentação, deixando explícito por quais motivos o trabalho experimental não seja capaz de por si só (experimento pelo experimento) melhorar o processo de ensino-aprendizagem em ciências.

Essa realidade defendida pelos autores foi constatada durante o meu período de iniciação a docência, quando participei do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência) de Química da UFT (Universidade Federal do Tocantins).

Durante a fase inicial de atividades e, em conjunto com a escola pública participante, o grupo PIBID realizou um período de observação da rotina escolar, que incluiu analisar a metodologia e quais os conteúdos estavam sendo ensinados pelo professor da disciplina de Química. No decorrer dessa fase de observação, percebeu-se que alguns conceitos básicos de Química não eram ensinados pelo professor.

Alguns desses conceitos omitidos eram conceitos estruturantes de Termoquímica. Do ponto de vista do professor da escola, o conteúdo de Termoquímica se configurava como um grande desafio, em virtude de uma elevada dificuldade de compreensão desses conceitos (calor, temperatura, processos endotérmicos e exotérmicos, capacidade calorífica) por partes dos alunos. Confrontado por essa situação, a necessidade de cumprir os conteúdos programáticos e poucas aulas semanais, o professor preferia deixar de abordá-los e ensinar conteúdos mais elaborados.

Observada essa problemática, conduzi em conjunto com outros graduandos do grupo PIBID de Química, algumas atividades de experimentação, na tentativa de contribuir para a superação das dificuldades no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos termoquímicos supracitados. As atividades desenvolvidas no contra turno eram organizadas com objetivo de complementar a aula teórica realizada pelo professor, ilustrar teorias e a seleção dos experimentos geralmente levava em consideração o efeito visual causado pelo fenômeno do experimento, quanto mais sofisticado melhor.

Embora tenhamos encontrado muitos artigos defensores da experimentação como solucionadoras de problemas relativos à aprendizagem, para a problemática encontrada na escola, os resultados não foram os que gostaríamos. No fim de cada atividade do PIBID, solicitávamos que os alunos respondessem algumas questões abertas relativas aos conceitos ensinados, diagnosticando que as explicações deles para os fenômenos dos experimentos ainda se encontravam distantes dos conceitos aceitos cientificamente.

Tal experiência vivenciada durante as atividades do PIBID corrobora a ideia de que realizar atividades apoiadas pela experimentação deve envolver uma análise crítica, tanto durante a fase de planejamento, como na etapa de construção da proposta. Esperar que a simples realização de um experimento melhorasse a aprendizagem era um tanto quanto ingênuo, havia a necessidade de incluir nesta metodologia aspectos de investigação que promovesse uma melhor interação dos alunos com os conteúdos das aulas.

Silva, Machado e Tunes (2010) conceituam a experimentação e atribuem a ela um sentido mais amplo, com caráter investigativo e excluem a concepção da utilização da mesma para a comprovação de teorias. De acordo com esses mesmos autores, a experimentação pode contemplar diversas modalidades e, uma delas apresenta aspectos que se articulam bem com a realidade escolar do ensino público, chamada pelos autores de experimentos demonstrativo-investigativos.

A partir das experiências durante minha iniciação a docência, e o estudo da proposta de experimentação sugerida por Silva, Machado e Tunes (2010), foi possível identificar como problema de pesquisa a seguinte questão: **como o uso de experimentos demonstrativo-investigativos pode contribuir para a melhoria da aprendizagem de conceitos termoquímicos?** Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo: elaborar, aplicar e avaliar uma unidade de ensino envolvendo experimentos demonstrativo-investigativos para a aprendizagem de conceitos termoquímicos, considerando as concepções prévias dos alunos, visto que o conhecimento químico conceitual de estudantes em processo de aprendizagem é pouco estruturado e, muitas vezes, pautado em concepções alternativas.

As hipóteses que norteiam o trabalho:

- 1) A introdução da experimentação demonstrativo-investigativa pode contribuir para a melhoria da aprendizagem de conceitos termoquímicos.
- 2) Considerando as características dos experimentos demonstrativo-investigativos, sua realização pode ser uma possível solução para a melhoria da aprendizagem dos conceitos de calor, temperatura, capacidade calorífica e processos endotérmicos e exotérmicos.

Assim, a presente dissertação apresenta em sua estrutura, um total de quatro capítulos, mais um módulo de ensino que corresponde à proposta de ação profissional desenvolvida no mestrado.

O primeiro capítulo é uma abordagem geral acerca do papel da experimentação no ensino de Ciências, que traz apontamentos relativos ao positivismo e a dogmatização da Ciência e suas influências na utilização da experimentação em sala de aula. Ainda nesse capítulo, são apresentadas novas possibilidades para a experimentação e as possíveis

contribuições dos experimentos demonstrativo-investigativos para a efetivação da Alfabetização Científica.

O segundo capítulo apresenta uma revisão do conceito de concepções alternativas, ressaltando aquelas relativas aos conceitos de calor, temperatura, processos endotérmicos e exotérmicos. Por fim, há a apresentação da evolução histórica do conceito de energia e dois tópicos referentes aos conceitos científicos para calor, temperatura, processos endotérmicos e exotérmicos.

O terceiro capítulo descreve o processo metodológico realizado durante a pesquisa. Nessa seção também são apresentados a caracterização da pesquisa, a estratégia de ensino adotada, o contexto da pesquisa e a descrição de como ocorreu cada um dos encontros para avaliação da proposta.

O quarto capítulo detalha os resultados obtidos com a aplicação da unidade de ensino. A unidade de ensino faz parte da dissertação e se caracteriza como a proposta de ação profissional construída durante o mestrado. Para este trabalho, a unidade de ensino está direcionada para a aprendizagem de conceitos termoquímicos e utiliza como ferramenta metodológica os experimentos demonstrativo-investigativos.

CAPÍTULO 1-EXPERIMENTAÇÃO

Este capítulo é uma abordagem geral sobre o papel da experimentação no ensino de Ciências e também faz menção sobre novas possibilidades para a elaboração e realização do trabalho experimental nas escolas.

1.1-A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

No que se refere ao uso da experimentação no ensino de Ciências, muitos professores defendem que sua aplicação seja capaz de melhorar a aprendizagem em sala de aula, e que esta auxiliaria na melhoria do ensino. Em contrapartida a esses papéis atribuídos à experimentação, alguns estudiosos indicam que ela não é a resposta para todo e qualquer problema que se tenha no ensino de ciências, e quando desenvolvida pelos professores se concentra bastante na ilustração ou comprovação de uma teoria (GALIAZZI e GONÇALVES (2004); SILVA e ZANON (2000)).

Outro ponto observado é que as atividades experimentais têm sido realizadas de maneira insipiente pelos professores e a sua utilização no processo de ensino-aprendizagem escolar ainda se configura como um grande desafio. Isto ocorre, principalmente, devido à visão simplista de que a experimentação tem por função confirmar e/ou complementar teorias, reforçando a dependência de uma exposição teórica para que seja possível realizar um experimento (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Há também outro ideal bastante difundido pelos professores acerca da experimentação, que é a concepção de que esta serviria como agente motivador da aprendizagem para o aluno. Essa convicção deve ser criticada, se as atividades experimentais seriam capazes de atrair a atenção dos alunos porque ainda se desenvolvem aulas basicamente conteudistas nas escolas.

Hodson (1994) relatou que generalizar a atividade prática como passível de aceitação pelos alunos é errôneo, e destacou que o uso dessa metodologia também é capaz de gerar indiferença para alguns alunos, contrapondo ao caráter motivacional concebido por muitos.

Galiazzi e Gonçalves (2004) trazem uma justificativa para essa noção presente de experimentação motivadora entre os professores:

Essa idéia presente no pensamento dos professores está associada a um conjunto de entendimentos empiristas de Ciência em que a motivação é resultado inerente da observação do aluno sobre o objeto de estudo. Isto é, os alunos se motivam justamente por “verem” algo que é diferente da sua vivência diária, ou seja, pelo “show” da ciência. (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004, p. 328).

Sabe-se também que os experimentos realizados nas escolas comumente estão alicerçados a um roteiro experimental que deve ser seguido pelos alunos. Por meio de uma sequência de procedimentos contidos no roteiro, o professor, geralmente espera que através da observação dos fenômenos conduzidas pelos alunos, eles compreendam cientificamente o ocorrido. Giordan (1999, p. 2) definiu que: “esse processo de formular enunciados gerais à custa de observações e coleta de dados sobre o particular, contextualizado no experimento é conhecido como indução”. Entendemos que tal perspectiva indutivista não é cabível, por ser incapaz de promover uma reflexão ampliada dos fenômenos que sejam observados com o experimento e acaba reproduzindo um resultado que já era esperado.

Outra defesa equivocada que se identifica entre professores está em considerar que a o objetivo da experimentação é “comprovar teoria através da prática”. Silva e Zanon (2000) citam o discurso de uma professora, que esboça sua posição sobre a importância das atividades experimentais:

Como dizia uma professora, as aulas práticas são importantes para que os alunos ‘vejam com seus próprios olhos’, para que os alunos ‘vejam a realidade como ela é’, para que tirem suas próprias conclusões e seus próprios conhecimentos, ‘descobrimo a teoria na prática (p. 121)

Concentremo-nos no primeiro aspecto destacado na citação. Um grande obstáculo para os professores de Ciências é superar a abstração inerente aos conteúdos dessa matéria, e a utilização de experimentos com objetivo de vencer esse empecilho pode não ser tão eficiente. Assim, como exemplifica Guimarães (2009, p. 198) ao citar a seguinte expressão: “observe a reação entre o ácido sulfúrico e ferro”. Através do experimento, o que o aluno

poderia realizar seria a priori uma observação macroscópica, quando percebesse o desprendimento de gás ou aquecimento do recipiente, e, em nenhum momento ele observará os processos reacionais, que são interpretações submicroscópica e impossíveis de serem vistas.

O segundo aspecto concebe que a Ciência está na realidade, entretanto, as explicações científicas são construções teóricas dos pesquisadores com o objetivo de explicar a ocorrência de um determinado fenômeno, muitas delas não são reais, mas por serem bem fundamentadas são aceitas no meio científico.

O conhecimento científico é um conjunto de ideias elaboradas na tentativa de explicar fenômenos naturais e de laboratório. Essa explicação é feita pela formulação de conceitos denominados de científicos. Os conceitos científicos são construções abstratas da realidade, não sendo, no entanto, a própria realidade. Conseqüentemente, o significado de um conceito pode modificar-se ao longo da história (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010, p. 234).

O terceiro aspecto infere que por meio de experimentos os alunos consigam “descobrir” teorias, negligenciando o papel do professor. Ainda sugere que a atividade experimental é suficiente para promover a aprendizagem do saber a ensinar, e isso é um equívoco.

Nessa perspectiva, faz-se necessário ressignificar o papel da experimentação no ensino de Ciências, visto que se conduzidas sob uma perspectiva de investigação, elas podem contribuir significativamente para a aprendizagem, por não estarem limitadas ao simples processo de apropriação de conceitos científicos pelos alunos.

Discutido o papel atribuído a experimentação no ensino de Ciências, o tópico seguinte descreve duas concepções equivocadas e que se relacionam ao trabalho prático realizado em sala de aula.

1.2-POSITIVISMO E DOGMATIZAÇÃO DA CIÊNCIA

Antes de citar novos olhares sobre o uso da experimentação, é importante que seja conduzida uma análise acerca de algumas concepções existentes e que se relacionam com o trabalho prático desenvolvido no ensino de ciências.

Silva e Zanon (2000, p. 125) defendem a existência de paradigmas referentes ao trabalho prático, e que muitos deles se sustentam por meio da visão positivista da Ciência. O positivismo foi derivado no método científico proposto por Bacon no século XVII, ele afirmava que a Ciência exista para promover a melhoria da vida do homem. Acreditavam que esse objetivo final seria conquistado por meio da coleta de dados, com uma observação bem estruturada e que a partir disso poderiam ser formuladas teorias.

Bacon em parceria com alguns empíricos ingleses derivou do propósito positivista a concepção epistemológica que predominou no século XX, e que esteve centrada no modelo de racionalidade técnica. Esse movimento propõe que seja possível resolver qualquer indagação que a prática levante, e as exigências para isto é o domínio e a aplicação das teorias científicas. Seguir por esse viés acaba por supervalorizar o conhecimento científico, e como afirma Silva e Zanon (2000, p. 125), “desconsidera a dinamicidade e complexidade da prática e dos problemas reais a eles colocados”.

Dessa maneira, a filosofia defendida pelo positivismo afirma que qualquer experiência obtida fora do contexto da observação não seria tida como um conhecimento válido no meio científico. Esta idealização concebe que somente será autêntico aquele saber que seja resultado de observações feitas empiricamente. Por meio de uma análise crítica dessa valorização da adoção de conhecimento a partir da observação, percebe-se que o método científico, que é muitas vezes visto como único válido nas pesquisas científicas está incorporado como eficaz também para ensinar Ciências nas escolas (SILVA e ZANON, 2000).

Na década de 1960, houve o fortalecimento de modelos de ensino, que propunham que os trabalhos práticos ao serem realizados pelos alunos os conduziram aos fundamentos conceituais, e o professor assumiria apenas um papel de apoio no processo de descoberta de novos conceitos por parte dos alunos (SILVA e ZANON, 2000).

Alguns dos projetos implantados na década de 60 e que tinham essa supervalorização do trabalho prático foram, nos Estados Unidos, o Biological Sciences e Curriculum Study (BSCS), na Inglaterra, os cursos Nuffield de Biologia, Física e Química. O objetivo principal desses programas era formar cientistas (SILVA e ZANON, 2000).

Embora tenham passado mais de cinquenta anos da implantação desses programas e cursos para a formação de cientistas, até o presente momento muitos professores têm considerado o ensino prático como suficiente para alcançar qualquer objetivo educacional. Assim, faz-se necessário questionar e discutir amplamente a prevalência dessa visão empirista-indutivista no ensino de ciências, que concebe a ciência como impulsionada por um único método científico, verdadeiro e absoluto.

Além da crítica, a prevalência do paradigma positivista, há também a existência nos contextos escolares de uma visão dogmática da Ciência, que concebe ela como portadora de saberes absolutos, capazes de promover respostas corretas para todo e qualquer tipo de problema que se apresente (SILVA e ZANON, 2000).

De acordo com Silva e Zanon (2000), a visão dogmática considera que a ciência tenha sua origem a partir da observação empírica e que os resultados obtidos por meio da investigação sejam incontestáveis, já que são sustentados por leis e teorias universais. Em oposição a essa visão têm-se outras correntes de pensamento que se opõe a ideia de ciência como resultado apenas da observação empírica, objetiva e indutiva. “Novos moldes de organização do ensino e pesquisa em ciências têm surgido no sentido de solucionar essa problemática, e que só será alcançado, caso ocorra à superação da concepção positivista da experimentação e de formação humana” (SILVA e ZANON, 2000, p. 128).

Efetivamente, como apresentam esses autores, o real objetivo da experimentação tende a fracassar quando o conhecimento é introduzido de forma tecnicista no ensino de Ciências e quando há a transmissão desses conhecimentos como sendo absolutos e livres de falhas. Uma frase que caracteriza bem a presença desta visão dogmática de Ciência absoluta, se manifesta no momento em que, dentro de uma discussão, alguém diz estar certo por estar apoiado em um saber científico: estou correto, pois está comprovado cientificamente o que digo. A partir disso, é importante que se discuta os aspectos relacionados ao trabalho prático realizados nas instituições de ensino e pesquisa.

1.3-NOVAS POSSIBILIDADES PARA A EXPERIMENTAÇÃO

Discute-se bastante a necessidade de substituir os métodos tradicionais de ensino por metodologias que sejam capazes de estimular a participação dos alunos durante as aulas. A experimentação é citada por Silva, Machado e Tunes (2010) como uma metodologia ativa, capaz de atribuir provocações para as aulas de ciências, e que pode levar os alunos a se tornarem mais participativos no processo de apropriação do conhecimento.

Esses autores dizem ainda que “a experimentação no ensino deve ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Dessa maneira, o aprender em Ciências deve ser uma relação entre o fazer e o pensar”. Admitindo que exista uma forte relação entre teoria e experimento, a conexão entre o fazer e o pensar se estabelece a partir do momento em que uma atividade experimental exija explicações para um dado fenômeno observado.

O trabalho experimental foi introduzido no ensino de Ciências há muito tempo. Embora passado um bom tempo, muitos ainda concebem que o trabalho prático na escola seja totalmente dependente de um laboratório de ciências. Ao repensar o papel do trabalho experimental realizado no ensino de Ciências, cresce a necessidade de ampliar a visão dos ambientes propícios a experimentação.

Silva, Machado e Tunes (2010, p. 240) sugerem exemplos de possíveis ambientes: “os espaços para esse tipo de atividade não se limitam ao conhecido laboratório de ciências, abrange também outros ambientes do cotidiano (sala de aula, farmácias, cozinha da escola, praças, parques, etc.)”

Os mesmos autores também determinam que ao utilizar a experimentação nesses ambientes, as propostas devem contemplar o desenvolvimento nos alunos do que eles definem como pensamento analítico, que consiste na capacidade de decompor o mundo concreto em partes e a criação de novas sínteses.

Algumas sugestões para que a experimentação assuma novas características no aprendizado em ciências, são descritas pelos mesmos autores, sendo elas: atividades demonstrativas investigativas, experiências investigativas, simulações em computadores, vídeos e filmes, horta na escola, visitas planejadas, estudos de espaços sociais e resgate de saberes populares.

As atividades experimentais demonstrativo-investigativas podem substituir as aulas teóricas. Algumas das características destas atividades destacadas por Silva, Machado e Tunes (2010) são: permitem o diálogo entre professor e alunos durante as aulas; asseguram uma melhor compreensão da relação teoria-experimento; podem ser utilizadas para o levantamento de concepções prévias; propiciam o ensino por investigação; desenvolvem ou melhoram habilidades cognitivas.

Ainda de acordo com os autores, para que a experimentação assuma caráter demonstrativo-investigativo é necessário que o experimento apresente uma pergunta inicial que instigue os alunos a pensar, e que a análise do fenômeno do experimento aconteça em três níveis do conhecimento químico, são eles: observação macroscópica do fenômeno, seguida de uma interpretação submicroscópica, acrescido de expressões representacionais (fórmulas e/ou equações). Por fim, o experimento deve responder a pergunta inicial. É inserida nessa modalidade a chamada interface CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), que tem por objetivo abordar perspectivas para a formação cidadã.

Algumas das vantagens das atividades demonstrativo-investigativas: por serem experimentos simples e de rápida execução podem ser inseridas em aulas teóricas, não há necessidade dos alunos realizarem o experimento, são independentes da existência de laboratórios de ciências e são adequadas para curtos tempos de aula (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Silva e Zanon (2000, p. 120) citam algumas das dificuldades comumente apontadas por professores para incorporar as atividades experimentais no ensino: estrutura física inadequada (ausência de laboratórios), poucas aulas semanais e número grande de alunos por turma. Observadas tais dificuldades e conduzida uma análise das características próprias dos experimentos demonstrativo-investigativos, percebe-se que eles podem ser uma ferramenta metodológica capaz de superar todas as justificativas citadas anteriormente para a não realização da experimentação nas aulas.

Sob a necessidade de tratar a experimentação com um olhar investigativo, os autores Silva, Machado e Tunes (2010) apresentam as Experiências Investigativas. Nesta modalidade de experimentação, define-se um problema e se utiliza um ou mais experimentos na tentativa de solucioná-lo. As principais etapas das experiências investigativas: proposição de um problema; exploração e identificação de ideias dos estudantes sobre os fenômenos,

elaboração dos possíveis planos de ação, realização do que foi planejado, análise dos dados que foram encontrados, e elaboração de uma pergunta inicial. Para esta modalidade é requerido que a escola disponha de um laboratório.

Atividades de experimentação que apresentem um custo elevado, que ofereçam grandes riscos, toxidades, ou ainda que demandem muito tempo para a sua realização devem ser evitadas. As simulações em computadores podem ser uma alternativa capaz de reproduzir experiências que perfilam os aspectos citados. Elas permitem que seja explorado o conteúdo sem que haja exposição dos participantes a materiais ou substâncias nocivas e em curto período de tempo (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Na escola, a sala de vídeo seja talvez um espaço físico pouco explorado. Com a ampliação dos espaços propícios para a experimentação, a utilização de vídeos e filmes é uma boa opção. Eles permitem uma abordagem contextualizada e interdisciplinar de realidades próximas ou distantes dos alunos, e o estudo de fenômenos que demandem mais tempo de observação, como por exemplo, alterações ambientais (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

A horta na escola também é apontada por Silva, Machado e Tunes (2010) como uma modalidade de experimentação. Ela possibilita diferentes análises e estudos, principalmente com a linha de pesquisa Educação Ambiental. A horta na escola abre espaço para uma abordagem contextualizada da relação teoria-experimento.

Outro tipo de experimentação, com alto valor pedagógico, são as visitas planejadas em instituições ou empresas (indústrias, feiras, estações de tratamento de esgoto, mercados, entre outros). As visitas planejadas permitem a observação de situações reais de alguns conteúdos estudados em sala, cria oportunidade de aprofundar o conhecimento químico e ainda pode desenvolver o sentido crítico dos alunos (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

A valorização de saberes populares permite a exploração de espaços sociais, compreende a inserção tanto do professor quanto do aluno em contextos sociais diversificados, com uma rica inter-relação entre os saberes populares e formais trabalhados na escola. O resgate de saberes populares, abre espaço para serem executadas atividades de ensino-aprendizagem que apontem a importância desse conhecimento menos influenciado pelas tecnologias, demonstrando que este, embora menos sofisticado não seja inferior aos

conhecimentos aplicados nas modernas tecnologias de produção (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Abordadas algumas possibilidades para a experimentação no ensino de Ciências, a próxima seção discute a utilização dos experimentos demonstrativo-investigativos como metodologia capaz de promover a Alfabetização Científica.

1.4-EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVOS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A modalidade de experimentação demonstrativo-investigativa é capaz de contribuir para o processo de Alfabetização Científica de estudantes. Uma possível definição para Alfabetização científica é entendê-la como a ação de estimular os indivíduos a desenvolver a capacidade de interpretar e discutir ciência e tecnologia.

De acordo com Sabbatini (2004) o conceito de alfabetização sugere três principais implicações para sua efetivação: domínio de vocabulário mínimo de termos científicos, compreensão de métodos da Ciência, impacto da ciência e tecnologia na sociedade.

A primeira dimensão se refere à necessidade do domínio mínimo vocabular de conceitos científicos, para que seja possível observar e verificar a coerência ou incoerência de informações difundidas pelos mais variados meios de comunicação científica. A segunda implicação consiste na compreensão da natureza dos métodos da Ciência. É de fundamental importância durante o processo de alfabetização científica que o indivíduo perceba a diferença entre os métodos usados pela Ciência, fruto da observação em diferentes níveis, explicada por meio de testes experimentais, entre outros.

A terceira dimensão discute o grau de compreensão que as pessoas possuem acerca do impacto da ciência e tecnologia sobre os indivíduos e para a sociedade. É de grande valia que todos os grupos sociais entendam as implicações positivas e negativas referentes ao avanço científico-tecnológico, desmistificando muitos mitos relacionados ao desenvolvimento, principalmente o mito salvacionista por meio da Ciência (SABBATINI, 2004).

No que se refere ao uso de experimentos demonstrativo-investigativos, esse tipo de metodologia assegura as três implicações, citadas anteriormente, para que ocorra o fenômeno da alfabetização científica. A abordagem macroscópica e interpretação submicroscópica conferem aos participantes que observem um determinado fenômeno por meio do experimento a possibilidade de incorporar ao vocabulário dos participantes novos conceitos e termos científicos.

O experimento demonstrativo-investigativo abre espaço para a inserção de aspectos históricos referentes às etapas de criação de conceitos científicos. Nesse momento, podem ser apresentados os métodos da ciência utilizados no processo de criação de um determinado conceito que esteja sendo ensinado por meio do experimento. A interface CTS - Ciência Tecnologia e Sociedade - permite que sejam enfocados aspectos relacionados à utilização do conhecimento científico pelo homem. Essa parte também serve como abertura para que sejam discutidas controvérsias científicas, pseudociência, questões sociocientíficas, entre outros.

2 - CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

Como visto anteriormente, o uso de experiências demonstrativo-investigativas permite identificar as concepções prévias dos alunos sobre um determinado assunto. A seguir, será apresentada uma revisão de literatura sobre concepções alternativas acerca de alguns conceitos envolvidos no ensino de Termoquímica.

2.1-CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E MUDANÇA CONCEITUAL

Durante os anos 70 e 80 muitos pesquisadores em educação demonstraram grande preocupação em analisar os conhecimentos prévios que os alunos traziam para a sala de aula. Os resultados obtidos por meio dessas investigações serviram como subsídios importantes

no processo de caracterização dessas concepções, e promoveram diversas discussões em torno de novas metodologias de ensino que as explorassem.

Nardi e Gatti (2004) citam Driver (1985), Doran (1972), Viennot (1979), como alguns dos pesquisadores que exploraram esse particular. Alguns dos nomes dados a essas concepções prévias: conhecimento espontâneo, conceitos intuitivos, estruturas alternativas, formas espontâneas de raciocínio, concepções alternativas e outras semelhantes. Diante de inúmeras terminologias utilizou-se no presente estudo o termo concepções alternativas, admitindo que tal expressão se enquadre melhor aos objetivos da pesquisa realizada nesse trabalho.

Inicialmente, faz-se necessário, conceituar o que seria concepções alternativas. As concepções alternativas podem ser definidas como as ideias que os indivíduos apresentam diante de um novo conteúdo, que podem ser bem elaboradas ou não. De acordo com Nardi e Gatti (2004), as concepções alternativas, em geral, apresentam as seguintes características: são construções individuais; procuram mais a utilidade do que a verdade; são coerentes do ponto de vista dos indivíduos; incoerentes do ponto de vista da Ciência; são influenciadas pelo convívio social; são duráveis.

A adoção das primeiras concepções alternativas se dá desde as primeiras relações sociais, também por meio dos meios de comunicação, e, principalmente durante a apropriação de novos conhecimentos na escola. No decorrer desse processo pessoal de apropriação do conhecimento são formadas as diferentes explicações fenomenológicas dos indivíduos. A pluralidade das proposições que surgem é sem dúvida inerente ao contexto formador do indivíduo.

As concepções alternativas são resistentes, entretanto, não devem ser vistas como um obstáculo para a aprendizagem escolar. Segundo Mortimer e Amaral (1998), o processo de aprendizagem em Ciências depende do grau de interação e compartilhamento das práticas da comunidade científica. Esse confronto, entre concepções alternativas e conhecimento científico, por meio da interação e socialização de práticas científicas serve como estímulo para que os alunos adquiram novas maneiras de observar e interpretar os variados fenômenos encontrados no cotidiano.

Por um longo período, acreditava-se que por meio de um ensino adequado os alunos gradualmente abandonariam as suas concepções alternativas. Essa suposição ficou conhecida como a teoria da Mudança de Estruturas Conceituais. No que concerne a mudança de estruturas conceituais, Posner e colaboradores (1982) fazem distinções entre mudanças

graduais e descontínuas. Em relação às últimas, estas necessitam de algumas condições para que haja a mudança conceitual, são elas: contrariedade com a concepção atual, utilidade para a nova concepção e inteligibilidade.

A contrariedade com a concepção presente surge quando o indivíduo se vê incapaz de sugerir significados a um fenômeno observado, o que leva ao abandono de um conceito existente em prol de outro que melhor explique determinado problema. No que se refere à inteligibilidade, uma concepção inteligível é aquela que traz algum sentido para o estudante, sendo capaz de fazer uma representação coerente dessa concepção, e distante de um simples processo de memorização.

Finalmente, o estudante deve acreditar que o novo conhecimento é verdadeiro. Deve ser apresentada a utilidade para esse novo conhecimento, ou seja, deve possibilitar novas investigações, e a capacidade de aplicar esse novo saber em situações diferentes de estudo.

As ideias de Posner e colaboradores (1982) são capazes de orientar a produção de materiais educativos e trazer significados conceituais para os alunos, como também orientar acerca da criação de situações favoráveis a aprendizagem de conceitos científicos.

Algumas críticas foram feitas a esse modelo de mudança conceitual proposto por Posner e colaboradores (1982), principalmente a generalização de que uma concepção alternativa seria completamente abandonada. A mudança de uma concepção alternativa, sem dúvidas, raramente envolve o seu abandono completo em favor de outra, o que acontece, em geral, é um fenômeno de adição com a aquisição de novos sentidos para a aplicação dessas concepções em contextos apropriados.

Dentre as estratégias que sugerem a mudança conceitual dos alunos, encontra-se a ideia de promoção do conflito cognitivo, na qual as concepções alternativas são postas em confronto com o conhecimento científico. Nesse sentido, o conflito cognitivo deve demonstrar que a concepção alternativa utilizada, possa ser incoerente do ponto de vista científico.

2.2 - CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS ACERCA DE CALOR E TEMPERATURA

Este capítulo discute algumas das principais concepções alternativas existentes para Calor e Temperatura. A compreensão do ponto de vista científico desses dois conceitos é fundamental para a compreensão de outros conceitos Termoquímicos mais avançados.

O estudo, no ensino médio, das transformações da matéria e das energias envolvidas nesses processos, normalmente sob o nome de Termoquímica, envolve o uso de alguns conceitos, como: energia, calor, temperatura, entre outros. Essas palavras são utilizadas cotidianamente, e, geralmente, não apresentam os mesmos significados definidos pela Ciência (MORTIMER e AMARAL, 1998).

Desde os primórdios da humanidade, o homem sobreviveu e se aperfeiçoou através de técnicas que utilizavam o Calor, como por exemplo, no cozimento de alimentos, preparo de utensílios metálicos, aquecimento em períodos frios, entre outros. A partir de uma análise histórica pode ser percebido que filósofos e cientistas procuraram explicações para caracterizar os fenômenos que envolviam calor, energia e temperatura. A história demonstra que as definições para calor foram pensadas e repensadas, conforme evoluíam as investigações dos pesquisadores da época.

Inicialmente, faz-se necessário resgatar as ideias informais (concepções alternativas) sobre calor e temperatura, que se relacionam com a maneira como as pessoas se expressam acerca de fenômenos envolvendo esses dois conceitos. Aqui serão apontadas três principais concepções criadas com o intuito de definir o calor em momentos históricos passados, e que até o presente momento estão implícitas na linguagem cotidiana, são elas: o calor sendo uma substância, a existência de duas formas de calor (calor quente e calor frio) e o calor diretamente proporcional a temperatura.

A primeira ideia, de que o calor é uma substância, combinada com a segunda, de que existem dois tipos de calor, resulta em que o frio e o calor sejam pensados como particularidades de materiais e substâncias. De acordo com essas ideias informais, um determinado material que esteja quente possui calor, enquanto um material que esteja a uma menor temperatura possui frio. Contrapondo a concepção de calor sendo uma substância, e a existência de um calor quente e outro frio, para a Ciência não é considerado a existência desses dois processos de transferência de energia entre corpos, apenas o de calor (MORTIMER e AMARAL, 1998).

O calor visto como uma substância elementar foi defendida por Lavoisier, e esteve sustentada no ideal de que um corpo contenha calor. Essa teoria foi aceita no passado pelo meio científico, e os pesquisadores daquela época consideravam que todos os corpos possuíam em seu interior uma substância fluida invisível, e de massa desprezível chamada de calórico (MORTIMER e AMARAL, 1998). A teoria do calórico foi aceita durante algum tempo pela comunidade científica, até que descobriram o conceito de energia e, dessa maneira, a teoria do calórico foi abandonada.

A última ideia informal, a de calor sendo diretamente proporcional a temperatura, é produto de como as pessoas utilizam esse termo no cotidiano. É comum ouvir ‘hoje faz muito calor’ para se referir à sensação de dias com temperaturas elevadas, ou ainda ‘calor humano’, ‘estou para morrer de calor’, entre outros. Essas são alguns dos enunciados encontrados na linguagem cotidiana, e que reforçam a utilização de concepções alternativas para explicar fenômenos que envolvam o conceito científico de calor (MORTIMER e AMARAL, 1998).

No que se refere ao uso da palavra temperatura, diferente do que muitas vezes sugere a linguagem cotidiana, a temperatura é uma propriedade capaz de indicar o fluxo de energia na forma de calor entre dois corpos que apresentem quantidades de calor diferentes. Assim, a temperatura será diretamente proporcional a diferença de temperatura entre os dois sistemas. A principal concepção alternativa referente à temperatura é a que concebe que corpos com elevadas temperaturas apresentem maior quantidade de calor, e o contrário, um corpo que esteja a uma baixa temperatura possui menos calor (MORTIMER e AMARAL, 1998).

Nesse particular, que busca definir temperatura, é relevante citar o conceito microscópico de temperatura, que segundo Barros (2009, p.242) a temperatura de um sistema é um propriedade que apresenta relação com a energia cinética das partículas que constituem determinado material.

Com um olhar distante das concepções alternativas sobre as transferências de calor envolvidas nas transformações da matéria, pode-se afirmar que um determinado corpo ‘não possui calor’, mas sim energia. Como apresentado por Mortimer e Amaral (1998), que afirmam que um sistema armazena energia interna, e que esta pode ser transferida na forma de calor, desde que exista o contato entre os sistemas que apresentem diferentes temperaturas.

Com relação aos aspectos da forma de energia evidenciada até o momento e o conteúdo de Termoquímica, o seguinte enunciado permite verificar a articulação entre

ambos: a Termoquímica “refere-se ao estudo das transferências de calor que ocorrem durante as transformações químicas e algumas transformações físicas. É uma parte da disciplina de Termodinâmica” (RUSSELL, 1994, p. 111). Pode-se concluir, portanto, que a energia trabalhada na termoquímica se refere especificamente a quantidades de energias liberadas ou absorvidas, na forma de calor durante processos físicos ou químicos.

Na visão de Mortimer e Amaral (1998), o emprego equivocado dos conceitos de calor e temperatura ocorre em virtude da conduta dos professores em preferir trabalhar conceitos termoquímicos mais avançados, como lei de Hess, energia de reação, e acabam por deixar de lado conceitos mais básicos.

Assim, é importante trabalhar em sala de aula conceitos termoquímicos básicos, já que eles servem como suporte para o aprendizado de conceitos mais aprofundados. Deixá-los em segundo plano é contribuir para que prevaleçam concepções informais referentes à termoquímica e, possivelmente, a continuidade de dificuldades no processo de ensino-aprendizagem em ciências.

2.3-CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS ACERCA DE PROCESSOS ENDOTÉRMICOS E EXOTÉRMICOS

É possível encontrar muitas pesquisas que afirmam a existência de confusões conceituais referente ao conteúdo de termoquímica, principalmente no que tange à apreensão da energia na forma de calor envolvida nas transformações químicas.

Dentro desse contexto, Barros (2009) afirma que os alunos apresentam dúvidas quanto à associação de ruptura e formação de ligações com a absorção (processos endotérmicos) e liberação de energia (processos exotérmicos).

No que se refere à energia envolvida nas ligações químicas, há a persistência de concepções alternativas por parte de muitos alunos para a explicação de fenômenos de absorção e liberação de energia. Fernandez e Marcondes (2006, p. 22) trazem uma analogia que exemplifica como os alunos imaginam a quebra de uma ligação química: “a quebra da ligação seria análoga àquele brinquedo de criança em que um palhaço fica preso dentro de uma caixa e quando esta é aberta leva-se um susto”. Como um caminho mais cômodo, muitos alunos estão apoiados em pensamentos advindos do senso comum, como por exemplo, que

para construir qualquer estrutura é necessário fornecer energia e que o contrário, seria a destruição.

Nesse sentido, os alunos tendem a pensar que para ocorrer à formação de uma ligação há uma demanda por energia relacionada à junção dos átomos e sua quebra liberaria essa energia que a princípio, estaria fisicamente armazenado em seu interior. (SOUSA e JUSTI, 2010).

Surge, portanto, a necessidade por parte do professor de buscar ferramentas metodológicas capazes de superar o desafio conceitual existente nos conteúdos de Química e que se relacionam ao conceito científico de energia.

2.4–EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO DE ENERGIA

De acordo com Pereira e Valadares (1991), a palavra energia é utilizada pelo menos desde 1600 para definir, capacidade de agir, vontade, vida e etc. Tais definições estavam influenciadas pelas correntes filosóficas do antropocentrismo. No século XVII, foram originadas duas correntes científicas que buscavam conceituar energia. Uma era a de Descartes (1596-1650), que afirmava que a quantidade de movimento definiria o que seria força. Outra era o de Gottfried Leibnitz (1646-1716) que definia energia como, a força viva, obtida pela multiplicação entre massa e o quadrado da velocidade (PEREIRA e VALADARES, 1991).

A força viva foi defendida por Leibnitz (1646-1716), em latim *vis viva*, confrontava o conceito energia como sendo quantidade de movimento, de forma que *vis viva* e quantidade de movimento passaram a concorrer para qual definição seria a mais coerente do ponto de vista científico (BUCUSSI, 2007).

Por volta de 1785, Dom Alembert (1717-1783) e em Tomas Young (1773-1829) fizeram estudos que relacionavam energia em função do movimento. Foi Tomas Young que propôs a substituição das palavras força viva pelo termo energia (PEREIRA e VALADARES, 1991).

Em 1804, Benjamin Thompson, o Conde de Rumford, que trabalhava com armamentos em Munique, demonstrou que o calor não podia ser um simples fluido (teoria do calórico). A partir da observação do aquecimento dos canhões durante a sua perfuração,

fez com que se desse início a primeira ideia de energia sendo uma grandeza que poderia se conservar, e ainda ser transformada em outros tipos de energia (PEREIRA e VALADARES, 1991).

No século XIX, como estabelecimento da teoria eletromagnética abriu espaço para o estudo da energia dos campos elétricos e magnéticos. Passaram a considerar a radiação como uma forma de energia, e a luz classificada como uma onda eletromagnética (BUCUSSI, 2007).

Em 1847, Helmholtz (1821-1894) produziu obras referentes à conservação de energia, e que calor, eletricidade, trabalho, são classificados como outros tipos de energia. No que condiz a conservação de energia, Helmholtz (1821-1894) apontou que essas formas de energias podem se converter entre si. Essa ideia de Helmholtz prevalece até hoje (PEREIRA e VALADARES, 1991).

A primeira tentativa de definir energia de maneira mais elaborada deve-se a Rankine. Em 1853, ele publicou a definição mecanicista para energia, como sendo, a capacidade de realizar trabalho. A partir de 1887 a ação de definir energia tornou-se mais exigente, em virtude da pesquisa realizada por Max Planck (1858-1947), que apresentou teoria quântica e energia (PEREIRA e VALADARES, 1991).

Em 1905, a equação de Albert Einstein ($E=mc^2$) promoveu o desenvolvimento do conceito de energia, levando a aplicação no estudo das massas de partículas. “A massa é, no fundo, energia altamente concentrada, tal como afirmou Max Born, em 1935” (PEREIRA e VALADARES, 1991, p. 64).

2.5-O CALOR COMO FORMA DE ENERGIA

A sociedade moderna tornou-se completamente dependente da energia para a sua existência. Boa parte da energia utilizada é proveniente dos mais variados processos químicos, como por exemplo, por meio da queima de combustíveis fósseis, processos químicos que ocorrem em baterias, processos fotossintéticos, entre outros.

Apesar de ser bastante utilizada no cotidiano a palavra energia, é importante observar o contexto em que será utilizado tal termo. Embora seja um conceito fundamental para o

entendimento da maioria dos fenômenos de interesse da ciência, não é tão simples defini-la (MORTIMER e AMARAL, 1998).

Feynman (2004) cita diversos tipos de energia, organizadas no gráfico da figura 1:

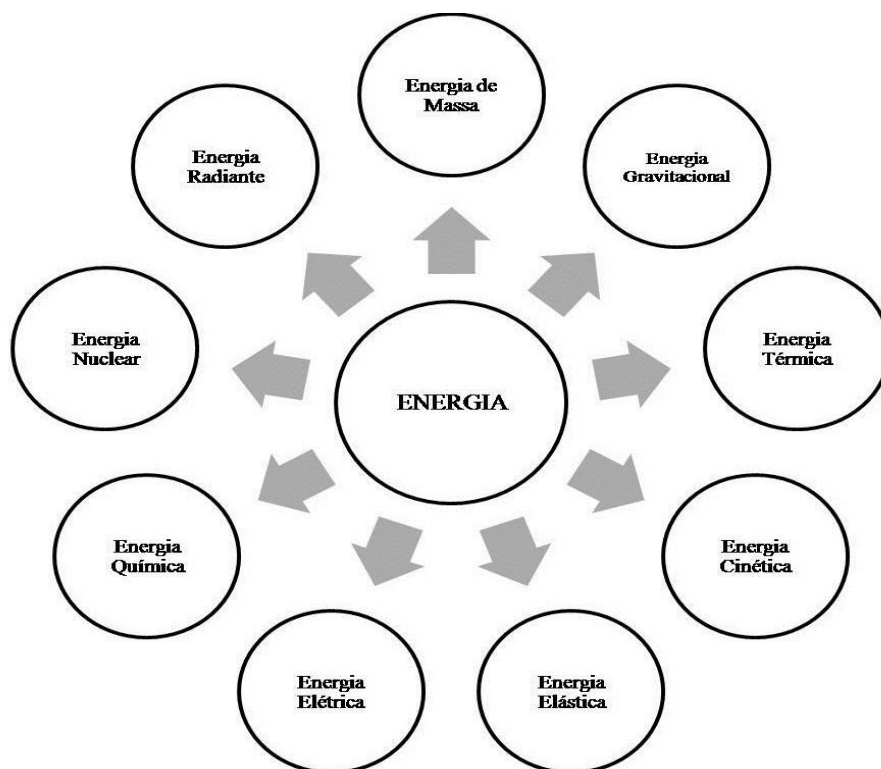


Figura 1- Tipos de Energia – Adaptado Feynam (2004).

Feynman (2004) descreve em seu livro cada um dos tipos de energia citados, dentre elas, define a energia química como sendo a energia liberada por meio de processos químicos. Tendo vista que a energia perpassa por muitas áreas que conferem a ela diferentes acepções, a designação adotada aqui será de acordo com a Termoquímica, assim será definida como a quantidade de energia liberada ou absorvida, na forma de calor durante as reações químicas ou em algumas mudanças físicas.

A energia de um sistema pode ser alterada ou não. Desde que se tenha um sistema tido como isolado, a energia total do sistema será mantida constante. Em outra situação, se um sistema específico não for isolado poderão ocorrer os fenômenos de absorção e/ou

transferência de energia. O calor é uma forma de energia capaz de alterar a quantidade de energia existente em um determinado sistema (PEREIRA e VALADARES, 1991).

A transferência de calor entre sistemas ocorre em função da temperatura. Caso haja uma diferença, o calor poderá ser transferido, sempre do corpo de maior para o de menor temperatura. Esse processo de transferência pode deixar de ser efetivado quando os sistemas possuírem valores médios de energia equivalentes. Esse valor médio de energia é verificado por meio da temperatura, e tal fenômeno é denominado de equilíbrio térmico (PEREIRA e VALADARES, 1991).

Os processos de transformações físicas e químicas da matéria, em geral, estão acompanhados pela absorção ou liberação de energia. Para as transformações químicas, quando a energia dos produtos é menor que a energia dos reagentes, à medida que a reação química se processa, haverá a liberação de energia (processo exotérmico). Em outro caso, se a energia dos produtos for maior que a dos reagentes, com o desenvolvimento da reação química o sistema absorverá energia (processos endotérmicos) (RUSSEL, 2010).

A energia interna de um sistema pode ser alterada pelo ganho ou perda de energia de muitas maneiras principais: na forma de calor e trabalho mecânico. A energia transferida para causar o movimento de um objeto contra uma força é conhecida por trabalho. Macroscopicamente realizamos trabalho quando levantamos um objeto contra a força da gravidade. “Microscopicamente tomemos como exemplo a força eletrostática que “puxa” cargas contrárias e “empurra” cargas iguais para longe uma das outras” (BROWN, BURSTEN e BURGE, 2012, p. 142).

Outro meio para que um sistema possa transferir energia, é sob a forma de calor, observando a existência de diferentes temperaturas entre os objetos de estudo.

O calor em termoquímica geralmente é representado pela letra ‘q’, e q indica a quantidade de calor absorvida por um sistema. Tal definição significa que ‘q’ é um número positivo quando o sistema absorve calor das vizinhanças. “Quando o fluxo de calor está na direção oposta, ou seja, quando o sistema perde calor para as vizinhanças, ‘q’ é um número negativo” (RUSSEL, 2010, p. 134).

2.6-PROCESSOS ENDOTÉRMICOS E EXOTÉRMICOS

As reações químicas e transformações físicas, em geral, estão envolvidas com o ganho ou perda de calor. O calor é uma das formas de energia mais comum que se conhece. A parte da Química que estuda as quantidades de calor liberadas ou absorvidas durante as reações químicas, é a Termoquímica. A maioria das reações químicas se processa devido à perda ou ganho de calor (energia). Quando um sistema tem sua energia interna alterada, em virtude de uma diferença de temperatura entre o sistema e o exterior, diz-se que ocorreu uma variação de energia do sistema por transferência de calor.

Os processos que ocorrem com a absorção de calor pelo sistema são chamados de endotérmicos. Durante um processo endotérmico, como a vaporização da água, o calor flui da vizinhança para dentro do sistema. Um processo no qual o sistema libera calor é chamado de exotérmico. O quadro a seguir exemplifica algumas reações químicas que envolvem processos endotérmicos e exotérmicos.

Quadro 1 – Reações químicas que envolvem processos endotérmicos e exotérmicos.

Reações endotérmicas	Reações exotérmicas
Pancada violenta inicia a detonação de um explosivo	Queima da vela
Cromagem em para-choque de carro, com energia elétrica	Combustão da gasolina
Cozimento de alimentos	Reações químicas em pilhas
Fotossíntese	Combustão da Biomassa vegetal

A energia obtida por meio das reações químicas é decorrente dos rearranjos das ligações químicas dos reagentes transformando-se em produtos. No que se refere às transformações físicas, quando uma substância passa do estado físico sólido para o líquido e, em seguida, para gasoso, esses fenômenos são processados por meio da absorção de calor. Em outra situação, quando a substância passa do estado gasoso para o líquido e, em seguida, para o sólido, ocorre a liberação de calor.

Abaixo organizamos um quadro contendo a relação entre a energia absorvida ou liberada nas transformações físicas.

Quadro 2 – Transformações físicas e químicas que envolvem processos endotérmicos e exotérmicos.

Transformações físicas endotérmicas	Transformações físicas exotérmicas
Sólido para líquido (Fusão)	Líquido para sólido (solidificação)
Líquido para gasoso (vaporização)	Gasoso para líquido (condensação)
Sólido para gasoso (sublimação)	Gasoso para sólido (sublimação)

CAPÍTULO 3-PROCESSO METODOLÓGICO

Nesse capítulo, serão apresentados aspectos relacionados ao percurso teórico-metodológico empregado nessa pesquisa, apontando o tipo de pesquisa, o contexto, a estratégia metodológica e a descrição das oficinas experimentais demonstrativo-investigativas.

3.1-CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Para este projeto adotou-se a pesquisa qualitativa como estratégia metodológica. De acordo com Ludke e André (1986) as características básicas de uma pesquisa qualitativa são: a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento; os dados coletados são em sua maioria descritivos; há um maior foco no processo; a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

3.2-CONTEXTO

A proposta de ensino do presente trabalho foi aplicada em uma turma de segundo ano do ensino médio da rede pública de ensino do estado do Maranhão. Foram realizados três encontros para o desenvolvimento das oficinas experimentais, no turno vespertino, e

cada encontro teve duração de aproximadamente sessenta minutos. Todos os experimentos realizados se encaixam na modalidade demonstrativo-investigativa proposta por Silva, Machado e Tunes (2010).

Para a coleta de dados foram utilizadas perguntas subjetivas no início e no fim de cada encontro, tanto para o levantamento das concepções prévias dos alunos sobre o conteúdo quanto para a avaliação da aprendizagem no final de cada oficina. Além de gravações de áudios das discussões ocorridas durante cada atividade.

3.3-ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A proposta deste trabalho foi organizar oficinas experimentais na modalidade demonstrativo-investigativa, tendo como conteúdo a ser ensinado alguns conceitos termoquímicos (processos endotérmicos e exotérmicos, calor, temperatura e capacidade calorífica). A construção das oficinas se deu a partir de um levantamento das principais concepções alternativas referente aos conceitos a serem trabalhados. Outra parte dessa pesquisa consistiu na elaboração de um módulo de ensino orientado para professores, contendo sugestões de experimentos demonstrativo-investigativos.

3.4-OFFICINAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

As oficinas foram realizadas no contra turno dos estudantes participantes, com duração máxima de uma hora, divididas em três encontros. Os tópicos seguintes explanam como se deu o desenvolvimento individual de cada uma das oficinas experimentais, evidenciando as etapas para coleta de levantamento das concepções prévias, e retomada a pergunta inicial.

3.5.1-DESCRIÇÃO DO PRIMEIRO ENCONTRO

A primeira oficina experimental tinha como título: “Processos endotérmicos e exotérmicos”. Neste encontro, inicialmente, foi solicitado que os alunos respondessem a seguinte pergunta: Para você, o que é calor? Aqui coletamos as concepções prévias dos alunos acerca do conceito de calor. As respostas foram identificadas por um número aleatório e recolhidas antes de prosseguir com a oficina.

Para discutir o conceito científico de calor do ponto de vista da Química, no primeiro encontro foram realizados, um por vez, dois experimentos de dissolução de sólidos cristalinos em água, um com elevação da temperatura do sistema, outro com abaixamento da temperatura. O experimento 01 (dissolução do hidróxido de sódio em água) foi feita a seguinte pergunta: “Como podemos elevar a temperatura de um líquido sem levá-lo a uma fonte de aquecimento?” Nessa etapa estavam sendo gravadas as falas de alguns alunos. Em seguida, explicou-se o procedimento experimental, solicitando que eles observassem macroscopicamente o que acontecia com os cristais ao serem adicionados à água. Tendo vista que se tratava de uma dissolução exotérmica, permiti que os alunos tocassem o recipiente para que percebesse a sensação térmica de elevação da temperatura.

O próximo momento consistiu no registro das explicações dos alunos para o fenômeno. As respostas de alguns alunos foram gravadas para posteriormente serem analisadas. A próxima etapa da oficina foi à explicação para o fenômeno em nível submicroscópico, expondo o conceito científico para calor, processo exotérmico, e o nome da substância participante da dissolução. Para finalizar o primeiro experimento demonstrativo-investigativo, discutiu-se alguns aspectos relacionados à utilização da substância NaOH no cotidiano.

Com o fim do primeiro experimento prossegui com a realização do segundo experimento, o de dissolução da ureia em água. Inicialmente, fez-se a seguinte pergunta para os alunos: “Como podemos abaixar a temperatura de um líquido sem colocá-lo na geladeira ou equipamento semelhante?” As respostas foram registradas em áudio.

Em sequência, foi explicado o procedimento do experimento 02, solicitando que eles observassem às mudanças ocorridas com a dissolução dos cristais a água. Por se tratar de

um processo endotérmico, a temperatura do sistema baixou de forma acentuada, sendo perceptível ao tato. Os alunos puderam tocar no recipiente.

Foi perguntado para os alunos sobre o porquê do fenômeno de abaixamento da temperatura da solução, gravando as respostas de alguns. Depois de ouvi-los prossegui com a interpretação submicroscópica para o fenômeno, citando novamente o conceito de calor, a substância envolvida, inserindo o conceito de processo endotérmico, e por fim retornei a pergunta inicial do experimento 02. Finalmente, apontei aspectos relacionados à presença da ureia no cotidiano.

Perguntas utilizadas para a avaliação da aprendizagem:

- 1) O que é calor?
- 2) O que é um processo endotérmico?
- 3) O que é um processo exotérmico?

3.5.2-DESCRIÇÃO DO SEGUNDO ENCONTRO

O segundo encontro teve como foco trabalhar o conceito científico para temperatura. Nessa atividade, foi utilizado um experimento demonstrativo-investigativo (Como funciona um termômetro?). No início da oficina foi solicitado que os participantes escrevessem em um pedaço de papel a resposta para a seguinte pergunta: “Para você, o que é temperatura?” Após um tempo as repostas foram recolhidas.

Em sequência, apresentei o procedimento experimental, identificando os equipamentos que seriam utilizados. Antes de iniciar o experimento foi perguntado para os alunos o seguinte: “Como funciona um termômetro?” Foram gravadas as respostas de alguns participantes. A próxima parte da oficina foi à fase de observação dos alunos. Adicionou-se água quente e água a temperatura ambiente em recipientes de isopores diferentes, vedando cada um e pedindo que os alunos observassem o valor inicial na coluna do termômetro. Foi posicionado o termômetro em um orifício feito na tampa do recipiente de isopor e novamente, os alunos dissessem o que eles conseguiram observar, e o porquê do fenômeno (em um a coluna abaixou o valor e na outra subiu). Nesse momento, foi gravado o discurso deles.

O próximo passo foi desenvolver a interpretação submicroscópica para o fenômeno. Apresentei para eles o conceito científico de calor, como também o de temperatura, explicando a existência de espaços vazios entre as moléculas que fazem com que a coluna de leitura do termômetro se expanda, ou se contraia. Por fim, expliquei sobre o termômetro de mercúrio e as consequências do contato com essa substância química (Hg) para os seres vivos e a substituição dos termômetros, pelos termômetros de álcool. Finalmente, solicitei que eles respondessem novamente, em um pedaço de papel, a pergunta inicial, sobre o que seria temperatura para eles.

3.5.3-DESCRIÇÃO DO TERCEIRO ENCONTRO

O terceiro encontro teve por objetivo ensinar o conceito de capacidade calorífica dos materiais. Para isso, foram realizados dois experimentos demonstrativo-investigativos. Inicialmente questionou-se para os alunos o seguinte: por que alguns objetos esquentam mais rapidamente que outros? Eles responderam em um pedaço de papel, e em seguida as anotações foram recolhidas. Após a primeira pergunta para o levantamento das concepções prévias, fiz outra pergunta: plástico ou metal, qual está a uma menor temperatura? As repostas de alguns foram gravadas para posterior análise.

Em seguida, expliquei o procedimento experimental do primeiro experimento (capacidade calorífica dos materiais). Iniciado o experimento 01, foi posicionado um termômetro no orifício de dois objetos cilíndricos feitos de diferentes materiais (plástico e alumínio), e pedi que alguns alunos fizessem a leitura do valor obtido na coluna de cada um. Após isso, foi solicitado que os alunos tocassem no cilindro e informassem se percebiam alguma diferença. Com o toque nos cilindros pelos participantes, eles perceberam que o cilindro metálico parecia estar a uma menor temperatura, em comparação ao de plástico. Questionou-se o seguinte: “embora os cilindros aparentem estar a temperaturas distintas ao tocá-los, por quais motivos a temperatura na coluna dos termômetros são as mesmas?” Novamente gravei as respostas proferidas por alguns alunos.

Com o término da fase de observação macroscópica foi introduzida a interpretação submicroscópica para o fenômeno, inserindo o conceito científico de capacidade calorífica

dos materiais. Evidenciando que em um sólido, quando as partículas podem se agitar com mais facilidade, o calor faz com que esta agitação se transfira com mais facilidade para as outras partículas vizinhas. Neste caso, diz-se que a capacidade calorífica é baixa (exemplo: metais, isto é, precisamos de pouco calor para elevar a temperatura do sólido em 1°C). Por outro lado, quando as partículas formadoras do sólido são muito grandes, a dificuldade de agitação com o calor é mais difícil e a agitação é transferida com dificuldade para as partículas vizinhas. Neste caso dizemos que a capacidade calorífica é alta. É preciso ceder muito calor para elevar a temperatura do sólido em 1°C (exemplos: plástico do cabo de panelas, madeira).

Ainda nesse encontro foi realizado outro experimento demonstrativo-investigativo, também voltado para o aprendizado do conceito de capacidade calorífica. Para esse, foi realizada a seguinte pergunta inicial: “Porque o gelo derrete quando colocado fora da geladeira?”

No momento seguinte foi explicado o procedimento experimental, solicitando que eles observassem o que aconteceria. Em seguida, foram posicionadas duas placas circulares de diferentes materiais sobre a mesa, e colocado um cubo de gelo sobre cada placa, solicitando que os alunos observassem o que aconteceria. Uma das placas era feita de alumínio e a outra de material plástico, assim, o cubo de gelo que está sobre a placa metálica derreteu mais rapidamente que o outro que estava sobre a placa de material plástico. Novamente pedi explicações para os alunos, gravando as respostas daqueles que se dispusera a participar.

O último momento da atividade apresentará a interpretação submicroscópica para o fenômeno observado, retornando ao conceito de capacidade calorífica dos materiais. Por fim os alunos responderam a seguinte pergunta para a avaliação da aprendizagem:

“Porque uma barra de ferro aquece mais facilmente que uma barra de madeira?”

3.5.4-QUADRO EXPLICATIVO

Como visto anteriormente, as oficinas foram organizadas em três encontros, no qual procurou ensinar conceitos distintos, mas que apresentavam relações entre si. O quadro

abaixo é uma síntese dos objetivos de cada um dos encontros descritos anteriormente, indicando o objetivo de cada uma das oficinas experimentais realizadas.

Quadro 3-Síntese dos objetivos das oficinas experimentais

Objetivo	Metodologia	Perguntas	Atividades
<p>Oficina 01 – Processos endotérmicos e exotérmicos: Ensinar o conceito científico de calor; Ensinar o conceito científico de processos endotérmicos e exotérmicos.</p>	<p>Experimentos demonstrativo-investigativos (Processos endotérmicos e exotérmicos)</p>	<p>Pergunta inicial para os alunos: para você, o que é calor? Retomada a pergunta inicial após a realização do experimento.</p>	<p>Realização da oficina experimental.</p>
<p>Oficina 02 – O que é temperatura? Ensinar o conceito científico de temperatura</p>	<p>Experimentos demonstrativo-investigativos (como funciona um termômetro?).</p>	<p>Pergunta inicial para os alunos: para você, o que é temperatura? Retomada a pergunta inicial após a realização do experimento.</p>	<p>Realização da Oficina experimental.</p>
<p>Oficina 03 – Capacidade calorífica dos materiais Ensinar o conceito científico de capacidade calorífica</p>	<p>Experimentos demonstrativo-investigativos (Capacidade calorífica dos materiais).</p>	<p>Pergunta inicial para os alunos: porque alguns materiais aquecem mais rápido que outros? Retomada a pergunta inicial após a realização do experimento.</p>	<p>Realização da oficina experimental.</p>

4-RESULTADOS E DISCUSSÃO

As oficinas experimentais descritas anteriormente tiveram por objetivo avaliar a funcionalidade dos experimentos demonstrativo-investigativos para o ensino de conceitos termoquímicos. A avaliação dos resultados obtidos por meio da aplicação da proposição de ensino foi conduzida pela análise de áudios gravados durante as oficinas e perguntas respondidas pelos alunos em dois momentos (antes e depois da realização das oficinas experimentais). Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos por meio da intervenção discutindo individualmente cada um dos encontros.

4.1-OFICINA EXPERIMENTAL 01 - PROCESSOS ENDOTÉRMICOS E EXOTÉRMICOS

As oficinas foram organizadas com o objetivo de introduzir os estudantes ao estudo de alguns conceitos estruturantes de Termoquímica. Assim, os participantes não haviam estudado os conceitos que seriam trabalhados. Nessa primeira oficina participaram 14 estudantes, sendo coletado o mesmo número de respostas tanto na etapa inicial (levantamento das concepções prévias) quanto na etapa final (após a realização do experimento).

No início da oficina experimental 01 – sobre processos endotérmicos e exotérmicos - os alunos responderam a uma pergunta inicial: “Para você, o que é calor?”. As respostas dessa pergunta foram anotadas individualmente pelos participantes em um pedaço de papel e foram recolhidos após um determinado tempo.

Assim, por meio das respostas obtidas antes da realização dos experimentos demonstrativo-investigativos - momento que correspondeu à fase de levantamento das concepções prévias sobre o conceito que seria estudado - foi possível coletar o conhecimento prévio dos alunos e organizá-los em dois grupos diferentes, a saber: concepções científicas e concepções alternativas.

As concepções científicas foram às respostas, encontradas na fase de levantamento das concepções prévias, que em seu enunciado apresentaram enunciados coerentes do ponto de vista científico para o conceito de calor. No que se refere a esse primeiro grupo, apenas três alunos propuseram respostas que puderam ser classificadas como cientificamente aceitas. Eles procuraram definir calor como uma forma de energia. Abaixo, são apresentadas algumas respostas dos alunos, referentes ao grupo:

Aluno 2: “o calor é um tipo de energia que vem do sol”

Aluno 8: “é uma forma de energia, o calor”

Para o segundo grupo, as respostas que se encontravam distantes dos conceitos científicos, foram chamadas de concepções alternativas. Nesse grupo são encontradas as respostas que não apresentaram conceitos científicos ou, que pouco se aproximaram da definição científica para calor. A seguir, são apresentadas algumas das respostas das anotações recolhidas dos alunos, e que fazem parte do grupo das concepções alternativas.

Aluno 5: “é relacionado as temperaturas do dia-a-dia”

Aluno 11: “a temperatura em graus, que diz se um corpo está quente ou não”

As concepções alternativas obtidas puderam ser organizadas em duas categorias: calor como sinônimo de quente e calor sendo diretamente proporcional a temperatura. Essas duas são algumas das concepções alternativas, relacionadas ao estudo da aprendizagem do conceito de calor, e que são apresentadas no trabalho de Mortimer e Amaral (1998).

De forma quantitativa, na etapa inicial, foi possível perceber que dos 14 participantes, uma minoria apresentou respostas que utilizassem conceitos científicos, correspondendo a aproximadamente 21% dos estudantes. Outros 36% afirmaram que calor seria algo diretamente proporcional a temperatura. Cerca de 43% associou calor como sinônimo de quente. Esses dois últimos valores foram representativos dos alunos que utilizaram concepções alternativas para definir calor.

O gráfico abaixo ilustra os dados obtidos na etapa de levantamento das concepções prévias. A parte vermelha corresponde aos alunos que utilizaram conceitos científicos, representando 21% dos estudantes que participaram. A parte azul do gráfico faz referência às respostas que apresentaram concepções alternativas e que é o somatório das respostas que

se enquadraram como concepções alternativas durante a fase de levantamento das concepções prévias.

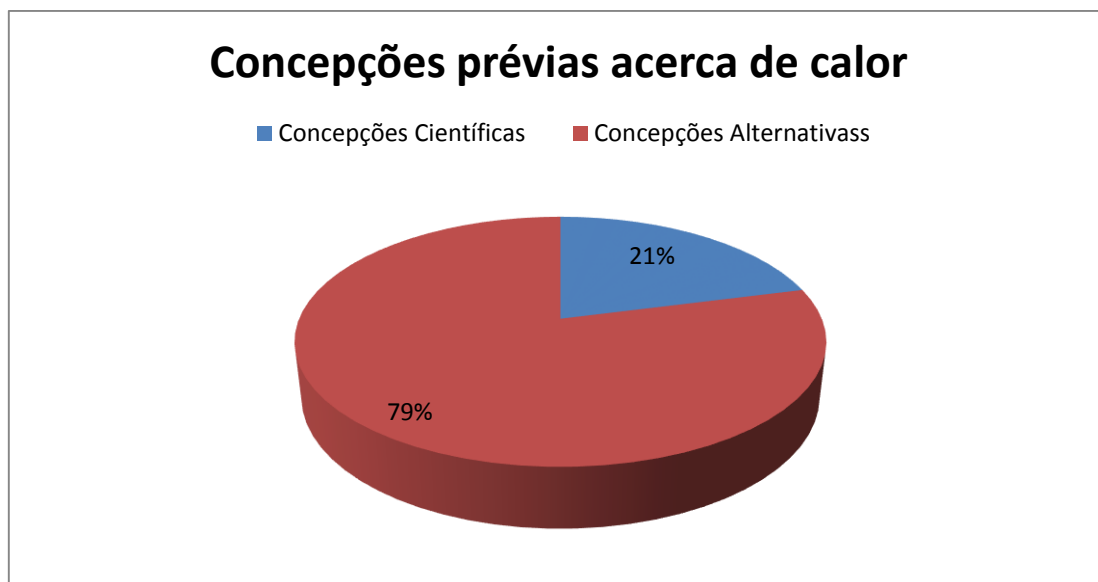


Figura 2 – Concepções prévias dos alunos acerca de calor.

O segundo momento da oficina de atividade experimental foi à execução dos experimentos demonstrativo-investigativos. O conceito científico de calor foi discutido durante a realização dos experimentos (dissolução da ureia e hidróxido de sódio), definindo calor como uma forma de energia que poderia ser transferida de um sistema para outro em função de uma diferença de temperatura.

Também foram apresentadas as definições científicas de processos endotérmicos e exotérmicos. Por meio dos experimentos, foi explicado que as transformações físicas e químicas podem ocorrer à custa da absorção ou liberação de energia, e, que em geral, essa energia está sob a forma de calor. A abordagem de todos os conceitos foi realizada seguindo os três níveis do químico (nível macroscópico, interpretação submicroscópica, expressão representacional).

Finalmente, houve a retomada a pergunta inicial na etapa de avaliação de aprendizagem e que serviu como ferramenta para verificar, se após a realização da atividade experimental demonstrativo-investigativa, ocorreu ou não uma maior utilização de conceitos

científicos pelos estudantes. Para a avaliação da aprendizagem por meio da oficina, no fim da atividade experimental os estudantes responderam a três perguntas, a saber:

- 1) O que é calor?
- 2) O que é um processo endotérmico?
- 3) O que é um processo exotérmico?

Individualmente, cada um dos participantes respondeu em um pedaço de papel a essas três perguntas, que foram recolhidas após determinado tempo. A partir dessas respostas foi possível avaliar se houve ou não uma maior utilização de conceitos científicos para definir calor.

Realizada a análise das respostas após os experimentos demonstrativo-investigativos, encontramos um número relevante de respostas que apresentaram definições científicas. Algumas das novas respostas apresentadas:

Aluno 1: “é a energia utilizada nas transformações químicas e físicas”

Aluno 5: “uma forma de energia que pode ser transferida”

Aluno 2: “a energia das reações químicas”

De forma semelhante à etapa inicial, as respostas de avaliação de aprendizagem foram organizadas em duas categorias, entre aquelas que apresentaram explicações científicas ou, que ainda possuíam concepções alternativas. Para as respostas aceitas dentro do ponto de vista científico foram consideradas aquelas que afirmaram que calor é uma forma de energia e aquelas que explicaram pela função, citando que o calor é uma forma de energia responsável pelas transformações físicas e químicas. As respostas na fase final da oficina 01 para essa modalidade se organizaram em duas categorias:

- 1) Calor como forma de energia
- 2) Calor sendo a energia necessária para as transformações físicas e químicas da matéria

Percebeu-se que a maioria das respostas dadas pelos alunos procurou explicar o que seria calor por meio da sua função. No que se referem às concepções alternativas, alguns alunos ainda as utilizaram. Para as perguntas sobre o que eram processos endotérmicos e exotérmicos, boa parte respondeu dentro do ponto de vista científico. Outros tentaram definir utilizando exemplos. Esses dois conceitos foram perguntados apenas na fase final do

primeiro encontro da oficina, tendo vista que o principal conceito que desejávamos o entendimento por parte dos alunos era o conceito científico de calor.

Com a aplicação da proposta, notamos que o número de respostas que possuíam conceitos científicos aumentou significativamente. Dentre os 14 participantes, 8% apresentaram explicações pautadas por concepções alternativas. Um total de 23% respondeu a pergunta de avaliação de aprendizagem definindo calor como uma forma de energia que poderia ser transferida entre dois corpos de diferentes temperaturas. A maior parte dos participantes definiu calor por meio da sua função, caracterizando-o como uma energia fundamental para que aconteçam transformações físicas e químicas. Esse grupo representou 43% dos participantes. Outros 26% dos alunos afirmaram que o calor seria uma forma de energia.

Na figura abaixo, esses valores estão organizados em dois grupos. A parte vermelha corresponde às concepções alternativas encontradas na retomada a pergunta inicial. A parte azul faz menção ao somatório das respostas que foram consideradas aceitas cientificamente, correspondendo a 92%.

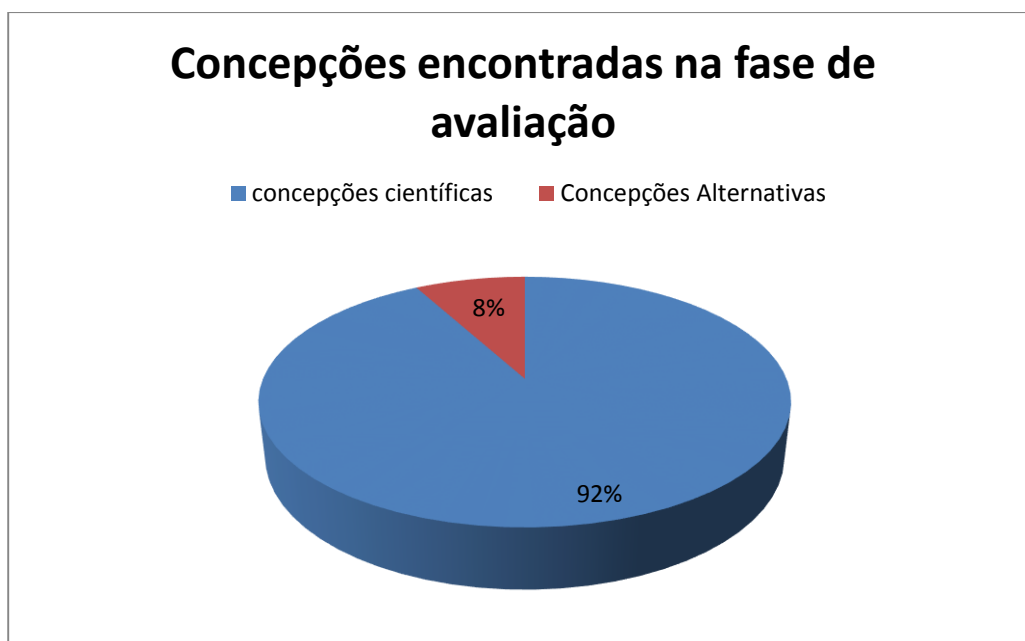


Figura 3 – Oficina 01 – Concepções encontradas na fase de avaliação.

Feita uma comparação entre os dados descritos na figura 02 e os resultados percebidos na fase pós-experimentos, é possível perceber uma maior utilização de conceitos científicos na tentativa de definir calor.

4.2-OFICINA EXPERIMENTAL 02 – COMO FUNCIONA UM TERMÔMETRO?

Nessa atividade tínhamos a intenção de ensinar o conceito científico de temperatura. Assim, foi realizado um experimento demonstrativo-investigativo que analisou a expansão e a contração do líquido no interior da coluna de termômetros, a partir do posicionamento dos mesmos em calorímetros caseiros, contendo separadamente água fria e água morna.

Nesse encontro participaram 16 estudantes. No início da oficina questionei aos alunos se eles sabiam o que era um termômetro, e como era seu funcionamento. Alguns alunos sentiram-se a vontade em responder ao questionamento, e nesse momento gravei as respostas proferidas. A seguir, são apresentadas algumas das respostas que foram gravadas:

Aluno 02: “ele mede a temperatura de uma pessoa”

Aluno 07: “se uma pessoa está com febre o termômetro vai dizer o valor da temperatura da pessoa”

Aluno 12: “o termômetro diz se um corpo está quente ou frio”

Em seguida, foi realizada a pergunta inicial dessa oficina para levantamento das concepções prévias sobre temperatura, que foi à seguinte: “Para você, o que é temperatura?” Os alunos responderam individualmente em um pedaço de papel, que foi recolhido após um determinado tempo.

Conduzida à análise das concepções prévias dos estudantes foi possível encontrar três padrões principais de respostas. Todas as respostas se encontraram pautadas por concepções alternativas, nenhuma das respostas apresentou ou se aproximou do conceito científico de temperatura. Os padrões de respostas foram organizados nas categorias seguintes:

- 1) Temperatura sendo a medida de calor de um corpo.

- 2) Temperatura sendo uma propriedade que diz se um corpo está quente ou frio.
- 3) Temperatura sendo uma forma de energia.

Abaixo é apresentada a figura 4, que indica a porcentagem específica para cada uma das categorias de concepções alternativas da etapa de levantamento das concepções prévias.

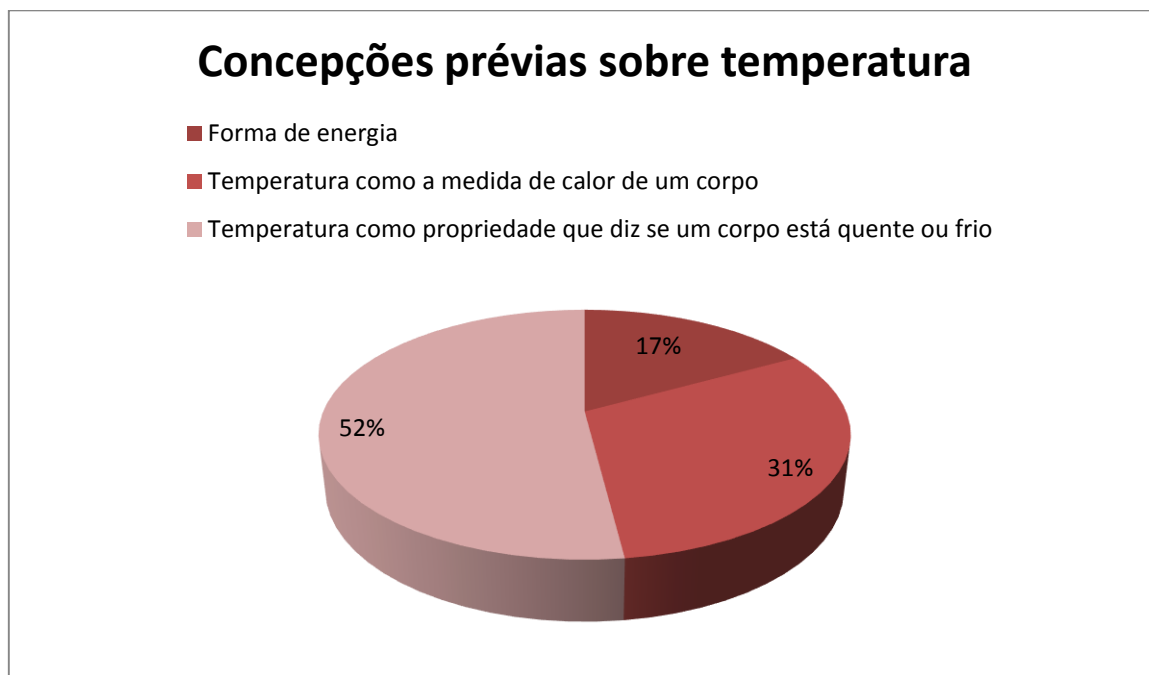


Figura 4 – Concepções prévias dos alunos acerca de Temperatura.

Conforme apresentado pela figura 4, cerca de 17% dos alunos afirmaram que a temperatura seria uma forma de energia, alguns disseram que temperatura e calor tem a mesma função. Outros 31% propunham que temperatura é a medida da quantidade de calor de um corpo. A maioria, exatamente 52%, conceituou que temperatura é uma propriedade responsável por determinar se um corpo está quente ou frio, altas temperaturas corpos quentes, baixas temperaturas corpos frios.

A pesquisa realizada por Mortimer e Amaral (1998) discute a utilização equivocada, dentro do ponto de vista científico, do termo temperatura no cotidiano. As categorias encontradas apresentam similaridade com algumas das principais concepções alternativas apontadas pelos mesmos autores.

Com o fim da etapa de levantamento das concepções prévias sobre o conceito de temperatura, foi realizado o experimento demonstrativo-investigativo, seguindo a ordem de abordagem do experimento demonstrativo-investigativo, nos três níveis do conhecimento químico (abordagem macroscópica, interpretação submicroscópica, expressão representacional). Também foi apresentada para os participantes a explicação científica para a contração e expansão do líquido no interior da coluna do termômetro. Nesse momento, foi lembrado o conceito científico de calor já estudado na oficina anterior, acrescido do conceito científico de temperatura, explicando que embora possuam relações são dois conceitos diferentes.

O último momento da oficina 02 consistiu em realizar a avaliação da aprendizagem do conceito científico de temperatura. Nesse momento os alunos responderam em um pedaço de papel, que foi recolhido após um tempo, novamente a pergunta inicial: “Para você, o que é Temperatura?”

Por meio da leitura e análise das respostas dos participantes após a etapa final (depois da realização do experimento demonstrativo-investigativo), percebeu-se que boa parte dos alunos respondeu de forma próxima ou equivalente ao conceito científico de temperatura. Algumas das respostas dadas:

Aluno 03: “ela diz em que sentido a energia pode ser deslocada”

Aluno 07: “uma propriedade que indica o movimento do calor, sempre do maior para o de menor temperatura”

Aluno 12: “mostra para qual sentido o calor se move”

Quantitativamente foi possível observar uma maior utilização do conceito científico de temperatura, apenas dois participantes ainda definiram temperatura como sendo a medida de calor de um corpo. Com base no aparecimento de concepções científicas e concepções alternativas nessa etapa, foi possível organizá-las separadamente por categorias.

A primeira categoria corresponde às concepções científicas e diz respeito às respostas que definiram temperatura como o parâmetro que indica em qual sentido o calor pode ser transferido. A segunda é relativa aos alunos que ainda utilizaram respostas distantes do conceito científico apresentado na oficina. O gráfico a seguir, esboça os percentuais obtidos na etapa pós-experimento referentes a essas duas categorias citadas anteriormente.

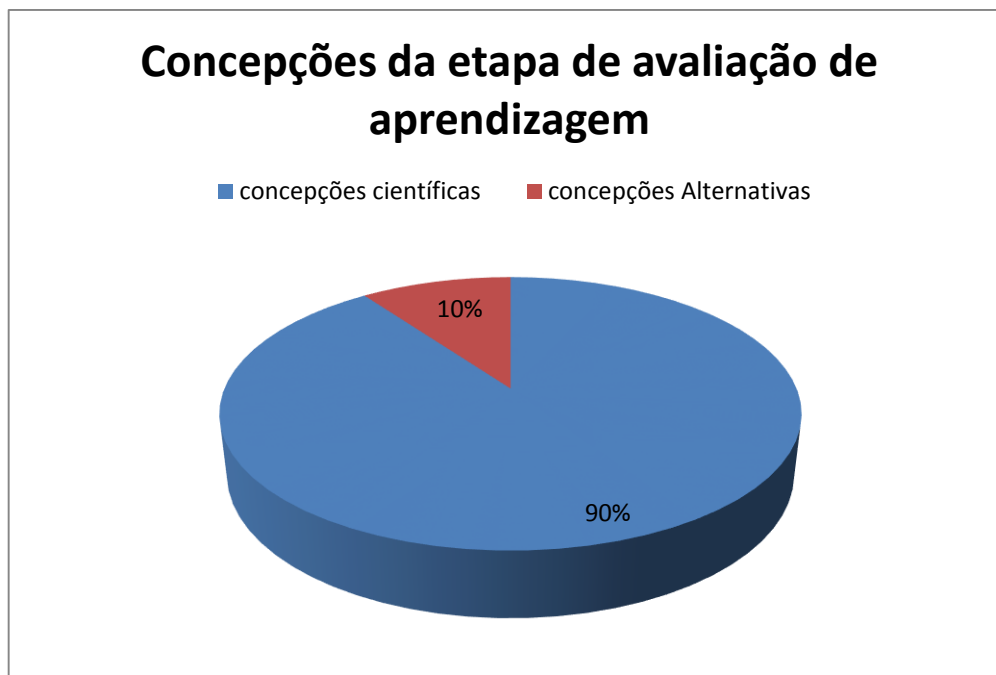


Figura 5 – Oficina 02 - Concepções da etapa de avaliação de aprendizagem.

Se comparados com os dados quantificados na etapa de levantamento das concepções prévias, em que não foi encontrado nenhum conceito científico nos conhecimentos prévios, para a etapa pós-experimento os valores mudaram. Um total de 90% dos participantes definiu temperatura utilizando conceitos científicos, com respostas bem elaboradas, semelhantes ou idênticas ao real conceito de temperatura e outros 10% dos participantes ainda utilizaram concepções alternativas.

4.3-OFICINA EXPERIMENTAL 03 - CAPACIDADE CALORÍFICA

A oficina experimental 03 teve por objetivo apresentar para os alunos o conceito científico de capacidade calorífica. Participaram 17 alunos nesta oficina. Da mesma maneira conduzida nas outras oficinas, os alunos responderam a uma pergunta inicial para levantamento das concepções prévias sobre o conteúdo que seria ensinado. A pergunta realizada foi à seguinte: “Para você, por qual motivo alguns materiais aquecem ou resfriam mais rapidamente que outros?”

Diferente das outras oficinas realizadas, para a oficina número 03, percebeu-se que na fase de levantamento das concepções prévias os alunos apresentaram maiores dificuldades em elaborar uma explicação para o fenômeno de aquecimento e resfriamento de materiais. Essa situação presenciada talvez se justifique pelo fato que o conceito científico estudado seja mais elaborado, e de pouca discussão no cotidiano.

As repostas para levantamento das concepções prévias foram coletadas antes da realização dos experimentos demonstrativo-investigativos. Os alunos anotaram individualmente a resposta em um pedaço de papel, que foi recolhido após um determinado tempo. Algumas das repostas coletadas:

Aluno 3: “porque são feitos de substâncias diferentes”

Aluno 12: “por causa da superfície de contato”

Aluno 7: “existem materiais que absorvem mais calor, e outros menos calor”

Com a leitura das repostas dos alunos, foi percebido que a maioria dos alunos não apresentou o conceito científico de capacidade calorífica, que é a quantidade de energia que um determinado corpo deve receber ou ceder, para que sua temperatura sofra variação de um 1°C. A partir das repostas coletadas foi possível organizá-las em duas principais categorias, a saber:

- 1) Aquecimento em virtude dos constituintes dos materiais.
- 2) Aquecimento em virtude da capacidade de absorver energia na forma de calor.

As repostas apresentavam aspectos científicos em seus enunciados, entretanto, a explicação deles não abordava o conceito de capacidade calorífica. Nesse encontro foram

realizados dois experimentos demonstrativos-investigativos. O primeiro foi o de capacidade calorífica que utilizou dois cilindros feitos de diferentes materiais (um de metal alumínio e outro de plástico). O segundo era o de observação do derretimento de cubos de gelos em placas circulares de diferentes materiais (uma feita de metal e outra de plástico). O primeiro experimento apresentava o fenômeno de aquecimento de materiais, já o segundo de resfriamento.

Os experimentos foram conduzidos separadamente, assim como a observação do fenômeno envolvido em cada um. A abordagem seguiu os três níveis do conhecimento químico (nível macroscópico, interpretação submicroscópica, e expressão representacional).

Com o desenvolvimento dos dois experimentos foi iniciada a fase de avaliação de aprendizagem por meio do retorno ao contexto da pergunta inicial, utilizando exemplos de materiais e perguntando por que um aquecia mais facilmente que outro. A pergunta realizada foi à seguinte: “Por que uma barra de ferro aquece e resfria mais facilmente que uma barra de madeira?”.

Os alunos responderam a pergunta para avaliação de aprendizagem em um pedaço de papel, que foi posteriormente recolhido. Algumas das respostas dadas pelos alunos após a realização dos experimentos:

Aluno 04: “o metal aquece ou se resfria mais rápido porque tende a perde e ganhar energia mais rapidamente, é a capacidade calorífica”.

Aluno 13: “Porque o metal transfere energia na forma de calor, e é um bom condutor de energia”.

Aluno 09: “É a capacidade calorífica que faz um material aumentar a temperatura ou diminuir”.

As perguntas da etapa de avaliação de aprendizagem foram organizadas em categorias, a saber:

- 1) Igual ao conceito científico de capacidade calorífica
- 2) Próximo ao conceito científico de capacidade calorífica
- 3) Distante do conceito científico de capacidade calorífica

A figura 06 ilustra a porcentagem obtida em cada uma das categorias obtidas após a realização dos experimentos demonstrativo-investigativos.

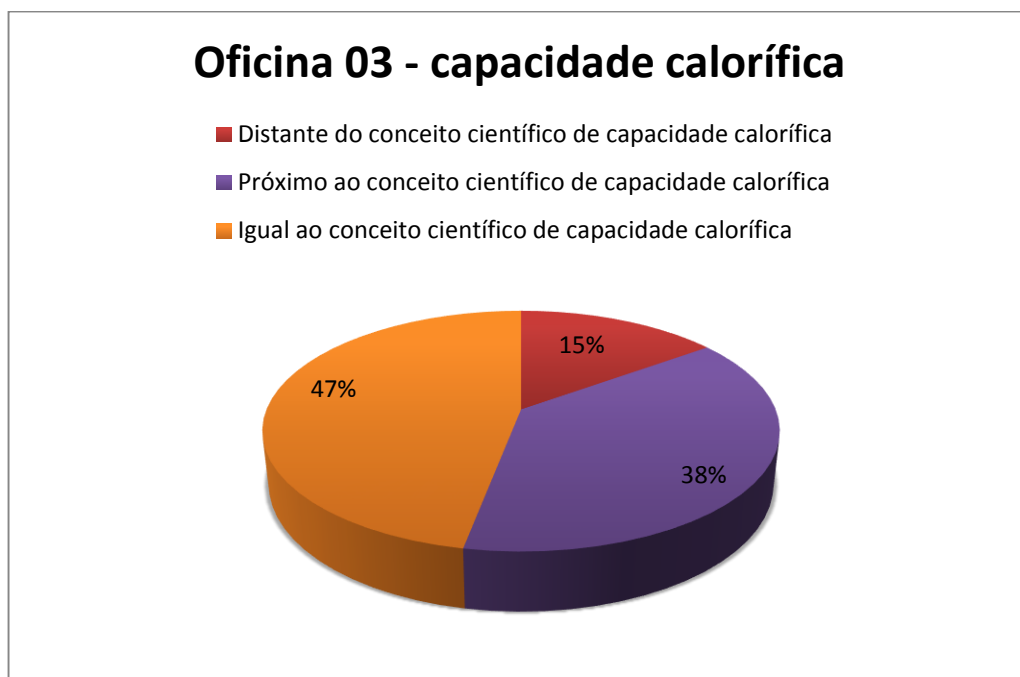


Figura 06 - Oficina 03–Capacidade calorífica

Ao observar as novas respostas dos participantes, houve um número representativo de alunos que apresentaram respostas com o conceito científico de capacidade calorífica, ou que se aproximaram do conceito discutido durante os experimentos aplicados no terceiro encontro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observado, um dos objetivos do presente trabalho realizado, que era avaliar se a utilização de experimentos demonstrativo-investigativos poderia contribuir para o aprendizado de conceitos termoquímicos, algumas considerações podem ser realizadas.

No que se refere à experimentação para o ensino, esta pode ser uma ferramenta metodológica capaz de facilitar o processo de apropriação de conceitos científicos. Entretanto, algumas ressalvas devem ser frisadas: a experimentação por si só (experimento pelo experimento) não é capaz de melhorar o aprendizado. Faz-se necessário planejar e aplicar uma proposta de experimentação que seja desenvolvida sob uma ótica de investigação, que não busque comprovar teorias, mas permita estabelecer uma relação a um fenômeno observado e a teoria que o explica.

Em relação às concepções alternativas percebidas na fase de levantamento das concepções prévias dos alunos, após a realização dos experimentos demonstrativo-investigativos, o número de respostas pautadas por concepções alternativas diminuiu. A modalidade de experimentação utilizada, demonstrativo-investigativa, mostrou-se uma ferramenta eficiente para o levantamento de concepções alternativas dos alunos. No que se refere ao processo de apropriação dos conceitos científicos, por meio da intervenção, foi percebido uma maior utilização de respostas que apresentavam conceitos científicos para explicar e definir os fenômenos estudados em cada uma das oficinas.

Outro ponto observado foi que os experimentos demonstrativo-investigativos podem ser utilizados em aulas normais, já que sua execução não leva muito tempo, e a partir do fenômeno são introduzidos os conceitos que se deseja ensinar em sala. Sugere-se utilizar o roteiro do experimento demonstrativo-investigativo como complemento do plano de aula, deixando claro quais os conceitos que se deseja enfatizar.

É importante ressaltar, que a abordagem dos conceitos científicos seguindo os três níveis do conhecimento químico (abordagem macroscópica, interpretação submicroscópica e expressão representacional) foi fundamental para o desenvolvimento da oficina. Essa maneira de observar um dado fenômeno em etapas facilitou o diálogo com os alunos no decorrer da oficina, permitindo que interagissem mais com o conteúdo e com o pesquisador,

e, ainda configurou como uma ferramenta capaz de estimular os alunos a refletir sobre os conceitos que seriam estudados. Como sugestões para avaliação, incluímos na unidade de ensino dois experimentos adicionais que, de certa forma, ampliam a discussão sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, H.L.C. **Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular.** Química Nova na Escola, v. 31, n. 4, p. 241-245, 2009.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação. **PCN + Ensino Médio: Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília, 2002.

BUCUSSI, A. A. **Introdução ao conceito de energia.** UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, 2007.

BROWN, T L.; H. E.; Bursten, B. E; Burdge, J. R. **Química, a ciência central.** 9ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

FERNANDEZ, C; MARCONDES, M. E; **Concepções dos estudantes sobre Ligação Química.** Química Nova na Escola, n. 24, p.20-24, 2006.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições.** Tradução Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

GALIAZZI, M.C.; GONÇALVES, P.F. **A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química.** Revista Química Nova, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

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

GUIMARÃES, C.C. **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa.** Química Nova na Escola, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HODSON, D. **Hacia un Enfoque Más Crítico del Trabajo de Laboratorio. Enseñanza de las Ciencias,** v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?** Investigações em Ensino de Ciências, v. 1, n.1, 1996. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>. Acesso em: 16/11/2015.

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

NARDI, R.; GATTI, S. R. T. **Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências.** Ensaio: Pesquisa Em Educação em Ciências, v.6, n.2, p.145-168, 2004.

OLIVEIRA, M.J.; SANTOS, J.M. **A energia e a Química.** Química Nova na Escola, n. 8, p. 19-22, 1998.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. **Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change.** Science Education, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

PEREIRA, D. da C., VALADARES, J. **Didáctica da Física e da Química.** Lisboa: Universidade Aberta, v.2, 1991.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**, v. 1, 2ª edição, São Paulo: Makron Books, 1994.

SABBATINI, M. **Alfabetização e Cultura Científica: conceitos convergentes?** Revista Digital Ciência e Comunicação, v.1, n.1, p. 1-4, 2004.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. **Interlocuções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações químicas.** Ensaio, Belo Horizonte, v.13, n.2, p.31-46, agosto 2011.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. **A experimentação no ensino de ciências.** In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. (Org.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. p. 120-153.

SILVA, R. R.; MACHADO, L. P. F.; TUNES, E. **Experimentar sem medo de errar.** In: SANTOS, W.L.; MALDANER, O. A.: (Org.). Ensino de Química em foco. Ijuí (RS): Unijuí, 2010. p. 231-261.

SCHWAHN, M. C. A.; OAIGEN, E. R. **Objetivos para o uso da experimentação no ensino de química: a visão de um grupo de licenciandos.** VII Enpec. Florianópolis, Novembro de 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/933.pdf>. Acesso em: 14/10/2015.

**UNIDADE DE ENSINO: EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVO-
INVESTIGATIVOS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONCEITOS
TERMOQUÍMICOS**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Experimentos demonstrativo-investigativos: uma proposta para o ensino de conceitos Termoquímicos

FILIPE GOUVEIA CAVALCANTE

Proposta de ação profissional resultante da dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva apresentado à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

2017

APRESENTAÇÃO

Caro professor (a),

A busca por metodologias de ensino capazes de facilitar o processo de ensino-aprendizagem tem sido objeto de discussão entre muitos professores e pesquisadores da área de ensino em Ciências Naturais. Assim, se conduzida uma pesquisa em sites na internet, em revistas eletrônicas, periódicos, facilmente podem ser encontradas sugestões metodológicas para o ensino.

No que se refere à Química ensinada nas escolas de ensino médio, uma proposta bastante sugerida é a introdução da experimentação para melhoria do processo de apropriação de conceitos químicos por parte dos alunos. Em contrapartida a essa possibilidade, pode ser percebida uma grande resistência à inserção de atividades experimentais pelos professores. Essa resistência é reforçada por alguns fatores, a saber: ausência de laboratórios, aulas com horários reduzidos, número grande de alunos por turma, falta de técnicos de laboratório, entre outros.

A partir da perspectiva de melhoria da aprendizagem de conceitos químicos por meio da experimentação, o presente trabalho, tem por objetivo trazer orientações sobre como utilizar a experimentação no ensino de Química, levando em consideração algumas adversidades encontradas no cotidiano escolar da rede pública de ensino.

O desejo pela elaboração dessa proposição de ensino tem sua origem em algumas experiências adquiridas ainda durante minha formação inicial, especificamente no período de participação de atividades como bolsista em um programa de iniciação a docência (PIBID). A partir das primeiras observações feitas nas aulas de Química foi percebido que os alunos tinham dificuldades em compreender alguns conceitos termoquímicos (calor, temperatura, processos endotérmicos e exotérmicos, capacidade calorífica), e que por esse motivo o professor deixava de ensiná-los, dando continuidade aos conteúdos seguintes. Assim, o foco dessa pesquisa foi trabalhar especificamente alguns conceitos termoquímicos alicerçados pela experimentação.

Este módulo de ensino, direcionado a professores está organizado em três partes principais. A primeira discute o papel da experimentação no ensino. Já a segunda apresenta

uma modalidade de experimentação, conhecida por experimentos demonstrativo-investigativos. A terceira comporta sugestões de experimentos na modalidade demonstrativo-investigativa, direcionados para o ensino de conceitos termoquímicos, e que podem ser utilizados por você em suas aulas.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO

A experimentação é uma ferramenta metodológica capaz de facilitar a aprendizagem de conceitos científicos. Entretanto, muitos professores ainda têm uma visão simplista e equivocada acerca do ensino envolvendo a experimentação. Alguns dos principais equívocos: as atividades experimentais só podem ser realizadas com o apoio de laboratórios bem equipados; os experimentos “provam teorias” ou “observam a teoria na prática”; a experimentação apresenta uma metodologia diferente da prática.

Com uma concepção diferente, defendemos a ideia de que as atividades experimentais não servem para comprovar teorias, e desde que sejam bem planejadas, podem ser conduzidas em outros ambientes que não sejam laboratórios, temos como exemplos os seguintes ambientes: hortas, visitas planejadas a lugares fora da escola, a própria sala de aula, utilizando simulações computacionais, vídeos, atividades demonstrativo-investigativas (SILVA, MACHADO, TUNES, 2011).

Reflexo da não compreensão da Natureza da Ciência, muitos acreditam que a experimentação sirva para comprovar teorias, e que permitam aos alunos “ver na prática” como se dá a teoria por meio dos experimentos. Um experimento não comprova teorias, mas testa a capacidade de generalização e previsão de um determinado fenômeno sustentado por ela.

Observado que a experimentação não comprova teoria, é importante que fique claro que para ser conduzida alguma atividade experimental não é necessário realizar antecipadamente uma exposição teórica. Partindo do experimento, é possível introduzir os conceitos químicos que queira ensinar, por meio da investigação e interpretação dos fenômenos em diferentes níveis do conhecimento químico (observação macroscópica, interpretação submicroscópica, expressão representacional).

Nesse sentido, os experimentos demonstrativo-investigativos são exemplos de atividades que independem de alguma exposição teórica, e vão de encontro com algumas das principais justificativas para a não realização da experimentação no ensino, tais como: número grande de alunos em sala, muitas turmas para apenas um professor, a escola não apresenta laboratório, ausência de técnico para preparar e arrumá-lo após as aulas, a divisão das turmas em grupos menores atrapalha a rotina da escola.

OS EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVOS

Os experimentos demonstrativo-investigativos são classificados como uma modalidade de experimentação que utiliza experimentos simples e a partir da observação de fenômenos, o professor faz a introdução dos conceitos científicos que deseje ensinar. Para organizar um experimento demonstrativo-investigativo, é necessário que sejam seguidas algumas etapas específicas, são elas: pergunta inicial, observações macroscópicas, interpretação submicroscópica, expressão representacional, retomada a pergunta inicial, e interface CTS.

Pergunta inicial: deve ser elaborado um questionamento que desperte a curiosidade dos alunos. Na aplicação, o professor deve lançar a pergunta inicial e ouvir as respostas dos alunos. Neste momento, pode ser feito o levantamento das concepções prévias dos alunos sobre o conteúdo que será ministrado. A pergunta deve ter alguma conexão com os conceitos que se deseje ensinar.

Procedimento experimental: nesse momento são apresentados os equipamentos e os materiais que serão utilizados no experimento.

Observações macroscópicas: nesta etapa é realizada a observação do que pode ser visualizado no experimento. Aquecimento ou resfriamento do sistema, mudança de cor, desprendimento de gás, entre outros.

Interpretação submicroscópica: após a observação macroscópica do experimento, a interpretação submicroscópica traz a teoria científica que se relaciona com o fenômeno apresentado na etapa anterior.

Expressão representacional: são apresentadas as representações científicas para o fenômeno, podendo ser feita por meio de gráficos, equações químicas, modelos representacionais, entre outros.

Retomada da pergunta inicial: deve ser respondido o questionamento de abertura da atividade experimental. Podem ser utilizados os conceitos abordados durante a interpretação submicroscópica, estabelecendo a relação entre a teoria-experimento.

Interface CTS: nesta etapa devem ser discutidos aspectos importantes para a formação cidadã dos alunos (sociais, ambientais, que se relacionem com a atividade realizada) a isso chamamos de interface Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Para os experimentos demonstrativo-investigativos, na interface CTS, também deve-se abordar o descarte/armazenamento dos materiais/reagentes utilizados. Caso o experimento não gere resíduo, isso deve ser enfatizado, pois é recomendável sempre se utilizar experimentos que não gerem resíduos.

PROPOSTA DE ENSINO: APRESENTANDO ALGUNS CONCEITOS TERMOQUÍMICOS

A seguir serão apresentados alguns roteiros de experimentos demonstrativo-investigativos direcionados para a aprendizagem dos seguintes conceitos Termoquímicos: calor, processos endotérmicos, processos exotérmicos, temperatura, e capacidade calorífica. A organização desses experimentos segue a proposta de abordagem do conhecimento químico em três níveis: macroscópico, submicroscópico, expressão representacional.

EXPERIMENTO 01 – DISSOLUÇÃO DA UREIA

Tema: Termoquímica

Sub-tema: processos endotérmicos

Título: é possível abaixar a temperatura de um líquido sem colocá-lo na geladeira ou equipamento semelhante?

Equipamento/Reagentes:

- Recipiente de vidro transparente
- Bastão de vidro
- Ureia sólida
- Água

Procedimento experimental: colocar uma pequena quantidade de ureia sólida no recipiente de vidro, em seguida adicionar água. Mexer com o bastão de vidro para uma melhor dissolução do soluto.

Observação macroscópica: a ureia se apresentava em forma de cristais, e à medida que a água foi adicionada, os cristais desapareceram. O recipiente de vidro ficou frio.

Interpretação submicroscópica: a ureia é um sólido cristalino. No contato entre este sólido como a água ocorre à solubilização dos cristais, formando uma solução. A solubilização resulta da interação entre as moléculas de ureia e as moléculas de água. Essa nova interação

supera a existente entre as moléculas de ureia no cristal, porém, ocorre à custa de energia térmica, isto é, absorve energia térmica do ambiente para que a dissolução possa ocorrer por isso o esfriamento percebido no recipiente. Imediatamente, quando os cristais de ureia entram em contato com a água, as moléculas de água colidem contra as moléculas de ureia e a atração mútua faz com que forme uma nova interação, predominantemente por ligações de hidrogênio.

Expressão representacional:

Dissolução da Ureia:

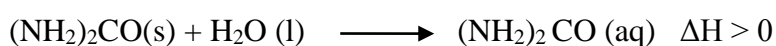
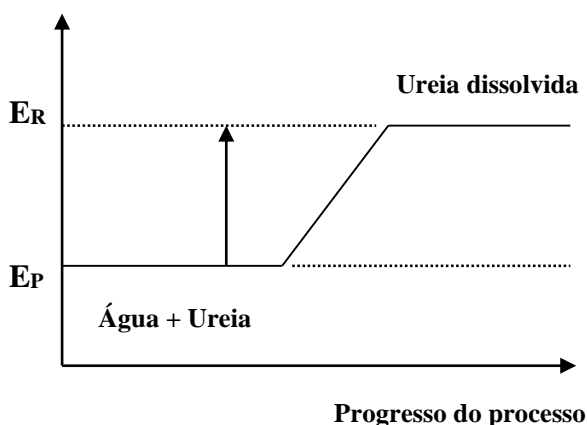


Gráfico para o processo endotérmico:



Resposta da pergunta inicial: o abaixamento da temperatura de um líquido pode ser realizado pela adição de determinados sólidos cristalinos, como por exemplo a ureia, em que sua dissolução é um processo endotérmico.

Interface CTS: a ureia é um composto orgânico cristalino, de fórmula $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Presente no ser humano, e em elevadas concentrações no organismo é classificada como uma substância tóxica. Ela é amplamente utilizada na agricultura como fertilizante. Este experimento tem como seu principal resíduo a solução aquosa de ureia. Esta solução deve ser guardada de forma que a água se evapore naturalmente e o sólido cristalino resultante possa ser reutilizado novamente, quando o experimento for repetido.

EXPERIMENTO 02 – DISSOLUÇÃO DO HIDRÓXIDO DE SÓDIO

Tema: Termoquímica

Sub-tema: processos exotérmicos

Título: é possível elevar a temperatura de um líquido sem levá-lo a uma fonte de calor?

Equipamento/Reagentes:

- Recipiente de vidro transparente
- Bastão de vidro
- Hidróxido de sódio sólido
- Água

Procedimento experimental:

Colocar uma pequena quantidade de hidróxido de sódio sólido no recipiente de vidro, em seguida adicionar água. Mexer com o bastão de vidro para uma melhor dissolução do hidróxido de sódio.

Observação macroscópica: o hidróxido de sódio eram cristais sólidos, brancos, e à medida que foi adicionada a água desapareceram. O recipiente de vidro ficou quente.

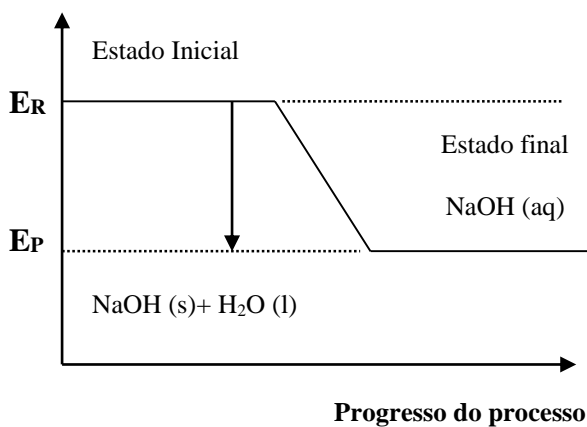
Interpretação submicroscópica: conforme os cristais de hidróxido de sódio (NaOH) sólidos entram em contato com a água há a formação de uma nova interação, do tipo íon-dipolo (hidróxido de sódio-água). A formação dessa nova interação ocorre com desenvolvimento de energia térmica e conseqüentemente aumento da temperatura, indicando tratar-se de um processo de natureza exotérmica. A energia do estado final (hidróxido de sódio dissolvido) é menor que a energia do estado inicial (hidróxido de sódio sólido e água).

Expressão representacional:

Dissolução do hidróxido de sódio



Gráfico para um processo exotérmico:



Resposta da pergunta inicial: é possível sim elevar a temperatura de um líquido sem levá-lo diretamente a uma fonte de calor, como por exemplo pela adição de um sólido cristalino a água, em que para que seja dissolvido libera energia na forma de calor.

Interface CTS: o hidróxido de sódio é uma substância comercializada e muito conhecida no cotidiano como soda cáustica, sendo altamente corrosiva, podendo causar queimaduras graves. Essa espécie química é bastante utilizada no processo de fabricação de sabão caseiro. Para esse experimento a solução aquosa de hidróxido de sódio deve ser guardada de forma que a água evapore naturalmente e possa reutilizar o hidróxido de sódio em outros experimentos.

EXPERIMENTO 03 – COMO FUNCIONA UM TERMOMÊTRO?

Tema: Termoquímica

Sub-tema: temperatura

Título: como funciona um termômetro?

Equipamentos/Materiais:

- Dois Recipientes de isopor para latinha, com tampa.
- Dois termômetros
- Água gelada e água morna

Procedimento experimental: fazer em cada uma das tampas dos recipientes de isopor um orifício para introduzir o termômetro. Em um deles adicione água gelada, no outro a água morna. Tampe, observe o valor inicial dos termômetros, e posicione um em cada orifício. Observe os novos valores obtidos.

Observação macroscópica: os termômetros apresentaram valores diferentes, em um, a linha da coluna interna do termômetro subiu (água morna), e no outro teve uma diminuição (água fria).

Interpretação submicroscópica: os termômetros são equipamentos capazes de mensurar a temperatura presente em um corpo, ambiente, material, e etc.

Existem diversos tipos de termômetros. Os utilizados no experimento são termômetros laboratoriais, e em seu interior apresentam uma coluna de álcool com um corante que viabiliza a sua leitura.

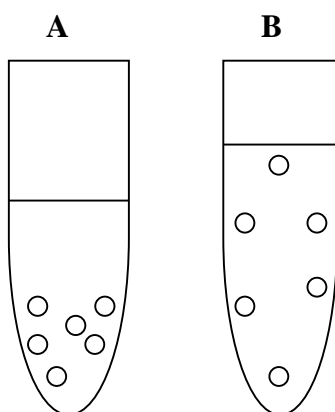
Mas como acontece o fenômeno de expansão e contração do líquido no interior na coluna do termômetro? Inicialmente devemos lembrar o conceito científico de calor, como sendo a energia em trânsito entre dois corpos que estão a diferentes temperaturas, e que essa energia flui do corpo que está a uma maior para aquele que esteja a uma menor temperatura. No caso do termômetro do recipiente contendo água fria, a água está a uma temperatura mais baixa, assim, o termômetro vai ceder energia para a água e conseqüentemente haverá o abaixamento da coluna de álcool. Já no termômetro em contato com a água morna o fenômeno que ocorre é inverso, a água que está a uma temperatura maior cede calor para o

termômetro, fazendo com que haja a dilatação do álcool no interior da coluna e a notável elevação no valor.

O líquido do termômetro contém álcool (etanol) e um corante. As partículas constituintes são moléculas de etanol e álcool. A dilatação do álcool ocorre em função do aumento dos espaços vazios entre as moléculas, quando o líquido é aquecido (absorção de calor). O aumento dos espaços vazios decorre do aumento da agitação das partículas formadoras do líquido.

Inversamente quando o etanol é resfriado (retirada de calor) ocorre à diminuição dos espaços vazios entre as moléculas, ocasionando a contração do líquido. Assim, a temperatura, em seu conceito científico, é o parâmetro que determina o sentido do fluxo de calor entre dois corpos.

Expressão representacional



A- moléculas de etanol a uma menor temperatura.

B- moléculas de etanol a uma maior temperatura.

Interface CTS

Os termômetros são amplamente utilizados no cotidiano. Existem inúmeros tipos, e à medida que os anos foram passando houve a substituição das substâncias presentes nas colunas do interior desses termômetros. Uma das primeiras substâncias utilizadas foi o termômetro de mercúrio (Hg), por ser um metal no estado físico líquido a temperatura ambiente, e que se dilata e contrai facilmente. Contudo, o mercúrio é uma substância

altamente nociva para os seres vivos e um contaminante do meio ambiente, fazendo parte das substâncias classificadas como bioacumulativas. Acumulam-se no fígado, rins, sangue, e causa os seguintes sintomas: bronquite, edema pulmonar, salivação excessiva, lesões renais, tremores, convulsões, vômito, perda de memória, coma e morte. Atualmente, é pouco provável que você encontre termômetros de mercúrio, que já foram comercializados em larga escala.

Para esse experimento não foram utilizados reagentes ou materiais que necessitariam ser armazenados ou descartados.

EXPERIMENTO 04 – CAPACIDADE CALORÍFICA DOS MATERIAIS

Tema: Termoquímica

Subtema: capacidade calorífica dos materiais

Título do experimento: plástico ou metal: quem está a uma menor temperatura?

Equipamentos/Materiais:

- Cilindro de plástico
- Cilindro de metal (alumínio)
- Termômetros de álcool

Procedimento experimental: os termômetros são colocados em orifícios existentes nos cilindros de diferentes materiais, em seguida deve se observar o valor obtido no termômetro. A seguir, segura-se cada cilindro com uma das mãos. Observa-se a sensação térmica em cada cilindro.

Observação macroscópica: inicialmente observa-se que os cilindros estão a uma mesma temperatura, medidas pelos termômetros. Ao tocar os cilindros temos a sensação de que o cilindro metálico (alumínio) está a uma menor temperatura se comparado ao de material plástico.

Interpretação submicroscópica: nem sempre a sensação de quente e frio corresponde a uma diferença de temperatura. No fenômeno observado, quando a mão – fonte de calor – toca os cilindros há uma alteração na temperatura dos cilindros. Assim, nosso corpo estava

a uma temperatura maior que a temperatura ambiente, que por sua vez também era a temperatura dos cilindros. Nesse caso, houve transferência de energia do nosso corpo para os cilindros. A temperatura do cilindro de alumínio se modifica mais rapidamente do que a do cilindro plástico, o que provoca a sensação de que o metal está mais frio que o plástico. Essa diferença de comportamento entre o plástico e o metal pode ser explicada pela capacidade calorífica dos sólidos. O alumínio possui uma capacidade calorífica baixa ($0,215 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) e sua temperatura se altera mais facilmente. Já o plástico é um material com capacidade calorífica maior, e conseqüentemente necessita de uma maior quantidade de calor para elevar ou diminuir sua temperatura. A capacidade calorífica é a quantidade de calor que um corpo necessita receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade (1 grau Celsius).

Expressão representacional:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

c (calor específico)

Q (quantidade de calor recebida)

ΔT (variação de temperatura)

M (massa do objeto)

Interface CTS

Porque a água demora esquentar durante o dia, e demora esfriar durante a noite? A água em questão pode ser considerada um material, por ser formada por mais de uma substância, e da mesma maneira que outros materiais ela possui uma determinada capacidade calorífica. A capacidade calorífica da água é consideravelmente alta, assim, para que a água altere sua temperatura é requerida uma grande quantidade de calor, não variando facilmente a sua temperatura. No decorrer do dia a água absorve energia na forma de calor, levando um bom tempo para que sua temperatura se altere, podendo ser percebido a noite. Inversamente, a água demora um longo prazo para ceder energia na forma de calor e ficar a uma menor temperatura. Isto explica o fato da água da piscina permanecer mais quente à noite.

Para esse experimento não foram utilizados reagentes ou materiais que poderiam ser armazenados ou descartados.

EXPERIMENTO 05- CAPACIDADE CALORÍFICA DOS MATERIAIS

Tema: Termoquímica

Subtema: capacidade calorífica dos materiais

Título: porque o gelo derrete quando colocado a temperatura ambiente?

Equipamentos/reagentes:

- Placa circular de material metálico (Zinco)
- Placa circular de material plástico
- Cubos de gelo

Procedimento experimental: posicionar as placas circulares sobre a mesa, enxugar os cubos de gelo, e colocar um cubo em cima de cada placa e observar o que acontece.

Observação macroscópica: o gelo começa a derreter, porém em uma das placas o processo é mais rápido.

Interpretação submicroscópica: para que o gelo derreta (passe do estado sólido para o estado líquido) ele precisa de alguma maneira receber energia na forma de calor (processo endotérmico). No fenômeno observado, as placas são formadas por diferentes materiais e possuem diferentes capacidades caloríficas. A capacidade calorífica determina a quantidade de energia, na forma de calor, necessária para que um determinado material possa variar sua temperatura em 1°C. Uma das placas é formada por Zinco (capacidade calorífica para o Zinco a 25°C: $0,0928 \text{ cal g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$). Como sua capacidade calorífica é baixa ele varia mais rapidamente sua temperatura, e o gelo que está a uma temperatura mais baixa recebe energia na forma de calor da placa e conseqüentemente observamos a sua rápida mudança de estado físico. Na outra placa, formada por material plástico, a sua capacidade calorífica é bem maior e, conseqüentemente, para que haja variação em sua temperatura é necessária uma maior quantidade de energia, assim o gelo demora mais tempo para receber energia e mudar de estado físico.

Expressão representacional:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

c (calor específico)

Q (quantidade de calor recebida)

ΔT (variação de temperatura)

M (massa do objeto)

Interface CTS:

A capacidade calorífica é uma propriedade existente nos mais variados materiais encontrados no cotidiano. Tomemos como exemplo, o uso de recipientes de isopor para conservar por mais tempo a baixa temperatura de uma bebida. O isopor é um material que possui alta capacidade calorífica, portanto, para que haja uma variação em sua temperatura é necessária que seja transferida ou absorvida uma grande quantidade de energia na forma de calor. Os casacos de lã possuem alta capacidade calorífica e, como consequência são usados como isolantes térmicos.

Para esse experimento não foram utilizados reagentes ou materiais que poderiam ser armazenados ou descartados.

EXPERIMENTO 06- ÁLCOOL NA PELE

Tema: Termoquímica

Sub-tema: processos endotérmicos

Título: porque o álcool em contato com a pele nos traz a sensação de frio no local?

Equipamentos/Reagentes:

- Algodão
- Álcool comercial 46% INPM

Procedimento experimental:

Umedecer um chumaço de algodão com álcool e passar na face externa da mão.

Observação macroscópica:

Quando umedecemos o algodão e passamos em um local do corpo temos a sensação de frio.

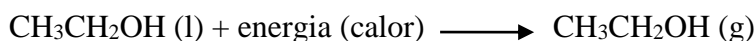
Interpretação submicroscópica:

O álcool 46% INPM é uma mistura hidroetanólica (álcool hidratado) que segundo o Instituto Nacional de Pesos e Medidas, apresenta em seu volume 46g de etanol e 54g água para cada 100g da mistura.

O álcool utilizado apresenta interações entre moléculas de álcool-álcool e água-álcool. O rompimento dessas interações ocorre por meio do recebimento de energia na forma de calor. Esse calor vem da sua mão, tendo vista que seu corpo está a uma maior temperatura, e o álcool hidratado a uma menor temperatura.

A sensação de frio que sentimos é, na verdade, a perda de calor para o álcool, esse calor serve para promover a mudança no estado físico do material (evaporação). O calor flui nesse sentido, de um corpo a uma maior temperatura para outro a menor temperatura.

Expressão representacional:



Interface CTS:

Já perceberam que quando estamos com febre nosso corpo fica quente por fora, mas mesmo assim sentimos frio? Isso ocorre porque a sensação de calor ou frio vem da perda de energia para o ambiente. Quando você está com febre sua temperatura corporal aumenta e por isso a troca de calor entre você e o ambiente também aumenta. Essa sensação de frio é a perda de calor para o ambiente, quanto mais elevada a temperatura corporal, mais elevada essa sensação de frio. Outro exemplo, é quando passamos álcool, ele evapora rapidamente retirando o calor da sua mão.

Para esse experimento não foram utilizados reagentes ou materiais que poderiam ser armazenados ou descartados.

EXPERIMENTO 07 – BOLSA TÉRMICA

Tema: Termoquímica

Sub-Tema: processos endotérmicos e exotérmicos

Título: Como funcionam as bolsas térmicas?

Reagentes / Equipamentos:

- Bolsa térmica de solução supersaturada de Acetato de Sódio
- Recipiente para aquecimento da água
- Aquecedor
- Água

Procedimento experimental:

Esfregar uma moeda no interior da bolsa e observar o fenômeno de cristalização. Após a bolsa térmica ficar rígida, colocá-la dentro de um recipiente com água fervente, e observar o fenômeno.

Observação macroscópica:

Ao esfregar uma espécie de moeda dentro da bolsa térmica, ela começou a aquecer e formar cristais. Com o aquecimento, a bolsa térmica era rígida, e à medida que foi aquecida na água fervente tornou-se maleável.

Interpretação submicroscópica:

A bolsa térmica possui em seu interior uma solução supersaturada de acetato de sódio, sendo assim um material, por ser formado por mais de uma substância. Para iniciar o funcionamento da bolsa basta um simples esfregaço no disco metálico contido em seu interior.

Após a perturbação (esta perturbação fornece o mínimo de energia ao sistema, suficiente para que a cristalização comece a ocorrer) realizada na bolsa, por meio do esfregaço no disco metálico, ocorre à liberação de calor e formação de cristais, logo o processo é exotérmico. Ou seja, a energia do estado inicial (solução supersaturada de acetato de sódio) é maior que a energia no estado final (água mais cristais de acetato de sódio). Para reativar a bolsa é preciso submeter à mesma em um recipiente com água fervendo, configurando um processo tipicamente endotérmico. A cristalização é exotérmica e o processo inverso é endotérmico.

Expressão representacional:

Solução supersaturada de Acetato de sódio (CH_3COONa) + perturbação \longrightarrow Cristalização
 $\Delta H < 0$.

Cristais de Acetato de sódio (CH_3COONa) + calor \longrightarrow Solução supersaturada de Acetato de sódio (CH_3COONa) $\Delta H > 0$.

Interface CTS:

As bolsas térmicas, também chamadas de compressas, são bastante utilizadas como o intuito de amenizar dores em diferentes partes do corpo e também evitar processos inflamatórios. Mas qual tipo de bolsa térmica utilizar? Quente ou fria? A bolsa térmica fria funciona bem para o tratamento de lesões musculares, como contusões e entorses, tratamento de hematomas. Nas primeiras 48h após uma lesão é importante utilizar compressas frias para

evitar o inchaço da região afetada. Esses benefícios acontecem porque a bolsa fria faz com que os vasos sanguíneos se contraíam e diminua o fluxo de fluídos no local.

Já a bolsa térmica quente é utilizada em diferentes situações, como esforço muscular, cólicas, dores nas costas e articulações, entre outros. Além de amenizar dores, a bolsa quente vem sendo empregada para estimular a circulação sanguínea de determinadas áreas do corpo e promoção de relaxamento da musculatura. A bolsa quente tem função contrária a fria, pois ela dilata os vasos e aumenta o fluxo sanguíneo.

Para esse experimento não foram utilizados reagentes ou materiais que poderiam ser armazenados ou descartados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Colega professor (a), este módulo didático é direcionado ao ensino de alguns conceitos termoquímicos. Preferencialmente deve ser utilizado como ferramenta introdutória para ensinar conceitos mais elaborados no ensino de Termoquímica no ensino médio.

Acreditamos que os experimentos demonstrativo-investigativos facilitem o processo de apropriação do conhecimento químico pelos alunos, e, você pode inserir essa modalidade de experimentação em seus planejamentos de aulas. Os experimentos simples são aqueles que podem apresentar maior abertura para a investigação em sala de aula.

Finalmente, desejamos que a nossa proposta desperte um olhar diferenciado acerca do papel experimentação em sala de aula, e que novas propostas envolvendo a experimentação surjam a partir da realidade do seu contexto escolar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROWN, T L.; H. E.; BURSTEN, B. E; BURDGE, J. R. **Química, a ciência central**. 9ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

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

RUSSEL, J. B. **Química Geral**, v. 1, 2ª edição, São Paulo: Makron Books, 1994.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. **Experimentar Sem Medo de Errar**. Ensino de Química em Foco. SANTOS, W. L. P. D. e MALDANER, O. A. Injuí: 231-261 p. 2011.