

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ANDREI FELLIPE VERÍSSIMO DE LIMA

**ESTUDO EXPERIMENTAL DA CALORIMETRIA ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE UM
CALORÍMETRO CONSTRUÍDO COM MATERIAL DE BAIXO CUSTO**

JOÃO PESSOA – PB

2019

ANDREI FELLIPE VERÍSSIMO DE LIMA

ESTUDO EXPERIMENTAL DA CALORIMETRIA ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE UM
CALORÍMETRO CONSTRUÍDO COM MATERIAL DE BAIXO CUSTO

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus João Pessoa, como requisito para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Emanuel Ferreira de Almeida

JOÃO PESSOA – PB

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

L732e Lima, Andrei Fellipe Veríssimo de.
Estudo experimental da calorimetria através da utilização de um calorímetro construído com material de baixo custo / Andrei Fellipe Veríssimo de Lima. – 2019.
41 f. : il.
TCC (Graduação – Licenciatura em Química) – Instituto Federal da Paraíba / Coordenação do Curso Superior de Licenciatura em Química, 2019.
Orientação : Prof. D.r Francisco Emanuel Ferreira de Almeida.
1. Química experimental – ensino. 2. Calorimetria. 3. Material alternativo – calorímetro. I. Título.

CDU 536

Lucrecia Camilo de Lima
Bibliotecária
CRB 15/132

ANDREI FELLIPE VERÍSSIMO DE LIMA

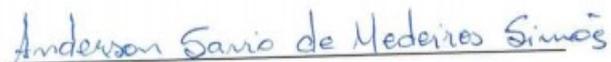
Monografia submetida à aprovação em: 31 / 01 / 2019

Parecer:

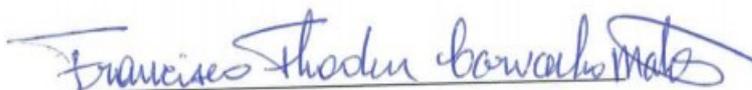
Após discussão o aluno foi considerado
aprovado pela banca examinadora.

Banca:


Prof. Dr. Francisco Emanuel Ferreira de Almeida (orientador)



Prof. Dr. Anderson Sávio de Medeiros Simões (avaliador)



Prof. Dr. Francisco Thadeu Carvalho Matos (avaliador)

João Pessoa

Janeiro de 2019

Dedico este trabalho a minha mãe Andrea e a
minha tia Inês

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Luz que sempre me rodeia, livra-me de todo o mal e me abre tantos caminhos quando eu penso que não há solução. Agradeço a minha mãe por tudo o que fez por mim durante o precioso tempo que estivemos juntos. Tenho certeza de que ela se alegraria com o homem de caráter que me tornei. Agradeço a minha tia Inês e ao meu tio Judson por terem cumprido a árdua missão de concluir a minha criação, pois dei um pouco de trabalho. Agradeço a minha esposa Joelma por estar comigo em todos os momentos, apoiando-me com todo amor e dedicação, além de ser sempre o meu porto seguro de afeto e doçura. Agradeço ao meu orientador Emanuel por todos os ensinamentos e pela paciência que sempre teve comigo durante a minha jornada no IFPB. Agradeço aos amigos Chico e Geórgenes pelos ensinamentos, opiniões, dicas, cervejadas e pelo apoio incondicional, força e amizade sincera das qual fico muito feliz em receber. Sou grato também aos amigos Anderson Sá e Leo por todos esses anos de parceria. Agradeço aos amigos feitos durante a longa jornada no IFPB: Jefferson Santos, Marcus Vinícius, Daniel, Carlos Alberto, Marconi, Joselito, Lucas Caetano, Joab Barbosa, Marcio, Josiane Aguiar, Bruno Enedino, Bruno Vasconcelos, Eliel, Henrique, Clarissa e Mayzza, que me ajudou bastante com o desenvolvimento experimental desse trabalho. Por fim, agradeço a coordenadora do curso Suely Carneiro pela gentileza de sempre e a todos os professores e funcionários do IFPB.

Versos Íntimos

“Vês! Ninguém assistiu ao formidável

Enterro de tua última quimera.

Somente a Ingratidão – esta pantera –

Foi tua companheira inseparável!

Acostuma-te à lama que te espera!

O Homem, que, nesta terra miserável,

Mora entre feras, sente inevitável

Necessidade de também ser fera.

Toma um fósforo. Acende teu cigarro!

O beijo, amigo, é a véspera do escarro,

A mão que afaga é a mesma que apedreja.

Se a alguém causa inda pena a tua chaga,

Apedreja essa mão vil que te afaga,

Escarra nessa boca que te beija!”

(Augusto dos Anjos)

RESUMO

Sabe-se que um recurso indispensável no ensino da disciplina de Química é a experimentação. Porém, uma das problemáticas desse ensino é a ausência de laboratórios nas escolas. A maior parte das escolas no Brasil não dispõe de um espaço físico adequado para a realização de aulas práticas dessa disciplina. Diante deste quadro, o professor deve adequar-se à realidade da escola, buscando estratégias que superem esta problemática. Uma saída é a construção e utilização de equipamentos elaborados com material de baixo custo, que possibilitem o ensino da química com um viés experimental no laboratório ou em sala de aula, fazendo deste último um laboratório alternativo. Diante do exposto, a relevância deste trabalho recai na necessidade dos docentes em adaptar as aulas experimentais de modo a superar as fragilidades encontradas em particular no ensino de ciências. Assim, foi construído um calorímetro alternativo utilizando materiais de baixo custo e de fácil obtenção, como forma de melhorar o nível de aprendizado dos discentes envolvidos na utilização do dispositivo. O calorímetro é um equipamento que nos permite estudar as transferências de energia na forma de calor. Através deste aparelho pode-se determinar, por exemplo, a entalpia de neutralização de reações ácido-base. Com isso, este trabalho foi realizado em duas etapas: a primeira consistiu na montagem, testes de eficiência, determinação da capacidade térmica do equipamento; a segunda versou na determinação da entalpia de neutralização para ácidos e bases e na aplicação experimental para uma turma da disciplina de Físico-química I do curso de Licenciatura em Química do IFPB. Os resultados obtidos nessa pesquisa revelaram um erro experimental para a entalpia de neutralização em relação ao valor teórico na ordem de 6%, estando este valor dentro do esperado sendo bastante satisfatório para um ensaio experimental com um dispositivo alternativo. Com base na montagem efetuada e nos testes realizados comprovou-se que o equipamento pode substituir o calorímetro comercial e pode ser utilizado nas aulas práticas da disciplina de Físico-química I, aproximando, desta forma, teoria e prática através de um processo de fácil execução. No tocante aos resultados obtidos em sala de aula através dos questionários aplicados aos alunos envolvidos na pesquisa, verificou-se que noventa por cento (90%) dos discentes obtiveram um melhor desempenho teórico-experimental fruto da metodologia de experimentação desenvolvida nesse trabalho.

Palavras-Chave: Ensino de Química, Materiais Alternativos, Calorímetro.

ABSTRACT

It is known that an indispensable resource in the Chemistry teaching is experimentation. However, one of the problems related to teaching is the absence of laboratories in schools. Most schools in Brazil do not have adequate physical space for laboratory classes of Chemistry. In this case, the teacher must adapt laboratory techniques to the reality of the school to overcome this problem. An alternative way of doing this is to construct and use equipments made with low cost material that allows the chemistry teaching with an experimental bias in the laboratory or in the classroom that can be used as an alternative laboratory. Focusing in this point of view, the relevance of this work is on the need of teachers to adapt the experimental classes in order to overcome the weaknesses found in particular in science teaching. Thus, an alternative calorimeter was constructed using materials of low cost and easy to obtain, as a way to improve the level of learning of the students involved in the use of the device. The calorimeter is an equipment that allows us to study energy transfers in the form of heat. Through this apparatus one can determine, for example, the enthalpy of neutralization of acid-base reactions of the substances. Furthermore, this work was carried out in two stages: the first was of building, efficiency testing, determining the thermal capacity of the equipment; the second involved the determination of the enthalpy of neutralization for acids and bases and the experimental application in a Physical-Chemistry's class located in IFPB. The results obtained in this research revealed an experimental error for the enthalpy of neutralization in relation to the theoretical value of about 6%, this number was expected to be quite satisfactory once was conducted an experimental test using an non-commercial device. Based on the conducted tests, it was verified that the equipment can replace the commercial calorimeter and can be used in experimental classes of the discipline of Physical Chemistry I, bringing together, in this way, theory and practice through a process of easy execution. Talking about the results obtained in the classroom through the questionnaires applied to the students involved in the research, it was verified that ninety percent (90%) of the students obtained a better theoretical-experimental performance as a result of the experimentation methodology developed in this research.

Keywords: Teaching Chemistry, Alternative Materials, Calorimeter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vídeo aula, YOUTUBE, GEPEC IQ-USP, usando materiais e reagentes de fácil aquisição	17
Figura 2. Esboço do calorímetro.....	22
Figura 3. Calorímetro construído.. ..	25
Figura 4. Desempenho dos alunos no questionário prévio	29
Figura 5. Explicação teórica.	30
Figura 6. Alunos utilizando o equipamento desenvolvido nesse trabalho.	31
Figura 7. Resultado do questionário posterior.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	16
3.2. TERMOQUÍMICA	18
3.3. ENERGIA	18
3.4. UNIDADES DE ENERGIA	19
3.5. SISTEMA E VIZINHANÇA.....	19
3.6. A TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA: CALOR E TRABALHO	19
3.7. A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA	20
3.8. PROCESSOS ENDOTÉRMICOS E EXOTÉRMICOS.....	20
3.9. CALORÍMETRO.....	21
4. METODOLOGIA	22
4.1. MONTAGEM DO CALORÍMETRO	23
4.2. TESTES DE EFICIÊNCIA.....	23
4.2.1. Determinação da capacidade térmica do calorímetro	23
4.2.2. Determinação da entalpia de neutralização.....	24
4.3. CARACTERIZAÇÃO DO UNIVERSO DA PESQUISA	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE TÉRMICA	25
5.1.1. Calculando a capacidade térmica.....	26
5.2. DETERMINAÇÃO DA ENTALPIA DE NEUTRALIZAÇÃO	26

5.2.1. Ácido forte e Base forte	27
5.2.2. Ácido fraco e Base forte.....	28
5.3. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR.....	29
5.4. DESENVOLVIMENTO DA AULA EXPERIMENTAL	29
5.5. DIAGNÓSTICO POSTERIOR	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
APÊNDICE A	36
APÊNDICE B.....	39

1. INTRODUÇÃO

A experimentação no Ensino de Química é de fundamental importância para que os futuros docentes tenham um conhecimento amplo e mais aprofundado sobre os conteúdos abordados em sala de aula, uma vez que os mesmos precisam ter um razoável domínio sobre o conteúdo teórico para que possam desenvolver, de forma satisfatória, a docência ^[1-3]. Existem relatos na literatura que um número considerável de professores não possui habilidade com experimentação que os deixem aptos a avaliar o grau de compreensão de seus alunos em laboratório ^[4]. Isso se deve a vários fatores como a falta de interesse e a falta de capacitação por parte dos professores.

O trabalho a ser desenvolvido tem como finalidade construir, aprimorar e aplicar um calorímetro como uma forma de auxiliar no Ensino de Química em turmas de licenciatura em química através do seguinte questionamento: como a construção e a aplicação de um calorímetro, a partir de materiais de custo acessível, podem influenciar positivamente no aprendizado de discentes do ensino superior?

A escolha do tema teve dois motivos norteadores. O primeiro, aproximar teoria e prática com o cotidiano do estudante como em situações simples, por exemplo, no uso de garrafas térmicas. O segundo é despertar o interesse no estudo experimental-investigativo, através da construção de um dispositivo didático e acessível, o qual desmistifica o pensamento que a experimentação, obrigatoriamente, exige um elevado custo financeiro. Diante do exposto, foi construído um equipamento para a determinação da entalpia de neutralização (pressão constante) de reações ácido-base.

Cabe enfatizar, ainda, que grande parte dos materiais que foram utilizados na confecção do calorímetro é oriunda de objetos reutilizados e/ou reciclados. Fato esse que também desperta no aluno a importância que a reutilização e/ou reciclagem tem para manter o meio ambiente em harmonia ^[5].

Atualmente, ainda é possível perceber grande disseminação do ensino tradicional nas universidades. Essa abordagem de ensino, de uma forma geral, não é atrativa para o estudante. Uma vez que se prende à exposição direta de fórmulas e conceitos, não se preocupando com a aplicação prática da disciplina estudada no cotidiano dos alunos. Diante disso, o ensino tradicional tem acumulado muitas críticas ao longo dos anos, principalmente

pela passividade por parte dos alunos em apenas receber conteúdos e informações repassadas pelos professores, deixando de um ser ativo e racional, assumindo uma postura de guardar informações ^[6].

O bombardeamento de informações, quase sempre, não tem relação alguma com os conhecimentos previamente adquiridos pelos alunos durante o seu processo de vivência e interação com a sociedade. Por outro lado, percebe-se, por parte das instituições formadoras de professores de química, um esforço a fim de formar profissionais que mudem essa maneira tradicional de ensino. Uma das alternativas de mudança é a inclusão da experimentação no ensino de Química. Fazendo-se necessário o auxílio de laboratórios e, principalmente, de equipamentos adequados ^[7].

A experimentação do ensino associa o conteúdo teórico com o que realmente é palpável na prática. O fato de se conhecer, entender e aplicar as teorias potencializa uma melhor qualidade na aprendizagem dos discentes, envolvendo-os com os conteúdos estudados em sala de aula, a fim de que a construção do conhecimento nas disciplinas seja sólida e consistente. As aulas experimentais complementam as informações as quais os alunos, talvez, nunca tiveram acesso. A experimentação no ensino superior pode ter diversas funções como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação de um processo ^[3].

Diante do exposto, a proposta desse trabalho foi à construção e aplicação de um calorímetro, bem como a realização de uma investigação acerca da forma com que a experimentação contribuiu para a aprendizagem dos alunos de uma turma de licenciatura em Química do IFPB, campus João Pessoa, através da construção de um calorímetro para medir o calor de neutralização de uma reação ácido-base. As atividades propostas nesta pesquisa visaram atividades para incentivo do pensamento e da reflexão dos alunos, buscando-se o incentivo, a motivação e a construção do seu conhecimento, bem como uma forma de possibilitar a cooperação e o trabalho em grupo, além de se avaliar não só numa perspectiva quantitativa, mas também a intenção de criar ações que intervenham na relação ensino-aprendizagem.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Construir e aplicar um calorímetro, com material de baixo custo, de modo a promover uma investigação acerca da forma com que a experimentação contribuiu para a aprendizagem dos alunos de uma turma de licenciatura em Química.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar materiais de baixo custo para construção de um calorímetro;
- Aplicar atividades experimentais com matérias de baixo custo;
- Pesquisar nível de aprendizagem de discentes da Licenciatura sobre conceitos da termodinâmica;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

É grande a preocupação em facilitar a assimilação do conteúdo teórico de química buscando atingir um ensino mais envolvido com a prática cotidiana. Para isso, é importante formar professores com esse pensamento sedimentado, para evitar, na medida do possível, métodos antigos e ultrapassados na forma de como ensinar ^[8].

“poucos de nós somos experientes o suficiente para romper drasticamente com nossos velhos hábitos de ensino e aprendizagem. Nós 'internalizamos' as formas tradicionais, a velha arquitetura da transferência de conhecimento, os hábitos autoritários do discurso professora em sala de aula”
^[9].

Visando romper com a forma tradicional e ultrapassada de ensinar, várias estratégias de ensino vêm sendo apresentadas. Dentre estas, pode-se destacar o emprego de aulas experimentais que são componentes fundamentais para a construção do conhecimento e facilitam no processo de ensino-aprendizagem. Apesar da experimentação sempre ter estado presente no ensino de Química, apenas nas últimas décadas despontaram propostas de atividades preocupadas com a formação de conceitos e adequação à realidade de ensino do licenciando, pois, o mesmo necessita de preparo adequado para contextualizar os conteúdos teóricos e experimentais com as aplicações tecnológicas desses temas ^[10].

Associada as aulas experimentais, deve existir uma preocupação de colocá-las em sintonia com a realidade do aluno. Isso pode ser atingido com o uso de métodos simples, de materiais e reagentes de custo e aquisição acessíveis, uma vez que os recursos financeiros podem se mostrar escassos ou insuficientes quando se utiliza de práticas experimentais com equipamentos e práticas modernas que, na maioria das vezes, torna dissociável da relação ensino-aprendizagem ^[10].

Fazendo uma simples busca na internet, é possível observar vários exemplos de vídeo aulas práticas utilizando materiais de fácil aquisição que podem auxiliar professores de química, fato que revela uma crescente preocupação no sentido de possibilitar maiores condições para que sejam realizadas práticas experimentais nesse sentido.

Seguindo esse contexto, o Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEC IQ-USP) desenvolveu com eficiência uma prática de galvanização eletrolítica utilizando materiais simples e de baixo custo: uma moeda, um fio de cobre, um carregador de celular, papel toalha, um béquer de 50 mL, uma palha de aço, uma solução de sulfato de cobre II.

Conforme mostra a figura 1.

Figura 1. Vídeo aula, YOUTUBE, GEPEC IQ-USP, usando materiais e reagentes de fácil aquisição



Fonte: YOUTUBE, disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=jdM78LVN1i8>>, acesso em 02/12/2018.

A Sociedade Brasileira de Química – SBQ também elaborou um livro com diversas experiências de baixo custo para o auxílio no ensino experimental de química. Este livro apresenta uma série de experimentos de baixo custo e fácil execução, os quais são possíveis de serem realizados com materiais encontrados em ambientes diversos. Esses aspectos possibilitam o uso destes experimentos como instrumentos pedagógicos para professores que buscam reformular sua prática docente.

Vale destacar, ainda, que o esforço deve também se estender para os cursos de graduação em Licenciatura, pois se espera que o docente tenha uma formação geral e adequada para a aplicação de conhecimentos pedagógicos na sua atuação profissional como educador.

Essa atuação também pode ter relação direta com aplicações técnicas de laboratório necessárias para o pleno exercício da profissão. É inegável o fato de que um professor de Química deve ter habilidades para desenvolver novas práticas empíricas e que use sua criatividade para desenvolver novos equipamentos em substituição aos comerciais a fim de enriquecer a sua prática pedagógica.

Vejam os que dizem as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de Licenciatura em Química:

O Licenciado em Química deve ter formação generalista, mas sólida e abrangente em conteúdos dos diversos campos da Química, preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de Química e de áreas afins na

atuação profissional como educador na educação fundamental e média. ^[11]

E ainda:

Com relação ao ensino de Química

- Refletir de forma crítica a sua prática em sala de aula, identificando problemas de ensino/aprendizagem.
- Compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade.
- Saber trabalhar em laboratório e saber usar a experimentação em Química como recurso didático.
- Possuir conhecimentos básicos do uso de computadores e sua aplicação em ensino de Química.
- Possuir conhecimento dos procedimentos e normas de segurança no trabalho.
- Conhecer teorias psicopedagógicas que fundamentam o processo de ensino-aprendizagem, bem como os princípios de planejamento educacional.
- Conhecer os fundamentos, a natureza e as principais pesquisas de ensino de Química.
- Conhecer e vivenciar projetos e propostas curriculares de ensino de Química.
- Ter atitude favorável à incorporação, na sua prática, dos resultados da pesquisa educacional em ensino de Química, visando solucionar os problemas relacionados ao ensino/aprendizagem ^[11].

3.2. TERMOQUÍMICA

A termoquímica é a parte da química que estuda a troca de energia, na forma de calor, em reações químicas e em processos físicos ^[12].

3.3. ENERGIA

Pode-se definir energia como a capacidade de transferir calor ou realizar trabalho, ou seja, realizar algum deslocamento sob a ação de uma força, sendo todos os tipos de energia capazes de realizar trabalho ^[12].

3.4. UNIDADES DE ENERGIA

A unidade para medir a energia no Sistema Internacional de Unidades é o Joule (J), porém como 1J ($1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$) corresponde a uma quantidade muito pequena dessa grandeza, utiliza-se o quilojoule (KJ), que corresponde a $1 \times 10^3 \text{ J}$, para expressar a quantidade de energia envolvida nas reações químicas.

Existe, também, outra unidade de energia que não está no Sistema Internacional, mas que é bastante utilizada para medir a quantidade de energia envolvida nas reações químicas: a caloria (cal), a qual corresponde a quantidade de energia necessária para elevar em 1°C a temperatura de 1g de água.

3.5. SISTEMA E VIZINHANÇA

Chamamos de sistema uma parte isolada do universo sobre a qual nos debruçamos para realizar algum tipo de estudo. Tudo que está fora do sistema é chamado de vizinhança. O sistema pode ser aberto, fechado ou isolado. O sistema é aberto quando o mesmo pode trocar matéria e energia com a vizinhança, dizemos que o sistema é fechado quando não existe troca de matéria entre o mesmo e a vizinhança, porém há troca de energia. O sistema é isolado quando não há troca de matéria nem de energia com a vizinhança^[13].

3.6. A TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA: CALOR E TRABALHO

A energia é transferida de duas maneiras gerais: para causar o movimento de um objeto contra uma força ou para causar uma mudança de temperatura. A energia empregada para fazer um corpo se movimentar contra a ação de uma força é chamada de trabalho. Assim, ao movermos um corpo contra a ação da força da gravidade, estamos realizando um trabalho (w) de maneira que esse trabalho pode ser calculado utilizando o produto escalar entre a força (\vec{F}) e o deslocamento (\vec{d}). Matematicamente, teremos:

$$w = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

Vimos a primeira forma de transmissão de energia, que é o trabalho. Vamos ver agora a segunda maneira que a energia pode ser transmitida, que é na forma de calor. O calor é uma energia em trânsito, a qual está sendo transferida do corpo de maior temperatura para o

de menor temperatura para que as temperaturas se igualem, ou seja, atinja-se o que se chama de equilíbrio térmico. Uma reação de combustão de um pedaço de madeira, por exemplo, libera energia na forma de calor que pode ser utilizado para aquecer um indivíduo próximo a uma lareira em um dia frio, por exemplo. Se pensarmos a reação como sendo o sistema e o indivíduo próximo como a vizinhança, podemos dizer que o calor está sendo transferido do sistema para a vizinhança^[18].

3.7. A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

A primeira lei da termodinâmica fala sobre a conservação da energia, ou seja, qualquer energia perdida pelo sistema é aproveitada pela vizinhança e vice-versa. Para entendermos quantitativamente essa lei, precisamos introduzir um conceito importante chamado energia interna (U).

A energia interna é a soma de todas as energias do sistema (energia cinética, energia potencial, energia de rotação e de vibração das moléculas, leva em consideração também energias do núcleo de cada átomo e dos seus elétrons). Não é possível fazer o cálculo direto da energia interna de um sistema, pois seria muito complexo levar em consideração todas essas energias mencionadas anteriormente, porém é possível calcular a variação dessa energia interna (ΔU).

A variação dessa energia interna pode ser calculada justamente utilizando o princípio da conservação da energia expresso pela primeira lei da termodinâmica, o qual diz que essa variação de energia é a soma do calor retirado ou adicionado no sistema com o trabalho feito pelo mesmo ou sob o mesmo. Podemos observar a primeira lei da termodinâmica na equação abaixo^[18].

$$\Delta U = q + w$$

3.8. PROCESSOS ENDOTÉRMICOS E EXOTÉRMICOS

Processos endotérmicos são aqueles em que o sistema absorve calor, ou seja, o calor entra no sistema. Na fusão do gelo colocado em um refresco, por exemplo, o calor sai da vizinhança para dentro do sistema. Podendo ser verificado colocando-se a mão sobre o recipiente no qual esse processo acontece.

Processos exotérmicos são aqueles nos quais o calor sai do sistema, ou seja, o sistema libera calor. Na dissolução de um ácido em água acontecendo em um béquer, por exemplo, o calor sai do sistema em direção vizinhança. Esse fato pode ser comprovado colocando-se a mão sobre o béquer^[18].

Podemos definir a capacidade calorífica (C) como a razão entre o calor fornecido (q) e a variação de temperatura que ele provoca (ΔT):

$$C = \frac{q}{\Delta T}$$

Assim sendo, podemos dizer que quanto maior for a capacidade calorífica (C) de uma substância maior terá que ser o calor fornecido a mesma para provocar mudança de temperatura.

3.9. CALORÍMETRO

O calorímetro é um equipamento que nos permite estudar as transferências de energia na forma de calor que pode ser definido como “um recipiente onde ocorre um processo físico ou químico, um termômetro e um banho de água circundante”. Através deste aparelho pode-se determinar, por exemplo, a entalpia de neutralização de reações ácido-base das substâncias. Substâncias ácidas e básicas estão presentes no nosso dia a dia e o estudo dessas reações é bastante comum em Química:

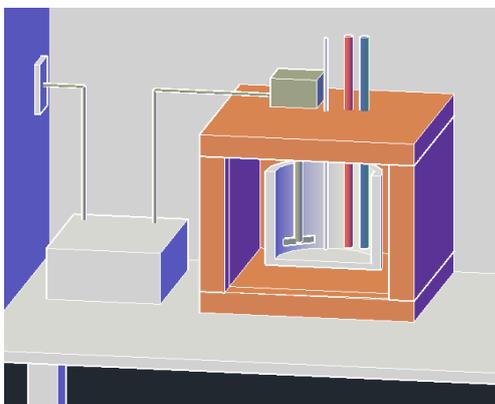
Os calorímetros são sistemas isolados, classificados de acordo com as trocas térmicas. O calorímetro construído nesta pesquisa se aproximou de um sistema adiabático, ou seja, quando não há troca de calor entre o sistema e o ambiente. Ao utilizar o termo “aproximou” significa dizer que não há um sistema adiabático perfeito^[13].

4. METODOLOGIA

A pesquisa apresentou uma abordagem qualitativo-quantitativa, a qual “se desenvolve numa situação natural; é rica em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada”. Bem como apresenta uma abordagem quantitativa que “caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas”^[14].

Para um melhor desenvolvimento da construção do calorímetro, foi realizado um estudo sobre calorimetria, leis da termodinâmica, condutividade térmica dos materiais e entalpia de neutralização. Estes conteúdos químicos estão inseridos, também, na disciplina de Físico-Química. Em seguida, realizou-se uma pesquisa prévia de quais materiais seriam necessários para a construção do equipamento. Especificamente para o Calorímetro foi necessário utilizar materiais isolantes (baixa condutividade térmica), uma vez que estamos trabalhando com um sistema, em tese, isolado termicamente. Uma vez obtidos os materiais, procedeu-se com a montagem do equipamento, seguindo o esquema da Figura 2.

Figura 2. Esboço do calorímetro.



Fonte: própria (2018)

Os materiais utilizados na construção do Calorímetro Alternativo foram: Madeira, Isopor, Poliuretano, Recipiente de vidro, Papel alumínio/emborrachado, Parafusos, Tubos PVC, Seringas, Termômetro, Motor Elétrico e Tinta branca (spray).

4.1. MONTAGEM DO CALORÍMETRO

A parte externa do calorímetro é uma caixa de madeira como base, que foi construída especificamente para este fim, e suas medidas são 173 mm x 127 mm, e uma tampa de madeira. Para o sistema de isolamento (parte interna) utilizou-se uma caixa de isopor e espuma de poliuretano. O recipiente interno onde se depositou os reagentes é um vidro de maionese reutilizado, envolto por papel alumínio. Na tampa, foram realizados furos para colocar o termômetro, os tubos de PVC onde serão introduzidos os reagentes com o auxílio das seringas, e o motor que foi adaptado para atuar como agitador mecânico.

De início, envolveu-se o vidro com papel alumínio e colocou-se na caixa de isopor. Em seguida, preencheu-se com a espuma de poliuretano. Pintou-se a caixa de madeira e a tampa, e depois se colocou o isopor. Já na tampa usou-se emborrachado na parte interna; na parte externa colocou-se o termômetro, o agitador e os tubos. Após a montagem, foram realizados dois testes de eficiência no Calorímetro para verificar a funcionalidade do equipamento: determinação da capacidade térmica e determinação da entalpia de neutralização. Os roteiros utilizados nesta pesquisa foram adaptados do estudo realizado pelos autores Assumpção e colaboradores^[15].

4.2. TESTES DE EFICIÊNCIA

4.2.1. Determinação da capacidade térmica do calorímetro

Procedimento: mediu-se a temperatura do calorímetro (T_c). Em seguida, aferiu-se 150 mL de água destilada a temperatura ambiente. Anotou-se a temperatura (T_f), adicionou-se a água no calorímetro e fechou-se o sistema. Posteriormente, aqueceu-se 150 mL de água destilada até atingir 50°C (T_q), adicionou rapidamente a água quente no calorímetro através das seringas, verificou-se a temperatura a cada 30 segundos até atingir o equilíbrio (T_e) e se calculou a capacidade térmica do calorímetro. O cálculo da capacidade térmica foi realizado através da equação $q = C \cdot (T_f - T_i)$, para $C = m \cdot c$, onde: q = calor transferido; C = capacidade térmica; T_f e T_i = temperaturas final e inicial; m = massa; c = calor específico da substância. Uma vez que a quantidade de calor cedido pela água quente é igual à quantidade de calor recebido pelos componentes do sistema (considerando desprezível qualquer perda de calor para o ambiente), pode-se dizer que q (total) é igual à zero. Portanto: q (água fria) + q (água quente) + q (calorímetro) = 0^[16].

4.2.2. Determinação da entalpia de neutralização

Reagentes: soluções de ácido clorídrico ($\text{HCl}_{(\text{aq})}$), ácido acético ($\text{H}_3\text{CCOOH}_{(\text{aq})}$) e hidróxido de potássio (KOH), em concentrações $1,5 \text{ mol.L}^{-1}$. Para a determinação da entalpia, realizaram-se dois procedimentos: primeiro, com o ácido clorídrico e o hidróxido de potássio (ácido forte e base forte) e o segundo com o ácido acético e o hidróxido de potássio (ácido fraco e base forte).

Procedimento: mediu-se 100 mL de cada solução (ácido e base), pesou-se em um béquer cada solução e anotou-se sua massa. Adicionou-se a solução básica no calorímetro, fechou-se o sistema e aguardou até atingir o equilíbrio ($T_c + T_b$). Anotou-se temperatura, anotou-se a temperatura da solução ácida (T_a) e adicionou-se a solução ácida no calorímetro através das seringas. Em seguida, ligou-se o agitador e se observou a temperatura máxima (T_e).

O cálculo da entalpia de neutralização será realizado através da equação $\Delta H = - [q (\text{calorímetro}) + q (\text{sol. Ácida}) + q (\text{sol. Básica})] / n$ (ácido ou base), onde: ΔH = variação da entalpia; q = calor transferido; n = número de mols ^[16].

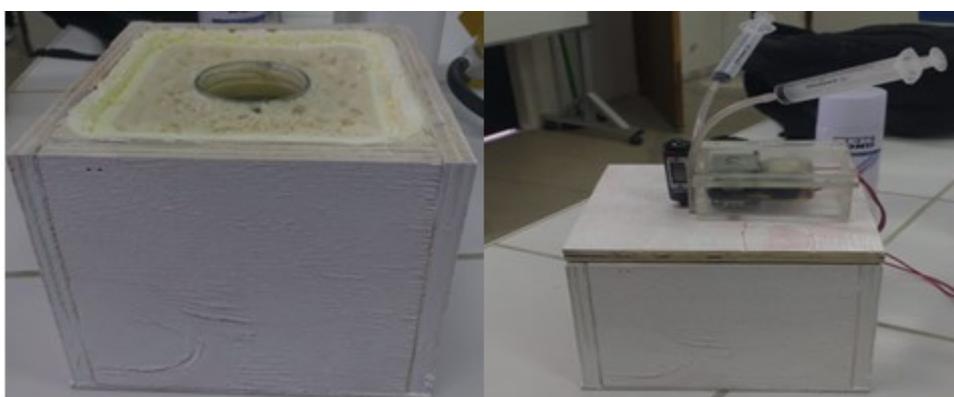
4.3. CARACTERIZAÇÃO DO UNIVERSO DA PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido no campus João Pessoa- IFPB, no laboratório do curso de Licenciatura em Química. A pesquisa foi direcionada aos discentes da disciplina de Físico-Química I do curso de Licenciatura em Química, do Campus João Pessoa. No total, participaram da pesquisa dez alunos e estes foram submetidos a dois encontros, nos quais foram aplicados dois questionários, uma aula expositiva e uma aula experimental. O presente estudo teve caráter quantitativo, pois se enquadra na descrição do autor Fonseca, como pesquisa de raciocínio dedutivo, com resultados que podem ser quantificados e utilizados como retrato real de toda a população através da amostra, considerando a realidade apenas através de dados brutos recolhidos por instrumentos padronizados e neutros ^[17].

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para montagem deste equipamento realizou-se um estudo prévio de outros exemplos de calorímetros alternativos, sendo o equipamento deste trabalho aperfeiçoado a fim de se obter um resultado mais preciso. A construção do dispositivo ocorreu de forma prévia na disciplina de Laboratório de Materiais Alternativos II. A Figura 3 mostra o equipamento construído.

Figura 3. Calorímetro construído.



Fonte: própria (2018)

A seguir, estão elencados os resultados referentes à determinação da Capacidade Térmica do Calorímetro e à determinação da Entalpia de Neutralização.

5.1. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE TÉRMICA

A transferência de energia na forma de calor faz com que a temperatura de uma substância varie. Esta variação de temperatura da substância que absorve ou libera certa quantidade de energia é denominada capacidade térmica, $C = \frac{q}{\Delta T}$. Portanto, é preciso conhecer a capacidade térmica do calorímetro para determinar o calor liberado nas reações de neutralização. Esse procedimento consiste em aquecer o sistema e observar a variação de temperatura.

Para a determinação da capacidade térmica foi realizado o teste em triplicata. Os valores médios estão descritos abaixo.

Considerando-se que:

Densidade da água a 50 °C = 0,986 g mL⁻¹

Densidade da água a 25 °C = 0,997 g mL⁻¹

Temos:

Massa da água fria (150 mL . 0,997 g mL⁻¹) = 149,8 g

Massa da água quente (150 mL . 0,986 g mL⁻¹) = 147,9 g

Temperatura do calorímetro (T_c) = 24,0 °C

Temperatura da água fria (T_f) = 26,0 °C

Temperatura da água quente (T_q) = 50,0 °C

Temperatura equilíbrio (calorímetro + água fria + água quente) (T_e) = 31,1 °C

Capacidade calorífica da água (c) = 4,18 J/g °C

5.1.1. Calculando a capacidade térmica

$$q(\text{calorímetro}) + q(\text{água fria}) + q(\text{água quente}) = 0$$

$$C \cdot (T_e - T_c) + m(\text{água quente}) \cdot c \cdot (T_e - T_q) + m(\text{água fria}) \cdot c \cdot (T_e - T_f) = 0$$

$$C \cdot (31,1 - 24,0) + 147,9 \cdot 4,18 \cdot (31,1 - 50) + 149,8 \cdot 4,18 \cdot (31,1 - 26,0) = 0$$

$$\text{Capacidade térmica do calorímetro} = 119,59 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

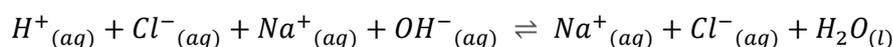
5.2. DETERMINAÇÃO DA ENTALPIA DE NEUTRALIZAÇÃO

Em 1887, Arrhenius propôs que em soluções eletrolíticas existe um equilíbrio entre as moléculas não dissociadas de um soluto e os íons que delas provêm pela dissociação eletrolítica. “Os ácidos e as bases fortes sendo quase que totalmente dissociados, sua interação era, em todos os casos, equivalente a $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, explicando assim a constância do valor da entalpia de neutralização dos mesmos”.

A entalpia de neutralização, reação ácido-base, é definida como o calor liberado

durante a neutralização de uma solução diluída de ácido por uma solução diluída de base. Segundo Arrhenius, essa entalpia de neutralização é sempre igual a $-55,84 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, a 2°C ^[16].

Ao calcularmos o ΔH da reação de neutralização entre o $\text{HCl}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)}$, a partir das entalpias de formação, temos:



$$\Delta H_r = \sum H_f(p) - \sum H_f(r)$$

$$\Delta H_r = \{H_f(\text{Na}^+_{(aq)}) + H_f(\text{Cl}^-_{(aq)}) + H_f(\text{H}_2\text{O}_{(l)})\} - \{H_f(\text{H}^+_{(aq)}) + H_f(\text{Cl}^-_{(aq)}) + H_f(\text{Na}^+_{(aq)}) + H_f(\text{OH}^-_{(aq)})\}$$

$$\Delta H_r = \{(-240,12) + (-167,16) + (-285,83)\} - \{(0) + (-167,16) + (-240,12) + (-229,99)\}$$

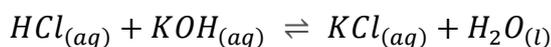
$$\Delta H_r = -55,84 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

* H_f é a entalpia de formação; ΔH é a variação da entalpia de neutralização da reação.

A reação de neutralização é um processo exotérmico (libera calor), e quando ocorre em um sistema adiabático, a temperatura do sistema se eleva. Em resumo, a variação de entalpia (ΔH) é negativa.

Para a determinação da entalpia de neutralização ácido-base temos os seguintes dados:

5.2.1. Ácido forte e Base forte



Massa do hidróxido de potássio = 106,86 g

Massa do ácido clorídrico = 102,38g

Temperatura da base (T_b) + Temperatura do calorímetro (T_c) = 26,5 °C

Temperatura do ácido (T_a) = 26,4 °C

Temperatura de equilíbrio (temperatura máxima observada) (T_e) = 35,4 °C

n_{OH} (base) = 0,15 mol

Capacidade calorífica da água (c) = 4,18 J/g °C (considera-se a capacidade calorífica da água, pois os reagentes, ácido e base, estão em solução).

A) Calculando a entalpia de neutralização:

$$\Delta H = - [q (\text{calorímetro}) + q (\text{sol. Ácida}) + q (\text{sol. Básica})] / n (\text{ácido ou base})$$

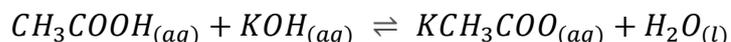
$$\Delta H = - [C \cdot (T_e - T_c) + m (\text{sol. Ácida}) \cdot c \cdot (T_e - T_a) + m (\text{sol. Básica}) \cdot c \cdot (T_e - T_b)]$$

/ n_{OH}

$$\Delta H = - [119,59 \cdot (35,4 - 26,5) + 102,38 \cdot 4,18 \cdot (35,4 - 26,4) + 106,86 \cdot 4,18 \cdot (35,4 - 26,5)] / 0,15$$

$$\Delta H = - 59,3 \text{ kJ/mol}$$

5.2.2. *Ácido fraco e Base forte*



Massa do hidróxido de potássio = 107,38 g

Massa do ácido acético = 95,37g

Temperatura da base (T_b) + Temperatura do calorímetro (T_c) = 26,2 °C

Temperatura do ácido (T_a) = 26,4 °C

Temperatura de equilíbrio (temperatura máxima observada) (T_e) = 34,4 °C

n_{OH} (base) = 0,15 mol

Capacidade calorífica da água (c) = 4,18 J/g °C (considera-se a capacidade calorífica da água, pois os reagentes, ácido e base, estão em solução).

A) Calculando a entalpia de neutralização

$$\Delta H = - [q (\text{calorímetro}) + q (\text{sol. Ácida}) + q (\text{sol. Básica})] / n (\text{ácido ou base})$$

$$\Delta H = - [C \cdot (T_e - T_c) + m (\text{sol. Ácida}) \cdot c \cdot (T_e - T_a) + m (\text{sol. Básica}) \cdot c \cdot (T_e - T_b)]$$

/ n_{OH}

$$\Delta H = - [119,59 \cdot (34,4 - 26,2) + 95,37 \cdot 4,18 \cdot (34,4 - 26,4) + 107,38 \cdot 4,18 \cdot (34,4 - 26,2)] / 0,15$$

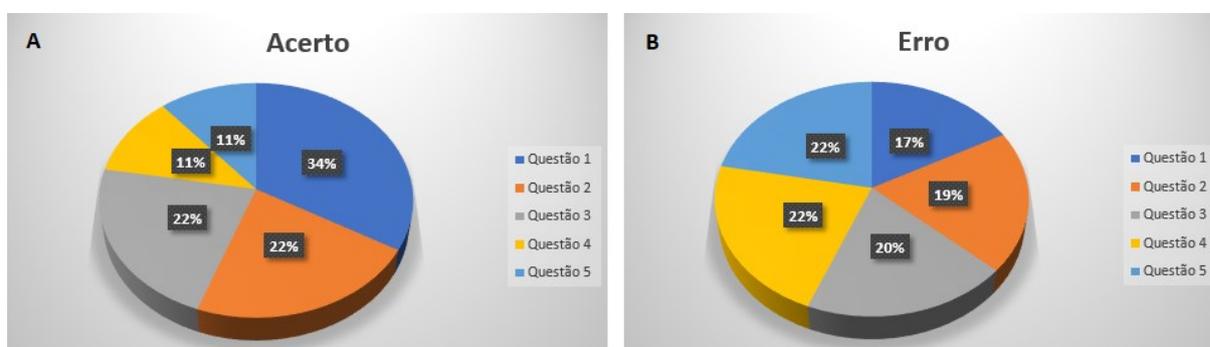
$$\Delta H = - 52,4 \text{ kJ/mol}$$

Com base nos resultados obtidos, comprovou-se que o equipamento substituiu o calorímetro comercial e permite o estudo da Termoquímica nas aulas, uma vez que, baseando-se na teoria, o erro experimental da entalpia de neutralização em relação ao valor teórico ficou em torno de 6% em ambos os testes, possibilitando o estudo da teoria de maneira prática e de fácil execução.

5.3. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

No primeiro contato com os alunos da disciplina de Físico-química I, foi entregue um questionário preliminar que abordava, em geral, os conceitos básicos sobre a temática da disciplina. Desde perguntas mais simples (conceituais) até questionamentos mais bem elaborados sobre equipamentos e leis da termodinâmica. O desempenho da turma variou de acordo com a figura 4:

Figura 4. Desempenho dos alunos no questionário prévio



A figura 4(A) representa a quantidade, em porcentagem, dos alunos que acertaram cada um dos questionamentos feitos previamente. Já a figura 5(B) mostra, também em porcentagem, a quantidade de alunos que erraram os questionamentos realizados.

Analisando e correlacionado os dados da figura 5, podemos observar que o conhecimento prévio dos discentes estava um tanto quanto distante da teoria, uma vez que a maioria não conseguiu acertar as questões 1 e 2 (de nível fácil). Entretanto, podemos perceber que, dentre as questões presentes, as mesmas foram as que obtiveram o maior número de acertos. Já em relação a questão difícil (5), observa-se que há, também, um alto índice de erro. No que concerne as questões com grau de dificuldade mediana (3 e 4), o desempenho também foi baixo, porém melhor que em relação à questão difícil e menor que as questões fáceis.

5.4. DESENVOLVIMENTO DA AULA EXPERIMENTAL

A aula experimental foi dividida em dois momentos: no primeiro momento, que teve duração de cinquenta minutos, foi feita uma explanação teórica (Figura 6) sobre o conteúdo termoquímica, para que os discentes pudessem ter uma visão mais aprofundada

sobre o que seria feito durante o procedimento experimental. Em um segundo momento, que teve duração igual ao primeiro encontro, foi feita a medição da entalpia de neutralização ácido-base usando o calorímetro desenvolvido com os materiais de baixo custo, desenvolvido nesse trabalho.

Figura 5. Explicação teórica.



Fonte: própria (2018)

Fazendo-se um resumo sobre os dois momentos, podemos concluir que o primeiro momento foi bastante proveitoso, pois houve uma intensa participação dos alunos tirando dúvidas e se mostrando muito receptivos em relação aos conhecimentos abordados nessa etapa inicial. Já no segundo momento (parte experimental), o qual também se mostrou muito satisfatório, os discentes participaram ativamente do procedimento experimental fazendo medições e manuseando o equipamento (figura 6).

Figura 6. Alunos utilizando o equipamento desenvolvido nesse trabalho.

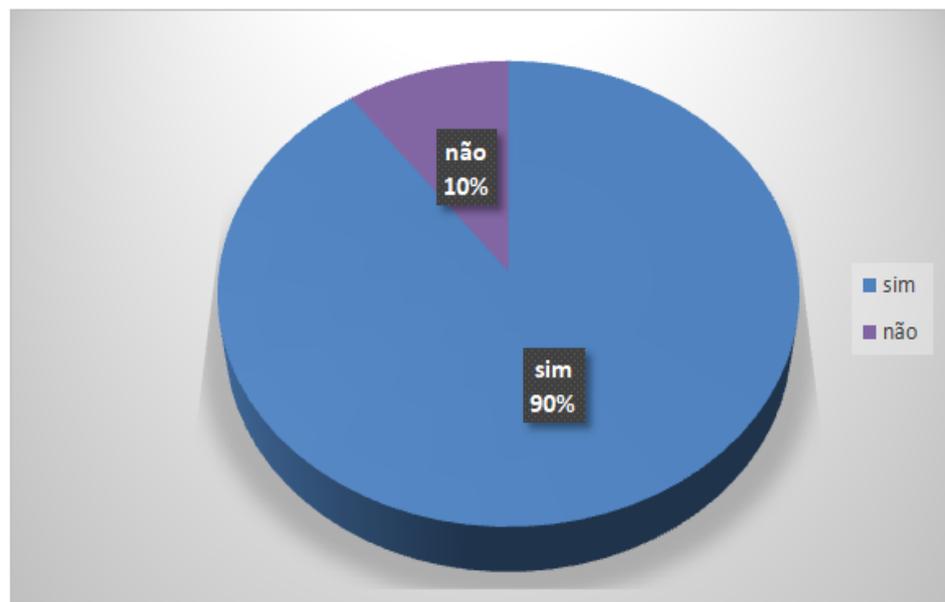


Fonte: própria (2018)

5.5. DIAGNÓSTICO POSTERIOR

No questionário posterior, foram feitas perguntas aos discentes sobre se o dispositivo criado por esse trabalho e a aula exposta ajudaram na formação dos mesmos como futuros docentes e se os mesmos seriam capazes de reproduzir este equipamento para futuras utilizações em suas aulas. Em relação à construção os discentes sentiram-se motivados e todos foram unânimes em revelar a sua capacidade de construir o dispositivo apresentado. Em relação ao questionamento feito sobre a formação docente o resultado estar representado na figura 8.

Figura 7. Resultado do questionário posterior.



Diante desse dado é possível concluir que o dispositivo criado, por esse trabalho, e a aula exposta foram de suma importância na obtenção de conhecimento para esses alunos. Assim sendo, eles se sentiram aptos a reproduzir o dispositivo e revelaram que houve uma significativa melhora nos seus conhecimentos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi desenvolvido no intuito de observar e analisar os efeitos causados, dentro de uma turma da disciplina de físico-química I do IFPB campus João Pessoa, quando submetida a aula experimental em conjunto com o dispositivo criado nesse trabalho. Foi possível perceber que o uso de outros experimentos é pouco utilizado pelos professores no ensino superior, entretanto seu uso é de extrema importância para o ensino-aprendizagem como foi visto nas análises dos resultados.

Através do uso de equipamentos de baixo custo, é possível permitir mudanças significativas no nível de aprendizado dos alunos e futuros docentes. A pesquisa tem como consequência uma ampliação do universo, na maioria das vezes restrito, dos discentes da disciplina de físico-química I quando se propõe a propor intervenções significativas na forma como essa disciplina vem sendo ministrada na atualidade. Além disso, é possível observar que o dispositivo criado com materiais de baixo custo também se mostra muito eficaz ao despertar no futuro docente a ânsia em criar algo novo e palpável na sua futura vida profissional e que mude a visão dos seus futuros alunos.

Apesar dos resultados muito otimistas apresentados nessa pesquisa, ainda há um longo caminho a ser trilhado na busca por metodologias assertivas na formação dos futuros docentes, uma vez, como já foi dito, que há uma enorme lacuna nessa esfera de pesquisa. A experimentação não é a única forma de demonstrar mudanças didáticas, cabe a cada professor saber a realidade de sua turma e tentar abordar técnicas que viabilize um melhor desempenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] - GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências, *Quím. Nova na Escola*, v. 10, p. 43-49, 1999.
- [2] - GUIMARÃES, C. C. 2009. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Quím. Nova na Escola*, v. 31, p. 3, 2009.
- [3] - FERREIRA, L. H, HARTWIG, D. R e OLIVEIRA, R. C. 2010. Ensino Experimental de Química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Quím. Nova na Escola*, v. 32, p. 2, 2010.
- [4] - YOUNG, I. A. Teaching the scientific method in college general chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 34, p. 238-239, 1957.
- [5] - MOZETO, A. A.; JARDIM, W. F. A química ambiental no brasil. *Quím. Nova na Escola*, v. 25, p. 7-11, 2002.
- [6] - NUNES, A. S.; ADORNI, D.S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.
- [7] - BRIGHENTE, M. F.; MESQUIDA, P. Paulo Freire: da denúncia da educação bancária ao anúncio de uma pedagogia libertadora. *Pro-Posições*, v. 27, p. 155-177, 2016.
- [8] -ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M.; WEBER, K. C.; MELLO, P. H.; GAMBARDELLA, M. T. P.; ALBÉRICO B. F. S. O Show da Química: Motivando o Interesse Científico. *Quím. Nova*, v. 29, p. 173-178, 2006.
- [9] - FREIRE, P; SCHOR, I. Medo e Ousadia: o cotidiano do professor, única edição, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- [10] - SATO, M. S. A aula de laboratório no ensino superior de química. Dissertação de mestrado, USP, São Carlos, 2011.
- [11] – BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de química. Brasília 2001.
- [12] - ATKINS, P.W.; JONES, Loretta. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente, 3ªed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- [13] -RUSSEL, J.B. Química Geral, 2ª ed. Vol. 2. São Paulo: Makron Books, 1994.
- [14] -LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Metodologia Científica,4ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- [15] - ASSUMPÇÃO, M. H. M. T.; WOLF, L. D.;BONIFÁCIO, V. G.;FATIBELLO-FILHO, O. Construção de um calorímetro de baixo custo para a determinação de entalpia de neutralização. *Eclética Química*, v. 35, p. 63-69, 2010.

[16] - ATKINS, P. W.; PAULA, J. Físico-química, 8^a. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

[17] - FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UECE, 2002.

[18] - BROWN, T. L.; JR, H. E. L.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. Química a ciência central, 13^a ed. São Paulo: Pearson, 2005.

APÊNDICE A

Questionário de Sondagem aplicado com os alunos da disciplina de Físico-química I do Curso de Licenciatura em química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *campus* João Pessoa, previamente às aulas.



Licenciando: Andrei Fellipe Veríssimo de Lima

Disciplina: Físico - Química I

Duração da aula: 50 min

QUESTIONÁRIO DE SONDAAGEM

Por favor, não escreva o seu nome nesse questionário.

1. Constantes relacionadas aos materiais ou substâncias são sempre importantes quando se necessita desenvolver um determinado projeto ou a criação de um dispositivo para aplicação em aulas experimentais. Assim sendo, você seria capaz diferenciar as constantes calor específico, capacidade e condutividade térmica? Justifique a sua resposta

() sim () não

2. O tipo de técnica e os equipamentos utilizados no estudo da calorimetria dependem da natureza do processo em estudo. Para muitas reações, como as que ocorrem em solução, é fácil controlar a pressão para que a variação de entalpia seja medida diretamente. Ante o exposto, existe diferença entre um calorímetro e uma bomba calorimétrica? Justifique a sua resposta.

() sim () não

3. Durante o curso de Físico - Química, faz-se o estudo das leis da termodinâmica, as quais são muito importantes para a compreensão de fenômenos que ocorrem em equipamentos como, por exemplo a bomba calorimétrica. Você sabe qual ou quais as leis da termodinâmica que norteiam o funcionamento desse equipamento? Justifique a sua resposta.

() sim () não

4. A entalpia de neutralização tem importância fundamental no estudo termodinâmico, pois, através dela, pode-se saber e agrupar esses valores para consulta **de processos reativos**. Um químico, usando os métodos e equipamentos adequados, pode quantificar a energia na forma de calor envolvida em uma reação entre um ácido forte e uma base forte que ocorre em soluções aquosas diluídas. Diante do exposto, existe alguma diferença na entalpia de neutralização dependendo do ácido ou da base utilizada? Justifique a sua resposta.

() sim () não

5. Para realizar a medição da entalpia de neutralização em um calorímetro é necessário saber a capacidade térmica do mesmo. Você sabe como fazer a aferição dessa capacidade térmica? Justifique a sua resposta.

() sim () não

APÊNDICE B

Questionário Pós-Experimentação aplicado com os alunos da disciplina de Físico-química I do Curso de Licenciatura em química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *campus* João Pessoa, previamente às aulas.



Licenciando: Andrei Fellipe Veríssimo de Lima

Disciplina: Físico - Química I

Duração da aula: 50 min

QUESTIONÁRIO PÓS EXPERIMENTAÇÃO

Por favor, não escreva o seu nome nesse questionário.

1. Diante da aula experimental e das demonstrações envolvendo a construção do equipamento utilizado, você seria capaz de produzir esse dispositivo, com material de baixo custo, para sua utilização em escolas que venham a não ter o mesmo?

() sim () não

Por que da sua resposta?

2. Você é capaz de relacionar o procedimento experimental com os conteúdos associados à Termodinâmica Química?

() sim () não

Por que da sua resposta?

3. Você é capaz de mencionar quais grandezas associadas à termoquímica estão presentes no estudo desenvolvido experimentalmente?

() sim () não

Se sua resposta for sim, quais são essas grandezas?

4. As atividades experimentais realizadas auxiliaram na sua aprendizagem e na sua formação como futuro docente? Por quê?

() sim () não

5. Diante da temática envolvendo a realização de aulas experimentais, como você avalia a criação de dispositivos elaborados com materiais de baixo custo em substituição a equipamentos comerciais?
