



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROFESSOR ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

MÁQUINA TÉRMICA: UMA
ATIVIDADE INVESTIGATIVA PARA
TERMOQUÍMICA

Itabaiana/SE

2012

Adnilde de Jesus Gama

Laís Costa Meneses

MÁQUINA TÉRMICA: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA PARA TERMOQUÍMICA

Trabalho de Conclusão de Curso realizado sob orientação do Prof. **MSc. Edson José Wartha**, e apresentado à banca examinadora do Departamento de Graduação em Química como requisito obrigatório para a obtenção do Título de Licenciado em Química pela Universidade Federal de Sergipe Campus Professor Alberto Carvalho.

Itabaiana/SE

2012

ADNILDE DE JESUS GAMA

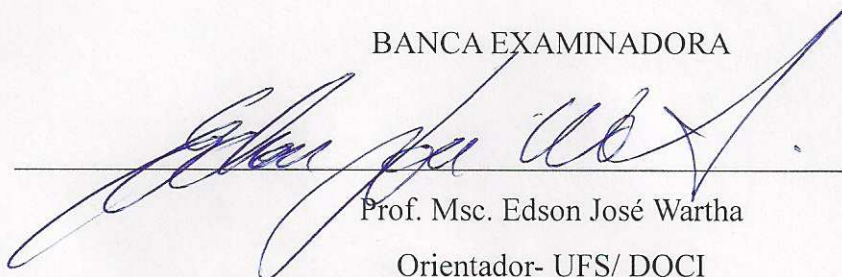
LAÍS COSTA MENESES

**MÁQUINA TÉRMICA: UMA ATIVIDADE
INVESTIGATIVA PARA TERMOQUÍMICA**

*Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial á
conclusão do curso de Química da
Universidade Federal de Sergipe
para obtenção do grau de
Licenciatura em Química.*

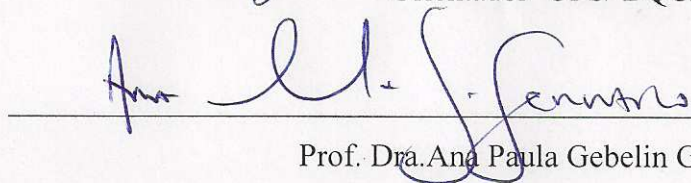
Aprovado em: 15/10/2012

BANCA EXAMINADORA



Prof. Msc. Edson José Wartha

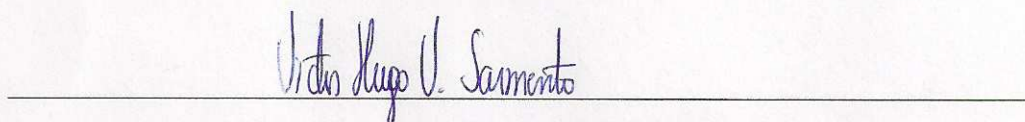
Orientador- UFS/ DQCI



Prof. Dra. Ana Paula Gebelin Gervásio

Examinador- UFS/ DQCI

Prof.^a Dra. Ana Paula G. Gervasio
Campus Itabiana – Química
Matrícula SIAPE: 1541858



Prof. Dr. Victor Hugo Vitorino Sarmiento

Examinador- UFS/DQCI

RESUMO

O presente trabalho propõe uma atividade experimental investigativa, através da qual foi construída uma máquina térmica, com o objetivo de tentar suprir algumas das dificuldades relacionadas ao conteúdo de Termoquímica. Buscou-se identificar as concepções prévias de alguns alunos da escola pública sobre calor, energia e trabalho, bem como levantar percepções sobre a funcionalidade da Máquina Térmica como alternativa pedagógica para uma experimentação investigativa e avaliar o nível de motivação e participação dos alunos. Através deste trabalho, percebe-se que atividades experimentais em sala de aula despertam grande interesse dos alunos, tornando as aulas mais dinâmicas, contribuindo para melhor interação entre professor-aluno. Com essa atividade experimental investigativa, foi possível identificar uma melhora nas concepções dos discentes em relação aos conceitos envolvidos na construção da máquina térmica, o que permitiu-nos concluir que o trabalho com atividades experimentais permite uma melhora significativa na compreensão dos conceitos de termoquímica e permite um maior envolvimento dos alunos nas aulas de química.

Palavras Chave: Atividade experimental investigativa, máquina térmica, Termoquímica.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVO.....	10
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
7. ANEXO 1.....	31
7.1 Pré-teste	31
8. ANEXO 2.....	32
8.1 Pós- teste.....	32

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho terá como proposta uma atividade experimental investigativa, na qual será desenvolvida uma máquina térmica para o ensino de Termoquímica, possibilitando novos entendimentos sobre calor, energia, trabalho e desenvolvendo a capacidade de relacionar os diferentes níveis do conhecimento químico. Optamos pela atividade experimental investigativa, pois nos permite desenvolver alguns aspectos fundamentais para a educação científica, entre os quais, a possibilidade de expor o aprendiz em atividades que favorecem o desenvolvimento de habilidades de observação, formulações, testes, discussões, entre outros (Suart, 2009).

Para Nanni (2004) *apud* Santos (2011) “a importância da inclusão da experimentação está na caracterização de seu papel investigativo e de sua função pedagógica em auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos sobre os quais se referem os conceitos”. As atividades em conjunto com o docente é uma das metodologias, já a experimentação aproxima os alunos dos conteúdos abordados na disciplina. A experimentação investigativa pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação, e para possibilitar que os alunos construam seus conhecimentos (GUIMARÃES, 2009; NANNI, 2004 *apud* SANTOS, 2011).

A experimentação pode ser utilizada para demonstrar os conteúdos trabalhados, mas utilizar a experimentação investigativa na resolução de problemas pode tornar a ação do educando mais ativa. No entanto, para isso, é necessário desafiá-los com problemas reais; motivá-los e ajudá-los a superar os problemas que parecem intransponíveis; permitir a cooperação e o trabalho em grupo; avaliar não numa perspectiva de apenas dar uma nota, mas na intenção de criar ações que intervenham na aprendizagem (Hoffmann, 2001; Perrenoud, 1999; Luckesi, 2003 *apud* Guimarães, 2009, p.199).

O tema que optamos para trabalhar foi *Termoquímica* por apresentar conteúdos com alto nível de abstração e uma complexidade em termos teórico-fenomenológicos (como é o caso dos conceitos de energia, calor, temperatura e trabalho), o qual exige uma formação e atualização adjacente e recorrente dos professores, que de fato fazem o processo de ensino-aprendizagem acontecer nas escolas.

Termodinâmica é a ciência que estuda as transformações de energia nas quais as variações de temperatura são importantes. A maioria das transformações químicas resulta em alterações nas temperaturas e, portanto, os químicos sempre estiveram envolvidos no

desenvolvimento da termodinâmica como ciência. Através das variadas transformações de energia em meados do século XIX, surgiu a possibilidade de converter calor em movimento por meio de máquinas térmicas, em que a base para seu funcionamento é simples, quando se aquece um gás ele se expande. Possivelmente a primeira máquina que surgiu foi a máquina à vapor que foi desenvolvida por Herón de Alexandria e empregada industrialmente em larga escala (MEDINA E NISENBAUM, 2009).

O tema *Termoquímica* ou *Termodinâmica* destaca a analogia de energia térmica com a capacidade de realizar trabalho que está intrinsecamente pautada no uso das primeiras máquinas térmicas, nas quais a energia química de combustíveis como a madeira era usada para a produção de vapor, que as movimentavam (MORTIMER e AMARAL, 1998).

Sendo assim, Mortimer afirma que:

As discussões desses conceitos básicos de calor e temperatura, por meio de atividades que procuram explicitar as concepções dos estudantes e auxiliar na construção dos conceitos científicos, parecem fundamental para evitar que os estudantes aprendam toda uma gama de conceitos mais avançados, como calor de reação, lei de Hess, etc. Sobre uma base frágeis em conceitos ficam amalgamados com concepções alternativas (Mortimer e Amaral, 1998, p.34).

Um dos grandes obstáculos encontrados pelos professores é a dificuldade da abordagem desses conceitos, de uma forma que os alunos superem suas próprias concepções oriundas do senso comum. Algumas dificuldades em relacionar os diferentes níveis do conhecimento químico podem ser explicadas pelo triângulo adaptado de Johnstone 1993 (MAXIMIANO E CAZIAN 2010) como mostrado na Figura 1.

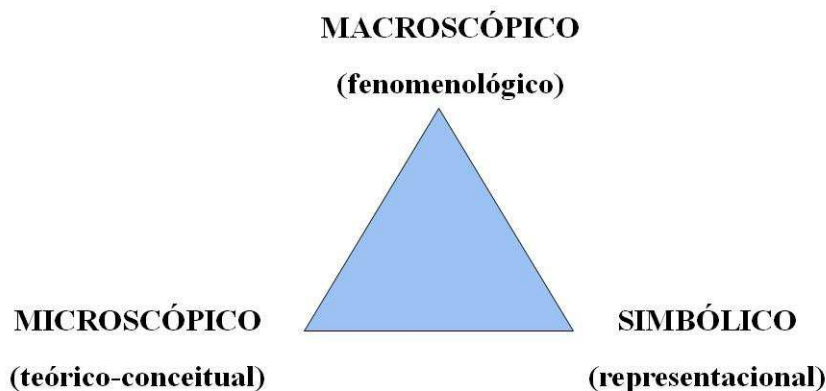


Figura I- Triângulo dos níveis do conhecimento químico (adaptada de JONSTONE, 1993).

Segundo Maximiano e Canzian (2010) o aprendizado da química implica na compreensão de três aspectos fundamentais: a observação dos fenômenos naturais (universo macroscópico), a representação destes em linguagem científica (universo simbólico) e o real entendimento do universo das partículas como átomos, íons e moléculas (universo microscópico).

Dentro do tema de *Termoquímica* escolhemos trabalhar com Máquinas Térmicas, pois na busca do aperfeiçoamento das máquinas térmicas, diversos cientistas, entre os quais o engenheiro francês Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) desenvolveu toda teoria para explicar o rendimento, ou seja, o quanto de calor a máquina transformava em trabalho. Carnot teve grande importância na história da *Termodinâmica*, por ter introduzido a ideia de transformações cíclicas e ter provado que a mais eficiente das máquinas termodinâmicas é aquela em que todas as operações são reversíveis, buscando compreender melhor os processos de conversão de calor e trabalho (SANTOS e cols, 2008; CARNOT, 2004).

As máquinas térmicas são usadas equidistantes em nosso dia a dia, pois convertem a energia gerada pela queima de combustíveis em energia mecânica, como por exemplo, motores de veículos, a geladeira que trabalha para inverter o sentido natural da troca de calor, as usinas termelétricas que consomem combustível para gerar eletricidade, dentre outras. Normalmente, as máquinas térmicas lidam com a variação de temperatura, retiram calor da fonte quente e transferem-no para a fonte fria, o que define sua eficiência. Elas têm maior eficiência se transformam calor em trabalho, transferindo, portanto menos calor na fonte fria (MEDINA E NISENBAUM, 2009). Carnot, estudando o funcionamento de máquinas térmicas, demonstrou que toda máquina necessita para funcionar de uma fonte quente e de uma fonte fria, para que haja transporte de uma quantidade de calor da primeira para segunda.

É importante ressaltar que para a compreensão dos conceitos científicos e para um melhor entendimento dos fenômenos químicos, é necessário associar esses três aspectos, em que o nível fenomenológico está associado aos sentidos, o nível representacional está relacionado ao uso de símbolos, fórmulas e equação, e o nível teórico-conceitual relacionado ao grau de abstração de átomos e moléculas (MAXIMIANO E CANZIAN, 2010).

Há na literatura uma série de concepções alternativas relacionadas a calor, temperatura e energia, apresentadas pelos estudantes que está inteiramente ligada a forma de como é expresso esses fenômenos no dia a dia:

Calor é proporcional à temperatura;
Calor é uma substância;

Existem dois tipos de calor: quente e frio;
Energia como vida, ou como algumas manifestações específicas dos seres vivos;
Energia confundida com outras grandezas Físicas (força);
Algo concreto, material (BUCUSSI, 2007; MORTIMER e AMARAL, 1998).

Segundo Bucussi, para trabalhar com concepções científicas temos que considerar uma ecologia conceitual que compreende diferentes tipos de conhecimentos e formas de pensamentos, que juntos formam o contexto em que o sujeito que aprende interagirá com o novo conhecimento que se apresenta, específico de cada estudante, que por sua vez acabará tendo forte influência sobre a forma que eles aprenderão e utilizarão o saber científico.

As concepções alternativas fazem parte dessa ecologia e podem ser identificadas como estruturas conceituais que podem preceder ou formar-se durante o processo de escolarização, leva a interpretações da realidade que não são inteiramente de acordo com as concepções cientificamente aceitas, tornando-se motivo de confusão que introduz a erros na interpretação e solução de problemas da ciência.

Essas concepções alternativas caracterizam-se por serem superficiais coerentes com o ponto de vista do estudante, explicando equivocadamente, situações do dia a dia ou questões colocadas pela educação formal.

Para suprir com algumas concepções errôneas, são sugeridas estratégias para permitir a participação mais ativa dos alunos no processo de aprendizagem. E é considerada por diversos pesquisadores como uma alternativa para melhorar a aprendizagem e intensificar o papel do aluno na atividade (BUCUSSI, 2007).

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo a construção de uma pequena máquina térmica, com a finalidade de suprir algumas das dificuldades relacionadas ao conteúdo de *Termoquímica*. Nesta atividade pretende-se identificar as concepções prévias dos alunos sobre calor, energia e trabalho, bem como levantar percepções sobre a funcionalidade da Máquina Térmica como alternativa pedagógica para uma experimentação investigativa, e avaliar o nível de motivação e participação dos alunos.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho terá como público alvo, os alunos do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Emeliano Ribeiro e da Escola Municipal José Fonseca Lima, situados na cidade de São Domingos, Agreste sergipano.

Será desenvolvida em três etapas:

- Pré-teste;
- Construção da Máquina Térmica e Observação participante dos alunos;
- Pós-teste;

Na 1ª etapa:

Aplicação de um pré-teste, contendo cinco questões abertas para identificar as ideias prévias dos alunos sobre calor, temperatura, energia e trabalho. Nesta etapa contribuíram dezenove alunos.

Na 2ª etapa:

Foi demonstrada a primeira máquina construída pelas autoras, e outra construída pelos alunos, em que foram utilizados materiais simples e de fácil aquisição. E a observação participante procurou-se avaliar o envolvimento dos alunos na construção da mesma por meio de fotografias.

Materiais utilizados na 1ª Máquina Térmica:

- Tubo de vidro;
- Cachimbo;
- Tubo flexível;
- Durepoxi®;
- Bolinha de isopor;
- Fita adesiva;
- Lamparina;
- Placa de madeira de aproximadamente 15 cm x 100 cm;
- Placa de alumínio ou lata;
- Fósforo;
- Bloquinhos de madeira;
- Arame
- Água



Figura II: Máquina Térmica para demonstração por
Costa, L. M, 2012 adaptada de Damélio, S. 2006.

Procedimento Experimental:

Utilizou-se uma placa e dois bloquinhos, ambos de madeira, e uma placa de alumínio para montar um suporte;

Fixou-se o tubo de vidro (contendo um pouco de água em seu interior) no suporte e prendeu-o com um pedaço de arame;

Encaixou-se uma extremidade do tubo flexível no tubo de vidro e a outra no cachimbo. Vedou-o com durepoxi[®] para que o gás não escapasse. Com o auxílio da fita adesiva fixou-se o tubo flexível à placa de madeira;

Apoiou-se a lamparina embaixo do suporte, colocou-se a bolinha de isopor dentro do cachimbo e observou-se seu funcionamento.

Materiais utilizados na 2ª Máquina Térmica:

- Duas Latinhas de refrigerante;
- Uma bola de assopro;
- Durepoxi[®];
- Tesoura;
- Vela;
- Fósforo;
- Água;
- Seringa;



Figura III: Máquina Térmica confeccionada
Costa, L. M, 2012

Procedimento Experimental:

Utilizou-se uma das latinhas, recortou a parte superior e as laterais formando um suporte;

Posicionou-se a outra latinha nesse suporte e fixou-se com Durepoxi[®];

Aguardou a Durepoxi[®] secar;

Adicionou-se à latinha, superior, um pouco de água. (Esta medida tende a acelerar o processo);

Posicionou-se a extremidade da seringa (sem o êmbolo) dentro da latinha, superior, vedando a seguir com Durepoxi[®]. (Este procedimento tende a montar um sistema fechado)

Na outra extremidade da seringa posicionou-se uma bola de assopro e fixou-o com fita ou similar.

Verificou-se se todos os componentes estão conectados corretamente.

Com todo o aparato montado posicionou-se uma vela na parte da latinha, superior, oposta à extremidade em que se encontra a seringa. Realizado este procedimento acendeu-se a vela de modo que a experimentação se inicie.

Na 3ª etapa:

Utilização das Máquinas Térmicas numa atividade experimental investigativa sobre *Termoquímica*. Após a atividade os alunos resolveram um pós-teste contendo seis questões abertas e fechadas, denominado questionário semiestruturado, com o objetivo de identificar se as concepções dos alunos sobre os conceitos de calor, temperatura, energia e trabalho foram reformuladas. Nesta etapa contribuíram nove alunos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelo Colégio Estadual Emeliano Ribeiro e a Escola Municipal Prefeito José Fonseca Lima foram discutidos e exemplificados em cada categoria as respostas obtida nas três etapas: Pré-Teste; construção da máquina térmica e observação participante; Pós-Teste.

Legenda: CEER: Colégio Estadual Emeliano Ribeiro; EMPJFL: Escola Municipal Prefeito José Fonseca Lima; A1 CEER: Aluno 1 do CEER 1; A2: Aluno 2 do EMPJFL.

a) Verificando as concepções prévias dos alunos através do pré-teste.

As ideias prévias obtidas a partir da análise do pré-teste foram organizados nas tabelas abaixo e divididas na sequencia das respostas mais adequadas para as menos adequadas e ainda são apresentadas a frequência e a porcentagem representativa das respostas.

Tabela 1 – Ideias prévias dos alunos sobre o conceito de calor

Categorias	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Moléculas em movimento	1	5,3	2	10,5
Transferência de energia	5	26,3	5	26,3
Energia liberada/recebida	3	15,8	1	5,3
Energia natural	3	15,8	2	10,5
Temperatura quente/elevada	3	15,8	3	15,8
Aquecimento do sol	2	10,5	1	5,3
Outras/Não responderam	2	10,5	3	15,8

Moléculas em movimento:

A1 CEER: *Calor é definido pelo movimento das moléculas.*

A2 EMPJFL: *É a energia fornecida, pela (formação) agitação partícula do corpo.*

Transferência de energia:

A1 CEER: *É o processo de transferência de energia térmica de um corpo para outro em diferentes temperaturas.*

A2 EMPJFL: *O calor descreve a energia transferida entre dois ou mais sistemas.*

Energia liberada/recebida:

A1 CEER: *É a energia liberada ou recebida por um corpo.*

A2 EMPJFL: *É a energia liberada de uma reação.*

Energia Natural:

A1 CEER: *O calor é definido como uma fonte de energia natural.*

A2 EMPJFL: *O calor produzido pelo nosso corpo é uma fonte de energia natural.*

Temperatura quente/elevada:

A1 CEER: *Calor é uma forma de temperatura quente que acontece em nosso corpo.*

A2 EMPJFL: *É uma temperatura elevada que acontece em nosso corpo ou no ambiente.*

Aquecimento do sol:

A1 CEER: *O aquecimento do sol que é muito quente é denominado calor.*

A2 EMPJFL: *O calor é constituído pela grande quantidade de raios solares na superfície.*

Os resultados mostram que nas duas escolas, 26,3% dos alunos associam o conceito de calor com transferência de energia. Acredita-se que um dos grandes motivos para os estudantes associar o conceito de calor ao conceito de energia é transmitida por meio dos livros didáticos que definem calor como energia transferida.

O livro do CEER diz que: A energia transferida entre dois corpos (ou entre diferentes partes de um mesmo corpo) que têm temperaturas diferentes é denominada calor (Peruzzo, F. M.; Canto, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**).

O livro da EMPJFL diz que: Calor é definido como a transferência de energia térmica entre corpos de temperatura diferente (Santos, W.; Mól, G. **Química Cidadã**).

Tabela 2 – Ideias Prévias dos alunos sobre os conceitos de Temperatura

Categorias	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Medida para calor	1	5,3	5	26,3
Transferência de calor	1	5,3	1	5,3
Grandeza física	4	21,1	6	31,6
Mudança de clima	9	47,4	4	21,1
Outras/Não responderam	4	21,1	3	15,8

Medida de Calor:

A1 CEER: *Temperatura é o estado onde mostra que está frio ou quente.*

A2 EMPJFL: *Temperatura é a medida de calor que há em um determinado ambiente.*

Transferência de Calor

A1 CEER: *É uma transferência que recebe calor.*

A2 EMPJFL: *Temperatura é quando as pessoas esta com calor e depois fica com frio, o qual isso é denominado transferência de calor.*

Grandeza Física

A1 CEER: *Temperatura é uma grandeza física que expressa a energia cinética dos átomos.*

A2 EMPJFL: *É uma grandeza física que mede o estado de agitação das partículas que constitui um corpo.*

Mudança de Clima:

A1 CEER: *É uma mudança de clima que aumenta conforme a quantidade de calor.*

A2 EMPJFL: *Temperatura é uma mudança de clima que aumenta de acordo coma quantidade liberada de calor.*

Os resultados demonstram que as escolas apresentam respostas diferentes, no qual, 47,4% dos alunos do CEER relacionam o conceito de temperatura com a mudança de clima. Acredita-se que tal concepção pode ser adquirida através do uso do cotidiano. Já, a EMPJFL, 31,6% dos alunos associa o conceito de temperatura como sendo uma grandeza física que pode ser consequência de conceitos desenvolvidos pelo uso do Livro Didático da disciplina de Física.

Em que o livro da EMPJFL diz que: É uma grandeza física que define o sentido do fluxo de calor, entre dois ou mais corpos. (Sampaio; Calçada, **Física**).

Tabela 3 – Apresenta as ideias prévias dos alunos sobre os conceitos de Energia

Categorias	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Força e energia	3	15,8	1	5,3
Energia elétrica	4	21,1	9	47,4
Energia natural	6	31,6	3	15,8
Outros/Não responderam	6	31,6	6	31,6

Força e energia:

A1 CEER: *O nosso corpo precisa de energia para termos força para desenvolver nossas atividades.*

A2 EMPJFL: *Quanto maior força gasta maior será a energia liberada.*

Energia elétrica:

A1 CEER: *Gostaria de assistir tv, mas não tem energia elétrica.*

A2 EMPJFL: *As hidroelétricas produzem energia elétrica através da força das águas. Existem vários tipos de energia Ex: energia cinética; energia elétrica, etc.*

Energia Natural

A1 CEER: *Hoje com as novas tecnologias a energia solar contribui para muitas coisas.*

A2 EMPJFL: *O ser humano ou qualquer forma de vida precisa de uma fonte de energia para sobreviver, a mesma encontrou em alimentos é o que podemos chama de energia natural.*

A Tabela 3 evidencia que 31,6% dos alunos do CEER associam o termo energia como uma de suas formas “Energia Natural” e 47,4% dos estudantes da EMPJFL associam com “Energia Elétrica”, pois o uso da palavra no cotidiano prevalece.

É notório que em ambas as escolas apresentaram um percentual significativo de 31,6 % na categoria de outros/não responderam, onde isso implica que a energia é um conceito muito abstrato e complexo que causa grande confusão para o aluno desenvolver tal conceito.

Tabela 4– Apresenta as Ideias Prévias dos termos Quente e Frio

Categorias	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Mudança de estado físico	4	21,1	2	10,5
Clima quente/frio	10	52,6	10	52,6
Temperatura aumenta/diminui	1	5,3	4	21,1
Outras/Não responderam	4	21,1	3	15,8

Mudança de estado Físico:

A1 CEER: *Quando colocamos água quente na geladeira depois de algum tempo ela vira gelo através da mudança de estado físico.*

A2 EMPJFL: *Os raios solares esquentam o tempo e quando chove o tempo esfria através de uma mudança de estado.*

Clima quente/frio:

A1 CEER: *Gostaria de suco, mas ele está quente então eu vou colocar no congelador para que ele fique frio.*

A2 EMPJFL: *Em São Domingos a temperatura é quente durante o dia e fria durante a noite.*

Temperatura aumenta/diminui:

A1 CEER: *Quando um corpo está junto ao outro a temperatura aumenta já os corpos estão separados a temperatura diminui.*

A2 EMPJFL: *Com o frio no inverno a temperatura diminui já o verão a temperatura aumenta.*

Os resultados mostram que 52,6% dos alunos de ambas as escolas relacionam o termo quente e frio com o Clima e essa relação acontece devido ao uso da mesma no cotidiano.

Tabela 5 – Ideias Prévias Sobre Trabalho

Categorias	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Força aplicada no corpo	4	21,1	4	21,1
Transferência de energia	4	21,1	4	21,1
Movimento do corpo	9	47,4	8	42,1
Outros/Não responderam	4	21,1	3	15,8

Força aplicada no Corpo:

A1 CEER: *Quando nós fazemos força para realizar um exercício físico nós aplicamos uma força no nosso corpo.*

A2 EMPJFL: *Quando nos andamos de bicicleta nos aplicamos uma força muito grande em uma parte de nosso corpo, onde isso é uma realização de trabalho.*

Transferência de energia:

A1 CEER: *Trabalho é um processo de transferência de energia.*

A2 EMPJFL: *É a medida d energia transferida pela aplicação de uma força ao longo de um deslocamento. Representado por W.*

Movimento do corpo:

A1 CEER: *É um movimento trabalhado pelo corpo.*

A2 EMPJFL: *Trabalho é o conjunto de movimento que tem um fim.*

A Tabela 9 e 10 evidenciou que 47,4% dos alunos do Colégio Estadual Emeliano Ribeiro e 42,1% dos estudantes da Escola Municipal Prefeito José Fonseca Lima conceitua que trabalho é o movimento do corpo, tal concepção vem através do livro didático da disciplina de física.

b) Construção da Máquina Térmica

Essa etapa foi realizada com a divisão dos alunos em três grupos. No primeiro momento, foram distribuídos os respectivos materiais e no segundo momento a confecção da máquina, o qual foi possível identificar por meio da observação a participação ativa dos

alunos na realização da prática proposta. As figuras 4 e 5 mostra o conjunto de fotografias de alunos da EMPJFL e do CEER montando a máquina térmica.



Figura IV: Confeção da máquina Térmica, Escola Municipal José Fonseca Lima

Costa, L. M, 2012



Figura V: Confeção da Máquina Térmica, Colégio Estadual Emeliano Ribeiro
Costa, L. M, 2012

Podemos observar pela figura IV e V que os alunos de ambas as escolas mostraram muita curiosidade, entusiasmo, respeito na interação professor-aluno e aluno-aluno e não apresentaram nenhuma dificuldade em confeccionar a máquina.

Verifica-se o quanto é importante o uso de atividades experimentais dentro da sala de aula. Seguindo as orientações dadas por Guimarães 2009 “A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”, de fato foi possível perceber o grande interesse dos alunos em participar ativamente das atividades que foram desenvolvidas.

De acordo com essa etapa os alunos responderam uma questão que fazia parte do pós-questionário sobre o “Funcionamento da Máquina Térmica”, através do qual foi criada respectivas subcategorias, mostrada abaixo pela Tabela 6:

Tabela 6 – Explicações sobre o Funcionamento da Máquina

Relacionado à	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Conversão de calor em trabalho	4	44,4	5	55,6
Liberação de energia	1	11,1	1	11,1
Evaporação da água/adiabático	3	33,3	2	22,2
Outras/Não responderam	1	11,1	1	11,1

Conversão de calor em trabalho:

A1 CEER: *Através das máquinas mostradas foi percebido que quando foi acesa a vela o sistema converteu o calor em trabalho ao encher a bexiga e ao levantar a bolinha de assopro.*

A2 EMPJFL: *Percebi que quando colocou a vela embaixo da latinha e a lamparina embaixo do suporte esquentou a água que estava dentro da latinha e do frasco de vidro, liberando um vapor o qual enche o balão e levanta a bolinha de isopor, onde isso mostra a conversão de calor em trabalho.*

Liberação de energia:

A1 CEER: *A máquina mostrou que quando acende a vela, ocorre um aumento da temperatura liberando energia para encher o balão.*

A2 EMPJFL: *A partir do experimento mostrou que acontece uma liberação de energia para que o processo aconteça.*

Evaporação da água/adiabático:

A1 CEER: *A máquina construída mostra um processo adiabático, pois quando colocou água dentro da latinha e ascende à vela, a água evapora fazendo com que encha a bola.*

A2 EMPJFL: *Foi feita com lata de refrigerante e uma bola, onde colocou um pouco de água dentro da lata e ascendeu a vela embaixo, com isso a temperatura aumentou evaporando a água e encheu a bola mostrando também um processo adiabático.*

Os resultados foram semelhantes em ambos os colégios, o qual os alunos relacionam o funcionamento da máquina térmica principalmente ao processo de conversão de calor em trabalho. Com isso, foi possível perceber uma mudança nas concepções desses alunos ao relacionar o conteúdo com a prática proposta.

c) Pós-teste:

Para a realização do pós-teste foram enfrentadas grandes dificuldades. No primeiro momento foi à greve das escolas públicas, impossibilitando o desenvolvimento da pesquisa, no segundo momento a falta de compreensão do professor, pois não determinava o horário para a aplicação da atividade proposta e quando determinava o respectivo horário liberava os alunos ou colocava impedimento ao dizer que iria aplicar recuperação e em terceiro momento, uma grande parte dos alunos se recusou a responder o pós-teste, a qual questionavam que não valeria nota e não era obrigatório responder, como o professor não estava presente os mesmos se retiravam da sala de aula.

As tabelas abaixo mostra os resultados obtidos na aplicação pós-teste aonde foi dividido em respectivas categorias e subcategorias, mostrando frequência e porcentagem das respostas, para 9 alunos que contribuíram para essa etapa.

Tabela 7 – Conceito de Energia dos alunos no pós-teste

Relacionada à	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Grandeza física	2	22,2	1	11,1
Energia elétrica	4	44,4	2	22,2
Movimento do corpo	2	22,2	5	55,6
Outras/Não responderam	1	11,1	1	11,1

Grandeza Física:

A1 CEER: *É uma grandeza física onde é o trabalho feito pela máquina é transferida na forma de energia para outro sistema.*

A2 EMPJFL: *É uma da grandeza da física que se pode ser definida como a realização de trabalho de um corpo para outro.*

Energia elétrica:

A1 CEER: *Energia elétrica pode ser observada no funcionamento dos aparelhos que nós utilizamos no nosso dia-a-dia. Foi possível ver através do funcionamento da máquina que nós construímos em aula, o sistema construído fez a conversão de calor em trabalho e através do trabalho realizado pela máquina libera energia.*

A2 EMPJFL: *A energia é importante para o funcionamento de qualquer aparelho doméstico, além de ser essencial para nossa vida.*

Movimento do corpo:

A1 CEER: *Energia é toda uma fonte, que faça com que determinadas máquinas, por exemplo, realizem qualquer ação, como nosso corpo precisa da energia dos alimentos para estudar, trabalhar entre outros...*

A2 EMPJFL: *Através do movimento do corpo nós realizamos trabalho nessa movimentação de nós nos deslocamos de um lugar para outro, a qual nós liberamos energia quando estamos em movimento.*

Os resultados mostraram 55,6% dos alunos da EMPJFL mudaram sua concepção sobre o conceito energia relacionando ao movimento do corpo, entretanto ainda a mudança de tal concepção está um pouco fora do que venha a ser o conceito de energia. Já 44,4% dos alunos do CEER nota-se que sua concepção continuou, pelo fato de relacioná-lo ao cotidiano, isso acontece devido ao elevado grau de complexibilidade que é o conceito de energia.

Tabela 8 – Apresenta conceito de trabalho dos alunos no pós-teste

Relacionado à	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Conversão de calor	4	44,4	5	55,6
Produção de calor/energia	2	22,2	3	33,3
Movimento de corpo/energia	2	22,2	1	11,1
Outras/Não responderam	1	11,1	0	0,0

Conversão de calor

A1 CEER: *Trabalho é toda a ação que envolve a conversão de calor em trabalho que foi possível observar no funcionamento da máquina térmica.*

A2 EMPJFL: *Trabalho foi o processo que ocorreu quando a máquina construída e demonstrada começaram a funcionar, pois quando colocamos a vela aqueceu o sistema aumentando a temperatura da água produzindo assim calor, o qual foi convertido na realização de trabalho e libera energia.*

Produção de calor/energia:

A1 CEER: *Através do aumento de temperatura no funcionamento da máquina térmica é produzido calor e se transforma em trabalho liberando energia para encher o balão e levantar a bolinha de isopor.*

A2 EMPJFL: *Quando aquecemos a latinha faz a produção de calor em trabalho e depois de produzir calor vai produzir trabalho e vai liberando energia.*

Movimento do corpo/energia:

A1 CEER: *Quando movimentamos o nosso corpo é a realização de trabalho.*

A2 EMPJL: *O trabalho realizado pelo movimento do corpo ou quando um objeto faz algum movimento ele está realizando trabalho. Foi possível ver quando aumenta a temperatura na máquina vai enchendo a bola isso é trabalho.*

Os resultados da tabela mostram que 44,4 % dos alunos do CEER e 55,6% dos alunos da EMPJFL apresentaram suas concepções modificadas, pois associavam que trabalho era apenas “movimento do corpo”, mas após toda atividade desenvolvida os alunos passaram a associar que a realização de trabalho é a Conversão de Calor.

Tabela 9 – Apresenta os conceitos de Calor e Temperatura entendidos pelos alunos no pós-teste

Relacionados à	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Energia liberada/recebida	4	44,4	5	55,6
Calor e temperatura semelhantes	1	11,1	1	11,1
Temperatura elevada	3	33,3	2	22,2
Outras/Não responderam	1	11,1	1	11,1

Energia liberada / recebida

A1 CEER: *A temperatura pode ser medida através da agitação das partículas. O calor é a energia térmica sendo liberada ou recebida entre dois corpos com temperatura diferente.*

A2 EMPJFL: *A máquina térmica ou o sistema faz com que a temperatura aumente então foi produtor calor a partir daí as moléculas da água vai evapora e vai encher a bola quando isso aconteceu na máquina que liberou energia.*

Calor e temperatura semelhantes

A1 CEER: *Quando dois corpos com temperatura diferente são colocados em contato, as moléculas do corpo mais quente colidem com as moléculas do corpo com temperatura mais fria, assim ira haver uma transferência de calor de um corpo para outro.*

A2 EMPJFL: *A temperatura do sistema quando foi aumentada as moléculas de água ficaram mais agitadas com uma quantidade de calor igual com a temperatura de fora do sistema.*

Temperatura elevada:

A1 CEER: *A temperatura da máquina térmica antes de acender a vela estava igual com a temperatura ambiente após acender a vela a temperatura da máquina térmica foi se elevada.*

A2 EMPJFL: *Quando a temperatura vai se elevando as moléculas de água ira ter maior agitação.*

Os resultados mostram que 55,6% dos alunos da EMPJFL e 44,4% do CEER de ambas as escolas ainda continuam relacionando os conceitos de calor e temperatura a “energia liberada/recebida”, ou seja, transferência de energia, onde essa relação continua, pois eles associam aos conceitos vem nos livros didáticos.

Tabela 10 – Conceito de Processo Reversível entendido pelos alunos no pós-teste

Relacionado à	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Processo que volta ao estado de origem	7	77,8	8	88,9
Outras/ Não responderam	2	22,2	1	11,1

A1 CEER: *É um processo onde o produtor volta a seu estado inicial, não tendo em uma modificação do seu estado de origem.*

A2 EMPJFL: *É um processo onde no funcionamento da máquina térmica a bexiga enche e pode voltar ao seu estado normal, ou seja, o inicial.*

Foi possível observar que esse conceito foi bem compreendido, pois 77,8% dos alunos do CEER e 88,9% dos alunos da EMPJFL associaram o conceito do processo reversível corretamente, a qual foi atribuída ao verificar o funcionamento da máquina térmica que mostrava o processo reversível, onde ao colocar a vela acesa embaixo da latinha, liberava o gás para encher a bola de assopro e ao retirar a vela voltava ao seu estado inicial e esse processo também foi verificado na máquina térmica que foi demonstrada.

Tabela 11 – Atividade Experimental e Conceitos de Termoquímica entendidos pelos alunos no pós-teste

Relacionado à	CEER		EMPJFL	
	Frequência	%	Frequência	%
Conceito de Calor, Temperatura, Energia e Trabalho bem compreendido	4	44,4	5	55,6
Entender a termoquímica	4	44,4	3	33,3
Outros/Não respondeu	1	11,1	1	11,1

Conceito de Calor, Temperatura, Energia e Trabalho bem compreendido:

A1 CEER: *Com a máquina percebemos que compreendemos mais o assunto e foi bem mais fácil de entender o que é calor, temperatura, trabalho, energia e um processo reversível.*

A2 EMPJFL: *A aula experimental, além de ser muito interessante, e mostrou um ensino muito inovador, nos ajudou a compreender melhor os conceitos de calor, temperatura energia e trabalho a partir da prática.*

Entender a Termoquímica

A1 CEER: *A aula foi bem interessante deu para entender mais um pouco sobre o assunto da termoquímica que foi dado durante as aulas e bom para conhecer uma pouco mais do uso dos experimentos na sala.*

A2 EMPJFL: *Foi bastante interessante, pois foi bem mais fácil distinguir e aprender um pouco mais dos conceitos de termoquímica. Tornando a aula bem dinâmica e aprendemos melhor.*

Pode-se perceber que 44,4% dos Alunos do Colégio Estadual Emeliano Ribeiro mostraram que os conceitos foram bem compreendidos e que a atividade experimental foi bem entendida para o ensino de termoquímica, e 55,6% dos alunos da Escola Municipal Prefeito José Fonseca Lima compreendeu bem os conceitos e 33,3% no entendimento de termoquímica.

5. CONCLUSÃO

Acredita-se que a pesquisa cumpriu o objetivo de construir a máquina térmica, bem como de suprir algumas dificuldades conceituais relacionadas ao conceito de termoquímica. Também, foi possível identificar concepções prévias e avaliar os diferentes níveis de compreensão, motivação e participação dos alunos na realização da atividade investigativa proposta.

É perceptível que atividades experimentais quando desenvolvidas em sala de aula despertam um grande interesse dos alunos, tornando as aulas mais dinâmicas, contribuindo assim para uma melhor interação entre professor-aluno.

Através da análise dos resultados do pré-teste foi possível notar que os educandos possuíam algumas dificuldades em relacionar os conceitos de calor, energia e trabalho, pelo fato de que os livros didáticos apresentarem apenas as definições conceituais e os alunos apresentavam conceitos relacionados com cotidiano.

Foi possível identificar uma melhora nas concepções dos discentes, em relação aos conceitos envolvidos na construção da máquina térmica.

Pode-se concluir ao final desta pesquisa que o trabalho com atividades experimentais permite uma melhora significativa na compreensão dos conceitos de termoquímica, bem como permite um maior envolvimento dos alunos nas aulas de química.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Nicolas_L%C3%A9onard_Sadi_Carnot;

Acesso no dia: 28/10/2011; 15:13h.

DAMÉLIO, S. **Máquina Térmica**. Produção de Material Didático, Atividades e Experimentos. Alunos da disciplina Produção de Material didático, Licenciatura em Física-IFUSP- Turma: Noturno/2005. No ano 2006.

GIORDAN, M. **EXPERIMENTAÇÃO POR SIMULAÇÃO**. Ensino de Ciências. Texto LAPEQ Nº08; P.1-12; 2003.

GIORDAN, M. **PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**. Química Nova na Escola, Nº10; P. 43-49; 1999.

GUIMARÃES, C. C.; **EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: CAMINHOS E DESCAMINHOS RUMO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**; Química Nova na Escola; Nº3; Volume 31; Agosto de 2009.

MAXIMIANO, F. A.; CANZIAN, R. **ALTERAÇÕES NOS SISTEMAS EM EQUILÍBRIO QUÍMICO: ANÁLISE DAS PRINCIPAIS ILUSTRAÇÕES PRESENTES EM LIVROS DIDÁTICOS**. Departamento de Química Fundamental, Instituto da Química, USP. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília, DF, Brasil; P.1-12; 2010.

MEDINA, N. M.; NISENBAUM, M. A. **A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA**. Sala de leitura; P.4-35; 2009.

MORTIMER, E.F.; AMARAL, L.O; **QUANTO MAIS QUENTE MELHOR (CALOR E TEMPERATURA NO ENSINO DE TERMOQUÍMICA)**; Química Nova na Escola; Nº7; P.30-34; 1998.

NASCIMENTO, C.K.et al. Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, CP 702, 31270-901 Belo Horizonte - MG. **REFLEXÃO SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DA CARNOT À PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.** Química Nova, 513-515, Nº3; Volume 27; P.1-3; 2004.

OLIVEIRA, P.M.C.; DECHOUM, K. **FACILITANDO À COMPREENSÃO DA SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA;** Revista Brasileira de Física; Nº4; Volume 25; P.359-363; 2003.

OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, J. M.; **A ENERGIA E A QUÍMICA;** Química Nova na Escola, Nº8; P.19-21; 1998.

PEQUIS. **QUÍMICA E SOCIEDADE**-Volume único, vários autores. Editora Nova Geração. P.358-386; 2005.

SANTOS, G. **ANÁLISE DO USO DE LABORATÓRIOS DE CIÊNCIAS NAS AULAS DE QUÍMICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA DO AGRESTE SERGIPANO.** V Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”. P.1-12; 2011.

SUART, R. D. C.; MARCONDES, M. E. R.; **A MANIFESTAÇÃO DE HABILIDADES COGNITIVAS EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS NO ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA.** Cien. Cogn. 2009; Vol. 14(1): 50-74.

BUCUSSI, A. A.; **INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE ENERGIA.** Textos de apoio ao professor de Física. Vol 17; n. 3; 2006; ISSN 1807-2763.

7. ANEXO 1

7.1 Questionário Prévio

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROFº ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE QUIMICA
PESQUISA DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESCOLA:

QUESTIONÁRIO

- 1- O que você entende por calor?
- 2- O que você entende por temperatura?
- 3- Escreva um pequeno texto em que aparece a palavra energia?
- 4- Escreva um pequeno texto em que tenha a palavra quente e frio?
- 5- Processo de conversão de energia é a produção de trabalho. O que você entende sobre a palavra trabalho?

8. ANEXO 2

8.1 Pós- Questionário

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROFº ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE QUIMICA
PESQUISA DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESCOLA:

Pós-Questionário

- 1- Explique o funcionamento da máquina térmica que vocês construíram?
- 2- Escreva um pequeno texto usando a palavra Energia?
- 3- Escreva um pequeno texto usando a palavra trabalho?
- 4- Escreva um pequeno texto usando as palavras calor e temperatura?
- 5- Explique o que é um processo reversível?
- 6- Comente sobre a atividade em que foram correlacionados atividades experimentais e conceitos?