

ESTUDO EXPERIMENTAL SOBRE O EQUILÍBRIO TÉRMICO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE CALORÍMETROS

Márcia Rejane dos Santos Gomes Maia¹

Maria Uilhiana Gomes de Andrade²

Marlúcia de Aquino Pereira³

RESUMO

Este trabalho apresenta um relato de experiência sobre o desenvolvimento de uma atividade experimental na disciplina de Laboratório de Fluidos e Termodinâmica da grade curricular do curso de Licenciatura em Física pelo IFRN-campus Santa Cruz. O presente trabalho descreve uma experiência envolvendo dois calorímetros com fabricações diferentes, o primeiro calorímetro utilizado é industrial, e o segundo é de confecção caseira, e o objeto de estudo foram dois corpos de água, um frio e um quente, em recipientes separados, em seguida, ambos foram misturados com intuito de se averiguar a temperatura de equilíbrio quando os dois corpos atingem a mesma temperatura, visando discutir conceitos de transferência de calor, equilíbrio térmico e eficiência do calorímetro na prática. A eficiência dos calorímetros foi quantificada através de uma equação que calcula a capacidade do dispositivo em reter o calor e minimizar as perdas para o ambiente externo durante o experimento, determinando o quão próximo o valor obtido no experimento está do valor teórico, onde, o valor teórico é determinado pela equação fundamental da calorimetria. Os resultados constaram que no calorímetro industrial a temperatura de equilíbrio foi de 35 °C, e o valor teórico foi de 36,4 °C, houve uma diferença entre o valor obtido experimentalmente e o valor teórico, o erro percentual foi 3,84%, enquanto o segundo calorímetro, de confecção caseira, a temperatura experimental de equilíbrio equivaleu a 37°C, e o valor teórico obtido foi de 36,25 °C também houve diferença entre o valor experimental e o teórico, e o erro percentual foi de 2%. Logo, o calorímetro de fabricação industrial apresentou um erro percentual maior comparado ao calorímetro fabricado com materiais de baixo custo. Espera-se que o presente material contendo as etapas, conceitos e equações possa servir de inspiração para que outros profissionais possam aplicar o experimento em sala de aula.

Palavras-chaves: Ensino de Física, Ensino de Ciências, Calorimetria, Atividade Experimental.

INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta a descrição e comparação experimental de dois calorímetros que demonstram a teoria da calorimetria, embora apresentem a demonstração experimental da mesma teoria, ambos são distintos, o primeiro experimento analisado é um calorímetro de fabricação industrial (alto custo), o segundo experimento analisado é um calorímetro de fabricação caseira (baixo custo).

A explicação sobre o conceito de equilíbrio térmico de duas ou mais substâncias com temperaturas diferentes ficou conhecida por muito tempo como calórico, para este conceito

¹ Doutoranda do Curso de Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, rejanemaia8@gmail.com;

² Mestra do Curso de Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, uilhiana.andrade@gmail.com

³ Doutoranda do Curso de Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, marlucia1102@gmail.com;

dizia-se que quanto maior fosse a temperatura de uma determinada substância maior seria o calórico, dessa forma, quando duas substâncias com temperaturas distintas se misturavam, ocorria a passagem de calórico do corpo mais quente para o corpo mais frio até atingir o equilíbrio térmico, este conceito durou pouco tempo, atribuindo uma grande relevância para o conceito de calor, conhecido nos dias atuais o calor é a energia transportada de um corpo para o outro em virtude da diferença de temperaturas entre eles, estando em um sistema fechado isolado do ambiente, desse modo, observa-se que ocorre o equilíbrio térmico, logo, apresenta a mesma temperatura.

O calorímetro é um equipamento adequado que permite obter o valor das quantidades de calor trocadas entre dois corpos, o referido equipamento é um recipiente com paredes adiabáticas em seu interior, inserindo duas quantidades de mesma substância ou substâncias diferentes, percebe-se que o calor cedido pela substância com maior temperatura será igual ao calor ganho pela substância com menor temperatura, desse modo, o fluxo de calor só será interrompido quando atingir o equilíbrio térmico.

Este experimento teve como objetivo determinar o calor específico da água e a capacidade térmica do calorímetro pela análise de duas massas de água colocadas no calorímetro. Procedimento experimental Para um sistema isolado, que nesse caso é o calorímetro e tudo que tem dentro dele faz parte do sistema, sabemos que vale a seguinte expressão:

$$\sum Q_A + \sum Q_B = 0 \quad (1)$$

Onde, nesse caso, o sistema isolado é o calorímetro e o que há dentro dele. Utilizamos para esse experimento água quente e água fria, onde, atribuídos na equação (1), configurou a seguinte expressão:

$$\sum Q_C + \sum Q_F + \sum Q_Q = 0$$

Onde: $Q_C \rightarrow$ Calor do calorímetro;

$Q_F \rightarrow$ Calor da água fria;

$Q_Q \rightarrow$ Calor da água quente.

Partindo desse pressuposto e sabendo que $Q = mc\Delta T$ (2) é a equação fundamental da calorimetria.

Com base neste procedimento, foi possível analisar dois tipos de calorímetros, e logo após averiguar os resultados experimentais e os resultados obtidos através de um modelo teórico:

$$T = \frac{(m_{al} C_{al} + m_{af} C_a) T_{i(af)} + m_{aq} C_{aq} T_{i(aq)}}{m_{al} C_{AL} + (m_{af} + m_{aq}) C_a} \quad (3)$$

Onde:

m_{AL} → massa do calorímetro;

m_{AF} → massa da água fria;

m_{AQ} → massa da água quente;

C_{AL} → calor específico do alumínio;

C_a → calor específico da água;

$T_{i(af)}$ → temperatura inicial da água fria;

$T_{i(aq)}$ → temperatura inicial da água quente;

T → temperatura final (equilíbrio).

.METODOLOGIA

Procedimento experimental

- **Calorímetro de fabricação industrial**

A primeira análise foi realizada com um calorímetro industrial, este tipo de calorímetro é específico para estudos da calorimetria, a primeira etapa foi colher os dados dos materiais envolvidos neste experimento.

Tabela 1: dados obtidos

Massa do alumínio	30,2g
Calor específico do alumínio	0,22 cal/g°C
Massa da água fria	50g
Massa da água quente	50g

Após a obtenção dos dados, a próxima etapa consiste na verificação de temperatura, com ajuda de um termômetro foi possível obter a temperatura da água quente e da água fria, em seguida foi inserido no interior do calorímetro as massas de água, em seguida, inserindo o termômetro no recipiente adiabático foi possível obter a temperatura de equilíbrio.

Tabela 2: dados de temperatura

$T_{i(af)}$	17 °C
$T_{i(aq)}$	58 °C
T_f	35 °C

A temperatura final apresentada na tabela, foi obtida experimentalmente, esta temperatura apresenta o equilíbrio térmico no interior do calorímetro, em seguida, substituindo os dados na expressão (1) será obtido o valor teórico:

$$T = 36,4 \text{ °C} \quad (4)$$

Portanto, como houve uma diferença entre o valor obtido experimentalmente e o valor teórico, foi calculado o erro percentual:

$$E\% = \frac{|V_t - V_e|}{V_t} \times 100 = (5)$$

$$E\% = \frac{|36,4 - 35|}{36,4} \times 100 = 3,84\% \quad (6)$$

Calorímetro de fabricação caseira

Para este experimento foram utilizadas as mesmas medidas, a única diferença foi a massa do alumínio da lata de refrigerante que corresponde a 29,4g, desse modo o valor experimental da temperatura de equilíbrio do referido calorímetro foi 37°C.

Novamente, substituindo os dados fornecidos para averiguação desde experimento na expressão (1), obtivemos o valor teórico:

$$T = 36,25 \text{ °C} \quad (7)$$

Logo, utilizando a expressão (3) encontramos o erro percentual:

$$E\% = \frac{|36,25 - 37|}{36,25} \times 100 = 2\% \quad (8)$$

REFERENCIAL TEÓRICO

A atividade experimental tem um papel fundamental no ensino de Física, pois estabelece elos entre as explicações teóricas a serem discutidas em sala de aula e as observações realizadas por esse tipo de atividade. Segundo Azevedo (2004) apud Rubino (2010), uma atividade investigativa, (não necessariamente de laboratório) é sem dúvida uma importante estratégia no ensino de Física e de Ciências em geral. Sendo assim, o principal objetivo da atividade experimental é o de proporcionar, aos discentes, atividades nas quais possam pensar, debater, justificar suas ideias, modificar e ampliar seus conhecimentos em diferentes situações.

Rubino (2010), relata que,

Apesar dos resultados das pesquisas em ensino de Física nos mostrarem a importância da introdução de atividades experimentais nas aulas de ciências, verificamos que tal medida ainda é bastante discreta nas salas de aula nos dias de hoje. A dificuldade em conseguir “kits” experimentais, a falta de um laboratório na escola e o grande número de alunos por turma são apenas alguns dos muitos argumentos utilizados pelos professores para a não realização de atividades experimentais em sala de aula.

De modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física é uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. As atividades experimentais estimula o aluno a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “linguagens”, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico.

Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento.

Na questão do conhecimento científico, sabe-se que o mesmo pode ser acessado de diversas formas, mas somente na escola é que se deve trabalhar de tal maneira em que se possa construir o conhecimento em relação a esses conceitos científicos. A experimentação, portanto, torna-se um coadjuvante no processo de aprendizado da Física.

No contexto educacional, a utilização de experimentos para o ensino da Física torna-se essencial, de acordo com Araújo et al, (2003): A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (Araújo et al, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas análises feitas por dois experimentos distintos (meios de fabricação) mas que representam o mesmo fenômeno físico, foi possível obter os resultados experimentais e teóricos. O primeiro calorímetro analisado e de fabricação industrial, para este experimento o erro percentual corresponde a 3,84%, porém no calorímetro de fabricação caseira o resultado do erro percentual corresponde a 2%.

Após os resultados obtidos com relação a ambos os experimentos, pôde-se perceber que embora o calorímetro de fabricação industrial seja específico para o estudo da calorimetria, apresentou um o erro percentual maior comparado ao calorímetro fabricado com materiais de baixo custo, após o processo experimental pôde-se averiguar com precisão o possível motivo da incompatibilidade dos calorímetros, observou-se que a diferença da massa dos alumínio dos calorímetros pode ser um fator influente para esta explicação ou a eficácia adiabática de um dos calorímetros.

Portanto, é importante destacar que ao obter resultado a partir de experimentação, deve sempre atribuir a possibilidade de valores não exatos, mas aproximados do resultado esperado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, além de observar o fenômeno da calorimetria na prática experimental, também foi possível constatar a incompatibilidade dos resultados obtidos em um calorímetro de fabricação caseira e outro de fabricação industrial, analisando os valores teóricos e experimental, tornou possível descobrir o erro percentual de cada um dos calorímetros estudados, e logo após comparar seus resultados, ao comparar a porcentagem de erro dos calorímetros, pôde-se concluir que alguns fatores como massa dos objetivos e as temperaturas finais podem ter contribuído para o desnível na comparação desses resultados, desse modo, foi possível compreender que na Física experimental, a probabilidade de erros é comum, um valor medido não é de fato um valor absoluto.

A experiência prática oferecida pelo experimento permite uma aprendizagem de maneira mais experiencial, conectando diretamente a teoria à prática. Isso favorece a internalização dos conceitos, tornando o aprendizado mais significativo. Participar de atividades experimentais, ajuda os alunos a desenvolverem habilidades práticas, como planejamento de experimentos, coleta e análise de dados, e resolução de problemas. Essas habilidades são transferíveis e úteis em diversas áreas da vida. O experimento permite a contextualização dos conteúdos de física no mundo real. Ao aplicar os princípios físicos a uma situação concreta e visual, os alunos conseguem ver a relevância prática desses conceitos em seu cotidiano.

A realização de experimentos, promove a observação, a formulação de hipóteses, a coleta de dados e a interpretação de resultados. Essa compreensão é essencial para o desenvolvimento do pensamento científico. A abordagem prática pode contribuir para uma melhor memorização e retenção de informações. Aplicando esse experimento em sala de aula, os alunos tendem a lembrar-se mais efetivamente de conceitos que foram experimentados e vivenciados, em comparação com uma simples exposição teórica.

A análise comparativa dos calorímetros oferece a oportunidade de integrar conhecimentos de diferentes áreas da física, promovendo uma visão mais holística e interdisciplinar da disciplina. A abordagem lúdica do experimento torna a aprendizagem mais divertida e envolvente, contribuindo para um ambiente educacional positivo.

Portanto, neste estudo, além de observar o fenômeno da calorimetria na prática experimental, também foi possível constatar a incompatibilidade dos resultados obtidos em um calorímetro de fabricação caseira e outro de fabricação industrial, analisando os valores teóricos e experimental, tornou possível descobrir o erro percentual de cada um dos calorímetros estudados, e logo após comparar seus resultados, ao comparar a porcentagem de erro dos

calorímetros, pôde-se concluir que alguns fatores como massa dos objetivos e as temperaturas finais podem ter contribuído para o desnível na comparação desses resultados, desse modo, foi possível compreender que na Física experimental, a probabilidade de erros é comum, um valor medido não é de fato um valor absoluto.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes realidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, São Paulo, 2003.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Rio de Janeiro: Técnicas Plátano, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

DALRI, J. e GUIMARÃES, L. F., Promovendo a participação dos alunos nas aulas de física: uma proposta de atividade experimental investigativa sobre empuxo, trabalho apresentado no XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física (CEFET, Rio de Janeiro, 24 a 28 de janeiro de 2005).

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNANBUCO, M. M. **Ensino de Ciências, fundamentos e métodos. ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira. 3a ed. 2009.

FREIRE, P. **A educação como prática de liberdade.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

HALLIDAY, D., RESNICK, R. e WARKER J., **Fundamentos de Física: Mecânica – Vol. 1,** 6ª Edição, (Editora LTC, São Paulo, 2001).

[3]. HIGA, Ivanilda; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura. **A experimentação nas pesquisas sobre o Ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos.**