

Relatório Final

F 609 – Tópicos no Ensino de Física

Prof. Dr. José J. Lunazzi

**Termômetro por variação da flutuação de corpos (ou objetos) na glicerina -
"Galileu"**

Guilherme S. Marcom – RA: 083601

gui.marcomXgmail.com

Orientador: Ennio Peres da Silva

lh2ennioXifi.unicamp.br



02/06/2011

Unicamp

1) Resultados Atingidos:

Quando se iniciou o processo de montagem experimental, foram encontrados diversos problemas, principalmente com o fato de a fórmula apresentada na teoria não coincidir exatamente com o que foi encontrado experimentalmente. Após uma análise da situação decidiu-se então realizar a calibração de forma experimental, utilizando-se os resultados calculados através da fórmula como indicativos aos valores a serem obtidos.

Os resultados atingidos desse modo foram considerados muito satisfatórios, mostrando-se como a densidade de um fluido está diretamente relacionada com a temperatura. Foi possível calibrar de maneira satisfatória 4 conjuntos de objetos flutuantes que indicam a temperatura do fluido. Infelizmente não foi possível aferir uma quantidade maior de temperaturas devido às dificuldades de calibração dos mesmos. Porém, foi possível verificar com grande propriedade a teoria mostrando como a variação da temperatura aumenta ou diminui a densidade de um fluido, no caso a glicerina. Os valores das temperaturas calibradas foram: 13°C, 20°C, 25°C e 30°C.

2) Dificuldades Encontradas:

A maior dificuldade foi a construção dos conjuntos, já que a variação de massa para cada temperatura é na ordem de miligramas; trabalhar com tal precisão é muito difícil, ainda mais quando envolve líquidos. Outro problema foi a calibração dos conjuntos em função da temperatura, dadas as dificuldades em se variar a temperatura em todo o líquido uniformemente, para que a calibração pudesse ser feita com maior precisão, por esse motivo as temperaturas aferidas variam a cada 5 graus Celsius aproximadamente.

3) Pesquisa:

Para a pesquisa bibliográfica foram utilizadas palavras chaves como: Termômetro de Galileu, densidade, dilatação de líquidos e princípio de Arquimedes. Com essas palavras foram encontrados tais artigos:

1. *Física de juguetes y dispositivos sencillos. Termómetro de Galileo*, J. Güémez, (2007).
Nesse artigo as fórmulas utilizadas para encontrar a massa do conjunto estão presentes. A partir delas a parte experimental acabou se tornando mais simples, pois agora se tem uma base teórica para determinar a variação da massa a cada medida de temperatura.
2. *Determinação da densidade de sólidos pelo Método de Arquimedes*. Italo Odone Mazali, LQES – Laboratório de Química do Estado Sólido – Instituto de Química – Unicamp.
Esse artigo pode ser utilizado para explicar o conceito de empuxo e como um corpo submerso se comporta dentro de um líquido.
3. *Los Instrumentos Científico Y La Imagen Del Mundo El Caso Del Termómetro en Galileo Y R. Fludd*. Inmaculada Perdomo.

Aqui é encontrada uma descrição histórica do surgimento do termômetro.

4) Descrição do trabalho:

Resumo: O trabalho teórico feito foi de grande importância para a compreensão do funcionamento do termômetro e a relação entre densidade e temperatura. O ponto chave na montagem do termômetro foi a calibração do mesmo, dado que ela foi feita de maneira totalmente experimental, uma vez constatado que a simples utilização de equações ou fórmulas não foi suficiente para a correta calibração do aparato.

Descrição: Com base na pesquisa teórica foi determinada a *massa*¹ (consultar apêndice) que cada conjunto deve conter para uma determinada temperatura, a partir da fórmula encontrada. Com base na mesma a escolha do líquido utilizado pode ser feita, já que a *densidade*² (consultar apêndice) do mesmo influencia no funcionamento do termômetro, sendo um dos, se não o principal, fator para seu funcionamento. A escolha de um líquido mais denso que a água se deveu ao fato de que a massa do conjunto seria muito próxima a massa do frasco e, com isso haveria problemas para se calibrar o conjunto. Mediu-se o volume de cada frasco, que são praticamente idênticos, e também foi feita a pesagem dos mesmos.

Com os dados determinou-se então qual deveria ser a massa de líquido dentro do frasco e para isso foi utilizado novamente o conceito de densidade, de maneira que se determinou qual deveria ser o volume do mesmo. Nesse ponto novamente teve-se que escolher um líquido e aqui a escolha foi pela água, já que sua densidade de 1g/cm^3 facilita na hora de calcular qual deve ser o volume no conjunto.

Após a identificação das massas de cada conjunto, se utilizou uma seringa graduada em 1 ml para colocar o líquido nos potes; ao término os potes foram inseridos no frasco com glicerina, sendo que nesse momento foi constatado que a densidade dos frascos se mantinha menor que a da glicerina. Foi proposto então que a calibração se desse de maneira totalmente experimental.

Tal processo foi extremamente trabalhoso, dado que a mínima variação de massa causava efeitos que não eram esperados. O líquido foi esquentado e resfriado diversas vezes até que se fosse possível marcar 4 temperaturas, espaçadas de 5 em 5 graus Celsius. Essa variação entre uma temperatura e outra se deu por conta da calibração dos conjuntos, já que as dificuldades para uma calibração mais precisa atrapalhou a obtenção de um grupo maior de conjuntos, que seriam capazes de aferir mais temperaturas.

Ao final da montagem do termômetro foi possível constatar que a densidade de um fluido tem uma relação inversa com a temperatura: à medida que a temperatura aumenta, a densidade diminui. Isso se pode verificar de maneira experimental ao esquentar o termômetro e se vê os frascos com maiores densidades se deslocando para o fundo do frasco; o inverso ocorre quando se resfria o frasco: os conjuntos de densidades menores que a do líquido se deslocam para a superfície do mesmo.

A tabela a seguir mostra quais são os valores que cada conjunto representa.

Tabela 1: *Identificação da temperatura para cada conjunto.*

Conjunto	Cor	Temperatura (°C)
1	Roxo	30
2	Verde	25
3	Vermelho	20
4	Marrom	13

Vale ressaltar que as equações teóricas utilizadas são válidas para corpos com densidade uniforme, sendo o motivo de não ter sido possível utilizá-las no experimento de forma exclusiva, mas como um indicativo.

5) Conclusão:

Pode-se concluir que a densidade de um líquido varia com a temperatura, ou seja, à medida que a temperatura aumenta a densidade diminui. A partir dessa constatação pode-se medir a temperatura ambiente, construindo um termômetro que funcione a partir dessa teoria. Notou-se que ao tentar confeccionar o termômetro, o problema da calibração dos conjuntos de corpos flutuantes se torna a maior fonte de erro do experimento. Mesmo com tais dificuldades foi possível construir o termômetro que funciona a partir da teoria descoberta por Galileu, utilizando a relação que a densidade tem com a temperatura.

6) Declaração do Orientador:

Meu orientador realizou os seguintes comentários:

Comentário do relatório parcial: O aluno tem tido contato com as dificuldades típicas do trabalho experimental. A escolha de melhores alternativas, a busca de maior precisão e maiores facilidades na elaboração do experimento tem sido realizadas com sucesso. Entra-se agora na etapa da calibração do equipamento, com a realização das medidas experimentais propriamente ditas e se espera que seja realizada com igual sucesso.

Comentário do relatório final: O aluno vivenciou as dificuldades inerentes a todo processo experimental. O enfrentamento dessas dificuldades envolveu o estudo de alternativas, as mudanças de métodos e a persistência na busca dos resultados. Foram claras as diferenças entre teoria e prática, mostrando a importância do trabalho experimental. O resultado foi muito interessante e pode ser bastante útil em aulas no Ensino Médio, podendo ser confeccionado sem custos elevados.

Apêndices:

Massa¹: para determinar a massa de cada conjunto recorreu-se à bibliografia, de onde retirou-se a equação (1):

$$T_i = \left(\frac{V\rho_0}{m_i} - 1 \right) / \alpha \quad (1)$$

Com algumas manipulações matemáticas pode-se chegar à equação (2), que foi utilizada para se determinar a massa de cada conjunto.

$$m_i = \frac{V\rho_0}{T_i^{\alpha+1}} \quad (2)$$

Onde α é o coeficiente de expansão volumétrica do líquido, no caso a glicerina. O valor de α foi retirado de um trabalho que também se encontra na bibliografia, no qual se encontrou um valor experimental de $\alpha = 4,1 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. V é o volume do frasco e ρ_0 a densidade da glicerina.

Densidade²: como a massa de cada conjunto é diretamente proporcional à densidade, esse foi o fator decisivo para a escolha da glicerina ao invés da água, já que sua densidade é maior do que a da água. Sendo assim, a massa do conjunto é o dobro da do frasco e isso facilita o trabalho de calibração.

Anexos:

1 - Fotos do experimento:

Imagem 1: *Conjuntos de corpos flutuantes (frascos + líquido).*



Essa imagem mostra quais são os conjuntos produzidos e que serviram para medir a temperatura no termômetro.

Imagem 2: *Termômetro em funcionamento, temperatura 15 °C.*



Nesta imagem pode-se ver o termômetro em funcionamento. O frasco marrom representa a temperatura de 13 °C.

Imagem 3: *Variando a temperatura, marcação 24 °C.*



Vê-se que quando a temperatura está próxima aos 25 °C; o conjunto verde está mais ao centro da coluna; já o conjunto vermelho está mais próximo ao fundo do

frasco.

Imagem 4: Nova variação de temperatura, marcação 30 °C.



Quando a temperatura está em 30 °C, o conjunto verde está no fundo do frasco enquanto o roxo está no alto do frasco.

Imagem 5: Temperatura acima de 30 °C.



Pode-se notar que quando a temperatura passa dos 30 °C, o conjunto roxo começa a descer pela coluna de glicerina; no caso a temperatura aferida é de 38 °C.

2 – Material Utilizado:

Para a confecção do termômetro foram utilizados os seguintes materiais:

- . 1 frasco de azeite;
- . 4 frascos de vidro;
- . Corante em pó, Anilina;
- . Termômetro graduado de 0 – 50 °C;
- . 400ml de glicerina líquida;

Além desses materiais uma seringa foi utilizada para colocar o líquido dentro do frasco de vidro, como também um secador de cabelo, servindo de fonte quente para facilitar a variação da temperatura.