

## **EXPOFÍSICA 1 - SALA DE TERMODINÂMICA E FLUIDOS**

**Nome completo dos alunos:** João Victor Meireles de Aguiar e Júlia Muniz Santiago

1. **Título:** Termoscópio colorido

2. **Tema da Física Principal a ser Abordado:**

Avaliar a variação de temperatura do corpo a ser utilizado.

3. **Objetivos:**

O objetivo do experimento é permitir a comparação qualitativa de temperaturas, avaliando o aumento ou a diminuição da temperatura de um corpo. Dessa forma, é possível identificar a temperatura relativa de um determinado ambiente ao introduzir o termoscópio, já que, em locais mais quentes, o líquido dentro do bulbo sobe.

Esse experimento oferece às pessoas que visitam as salas temáticas uma oportunidade de adquirir conhecimentos científicos, conectando conceitos com situações práticas do cotidiano.

4. **Revisão dos Conceitos e Princípios Físicos Necessários para a Compreensão do Fenômeno:**

A Termologia é a área da Física que estuda os fenômenos relacionados ao calor e à temperatura, como a transferência de calor, o equilíbrio térmico, as transformações de gases e as mudanças de estado físico (sólido, líquido e gasoso), entre outros. A seguir, exploraremos uma das subáreas da Termologia que está diretamente relacionada ao nosso experimento.

A Termodinâmica é a área que estuda as relações entre calor, trabalho, temperatura, pressão, volume e outros conceitos relacionados. Essa área estabelece leis que descrevem as transformações sofridas pela matéria, como a Lei da Conservação da Energia, que afirma que o calor recebido por um sistema pode ser convertido em trabalho ou utilizado para aumentar sua energia interna.

Neste capítulo, exploraremos de forma mais aprofundada esses fenômenos físicos e suas implicações

A temperatura é uma medida do grau de agitação das partículas de um corpo. Está diretamente relacionada à energia cinética média das partículas, que se manifesta em movimentos vibracionais, rotacionais e translacionais.

O calor, por sua vez, é a energia térmica transferida entre corpos que estão a temperaturas diferentes. Essa transferência ocorre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura até que seja alcançado o equilíbrio térmico —

condição em que os corpos atingem a mesma temperatura, cessando o fluxo de calor.

O calor pode ser transmitido por três processos principais:

- **Condução:** é a transmissão de calor que ocorre através do contato direto entre partículas de corpos ou superfícies, sem transporte de matéria. Esse processo é característico de sólidos.
- **Convecção:** é a transmissão de calor que acontece devido ao movimento de massas fluidas (líquidos ou gases), formando correntes convectivas. O fluido mais quente, por ser menos denso, tende a subir, enquanto o fluido mais frio desce, criando um ciclo de transferência térmica.
- **Irradiação (ou radiação):** é a transmissão de calor por meio de ondas eletromagnéticas, como a luz infravermelha. Esse processo não requer a presença de um meio material.

Além dos processos de transmissão, o calor pode ser classificado em duas formas principais: **Latente** e **Sensível**.

O calor latente está relacionado à quantidade de calor necessária para que ocorra uma mudança de estado físico de uma substância, sem variação de temperatura durante o processo. Sua fórmula é:

$$Q = mL$$

Sendo que Q é a quantidade de calor (em joules ou calorias), m é a massa da substância (em quilogramas ou gramas), L é o calor latente específico, que varia dependendo do tipo de mudança de estado .

O calor sensível é a quantidade de calor necessária para provocar uma variação de temperatura em uma substância, sem que ocorra mudança de estado físico. Sua fórmula é:

$$Q = mc\Delta T$$

Sendo que Q é a quantidade de calor (em joules ou calorias), m é a massa da substância (em quilogramas ou gramas), c é o calor específico da substância e  $\Delta T$  é a variação de temperatura.

Você deve estar se perguntando: **como medir a temperatura de algo?** Para isso, foram criadas as escalas termométricas, que permitem quantificar a temperatura de forma padronizada. Entre as mais conhecidas, temos as escalas **Fahrenheit**, **Celsius** e **Kelvin**.

Cada escala possui referências específicas usadas como base para a medição. Por exemplo, a **escala Celsius** utiliza dois pontos de fácil determinação experimental: **0**

°C é o ponto de fusão da água ao nível do mar e 100 °C é o ponto de ebulição da água ao nível do mar. A termodinâmica, usa uma escala que não depende de nenhum ponto ou estado para medir as temperaturas desejadas, que é a conhecida escala Kelvin (representada por K, visto que é uma escala termométrica absoluta), onde  $TK = TC + 273$ , em que TK equivale à temperatura em Kelvin e TC à temperatura em graus Celsius.

Então, quando acontece de um corpo receber ou ceder grandes quantidades de calor, temos a chamada Dilatação Térmica. Tendo mudança de temperatura ou do seu estado físico, o calor de um corpo para o outro pode causar mudanças em suas dimensões, dependendo da variação de temperatura sofrida, e do coeficiente de dilatação, temos a:

Refere-se à mudança no comprimento de um corpo. O cálculo é feito com base no coeficiente de dilatação linear ( $\alpha$ ), pela fórmula:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Relaciona-se à mudança sofrida pela área de um corpo. É calculada usando o coeficiente de dilatação superficial ( $\beta$ ), pela fórmula:

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T$$

Trata da mudança no volume de um corpo. É calculada com base no coeficiente de dilatação volumétrica ( $\gamma$ ), pela fórmula:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

Um exemplo comum de dilatação térmica ocorre ao colocar um líquido fervente em um copo de vidro. A parte interna do copo, em contato direto com o líquido quente, se aquece e se dilata mais rapidamente do que a parte externa, que permanece relativamente fria. Essa diferença na dilatação pode causar tensões no vidro, levando ao seu rompimento ou trinca.

## **5. Descrição Detalhada dos Materiais e Equipamentos Utilizados e da Montagem e Construção do Experimento.**

Materiais a serem utilizados:

- Um recipiente de vidro com tampa pequena;
- Um canudo transparente ou algo parecido;
- Água ou álcool isopropílico;
- Massa de modelar ou cola;
- Caneta ou tinta para escrever no recipiente;
- Bloco de anotações para registrar a construção;
- Corante para alimentos.

Entretanto, é possível fazer utilizando água, mas uma mistura de álcool e água dilata mais facilmente e melhora o funcionamento do termoscópio.

Passo a passo da construção:

1. Escolha o recipiente que será o corpo do termoscópio, que seja material transparente e bom condutor de calor, como o vidro.
2. Preencha cerca de 60% do volume do recipiente com sua mistura, 30% com água e os outros 30% com álcool.
3. Faça o furo na tampa do recipiente e coloque o canudo, o mesmo deve ficar inserido no líquido mas sem encostar no fundo do recipiente e deve estar vedado para não escapar o ar com o aumento da pressão.
4. Após o termoscópio estar pronto, é a hora de testá-lo, para ver se está funcionando normalmente. Assim, escolha dois copos transparentes com a mesma quantidade de água. No primeiro, use água gelada (ou com gelo) e no outro, com a mesma quantidade, use água aquecida.

**6. Roteiro detalhado de realização do experimento, incluindo o que o mediador irá falar e perguntar aos alunos.**

Segure o pote com as mãos e observe a reação, será visto uma coluna de álcool subindo pelo tubo e, para fazer com que a mesma desça, basta diminuir a temperatura do pote.

Propondo uma maneira de diminuir a temperatura, com um recipiente de vidro e um tubo de vidro, com um bulbo em uma das extremidades ao aquecer o bulbo nas mãos para que parte do ar saísse, e inverter o recipiente para o tubo ser mergulhado na água contida, quando o bulbo esfria, a água sobe no tubo pela pressão atmosférica até um palmo.

**Pergunta 1: Por que aquecer as mãos e inverter o tubo e colocar entre as mãos?**

Ao aquecer o bulbo, o ar interno se expande e fica menos denso que o ar externo, ao ser invertido o tubo submerso na água o ar não pode escapar, e a água sobe no tubo, comprimindo o ar até o início. A pressão do ar variando com a altitude e condições atmosféricas, afeta a altura da coluna, por isso não dava para medir temperaturas, apenas possível a sua comparação.

**Pergunta 2: A coluna de líquido sobe (ou desce) mais rápido quando você coloca a parte do líquido ou a parte do ar em contato térmico com o que você quer medir?**

No termoscópio, o comportamento da coluna de líquido depende da parte que está em contato térmico com a fonte de calor ou de frio. Se você colocar a parte do

líquido em contato direto com o que deseja medir, o líquido vai aquecer ou resfriar mais rapidamente, o que provoca uma mudança mais imediata na densidade do líquido e, conseqüentemente, na coluna.

No entanto, se você colocar a parte do ar em contato térmico com a fonte de calor ou frio, a mudança será mais rápida. Isso ocorre porque o ar, sendo menos denso que o líquido, expande-se ou se contrai mais rapidamente com variações de temperatura. Essa expansão ou contração do ar exerce pressão sobre o líquido, fazendo a coluna subir ou descer mais rapidamente.

Portanto, a coluna de líquido sobe ou desce mais rápido quando a parte do ar do termoscópio é exposta à fonte de calor ou frio, devido à maior sensibilidade térmica do ar em comparação ao líquido.

### **Pergunta 3: Você consegue imaginar um procedimento caseiro para calibrá-lo com os pontos de fusão e ebulição da água?**

É possível imaginar um procedimento caseiro para calibrar um termoscópio com os pontos de fusão ( $0^{\circ}\text{C}$ ) e ebulição da água ( $100^{\circ}\text{C}$ ), semelhante a como se faria com um termômetro. Aqui está um procedimento básico:

Materiais necessários:

- Um termoscópio (um tubo fino contendo líquido, com ar em uma parte e líquido na outra).
- Uma panela com água e gelo para criar uma mistura de gelo derretendo ( $0^{\circ}\text{C}$ ).
- Uma panela para ferver água ( $100^{\circ}\text{C}$ ).
- Um recipiente transparente (como um copo) para observar o nível da coluna de líquido.
- Caneta ou fita adesiva para marcar o nível da coluna.

Procedimento:

1. Calibrar no ponto de fusão da água ( $0^{\circ}\text{C}$ ):
  - 1.1. Prepare uma mistura de gelo e água. Essa mistura estabilizará a temperatura em torno de  $0^{\circ}\text{C}$ , o ponto de fusão da água.
  - 1.2. Coloque a extremidade do termoscópio (a parte do ar ou do líquido) em contato com a mistura de gelo e água.
  - 1.3. Se o ar estiver em contato com a mistura, o ar se contrairá devido à baixa temperatura, fazendo com que o nível do líquido suba.
  - 1.4. Aguarde até que o nível da coluna de líquido se estabilize.
  - 1.5. Marque esse ponto como  $0^{\circ}\text{C}$  no termoscópio.
2. Calibrar no ponto de ebulição da água ( $100^{\circ}\text{C}$ ):
  - 2.1. Coloque uma panela com água no fogo e leve-a à ebulição.
  - 2.2. Coloque a extremidade do termoscópio em contato com o vapor da água fervente ou submerja-a na água fervente (se o material do

- termoscópio permitir).
- 2.3. Se o ar estiver em contato com a fonte de calor, ele se expandirá rapidamente, fazendo o nível do líquido descer.
  - 2.4. Aguarde até que o nível do líquido se estabilize.
  - 2.5. Marque esse ponto como 100°C no termoscópio.
3. Interpolação entre 0°C e 100°C:
- 3.1. Agora que você tem dois pontos de referência, 0°C e 100°C, você pode dividir a distância entre esses dois pontos em intervalos regulares para estimar outras temperaturas intermediárias.
  - 3.2. Por exemplo, divida a distância entre o nível de 0°C e 100°C em 10 partes iguais para marcar os pontos de 10°C, 20°C, etc.

Com esses passos simples, você consegue criar uma escala aproximada de temperatura no termoscópio com base nos pontos de fusão e ebulição da água.

Observações:

(1) Este procedimento depende da precisão do termoscópio e da uniformidade do tubo. Quanto mais uniforme for o tubo, mais preciso será o resultado.

(2) A reação do termoscópio à temperatura vai depender do tipo de líquido utilizado, então diferentes líquidos podem oferecer diferentes respostas térmicas.

**Pergunta 4: Por que é necessário que o recipiente do termoscópio seja de vidro e não de outro material (como plástico ou material orgânico)?**

O vidro tem um coeficiente de expansão térmica relativamente baixo em comparação com muitos plásticos e materiais orgânicos. Isso significa que ele não se expande ou contrai significativamente quando exposto a variações de temperatura. Se o recipiente expandisse com o calor (como ocorre com plásticos), isso alteraria os resultados do termoscópio, pois tanto o recipiente quanto o líquido interno estariam mudando de volume, tornando a leitura imprecisa.

O mesmo é altamente transparente, permitindo que o nível do líquido no interior seja facilmente visível, o que é crucial para observar o comportamento da coluna de líquido no termoscópio. Alguns plásticos também podem ser transparentes, mas tendem a se tornar opacos ou amarelados com o tempo, especialmente quando expostos a temperaturas extremas ou à luz UV, o que dificultaria a visualização clara do líquido.

Aliás, é quimicamente inerte e não reage com a maioria dos líquidos, o que garante que o líquido no interior do termoscópio não se contamine ou altere suas propriedades, já que materiais plásticos e orgânicos podem reagir com certos líquidos ou sofrer degradação com o tempo, comprometendo a funcionalidade do termoscópio.

Além disso, pode suportar uma ampla faixa de temperaturas sem derreter ou deformar, o que é essencial para medir tanto temperaturas baixas quanto altas, como o ponto de fusão e o ponto de ebulição da água, pois muitos plásticos e materiais orgânicos podem derreter, queimar ou deformar em contato com calor excessivo, tornando-os inadequados para medições precisas.

Também mantém sua forma e propriedades físicas de maneira constante ao longo do tempo, mesmo sob condições de uso repetido. Os materiais plásticos podem se deteriorar ou perder suas propriedades mecânicas, como a rigidez, após ciclos repetidos de aquecimento e resfriamento.

E é fácil de limpar, como também não absorve substâncias. Os materiais orgânicos ou plásticos podem acumular sujeira, manchar, ou até absorver moléculas do líquido em contato, o que poderia comprometer leituras futuras.

Assim, podemos afirmar que o vidro oferece uma estabilidade térmica, resistência química e física, além de alta transparência, na qual é uma característica essencial para garantir que o termoscópio funcione com precisão e confiabilidade. Materiais como plástico ou orgânicos não teriam o mesmo desempenho e poderiam comprometer as medições.

## **7. A explicação científica correta dos fenômenos visualizados na realização do experimento ou da exposição ao público.**

O experimento do termoscópio é um método simples e antigo de medir mudanças de temperatura utilizando a variação de volume de um fluido dentro de um recipiente fechado. Ele ilustra princípios fundamentais da física, como a expansão térmica de gases e líquidos, e foi o precursor do termômetro moderno.

Um termoscópio geralmente consiste em um tubo fino de vidro que contém um líquido (geralmente água colorida, álcool ou outro líquido de fácil visualização) e uma bolsa de ar. A parte inferior do tubo é fechada e imersa em um reservatório de líquido, enquanto a parte superior é exposta ao ambiente. A bolsa de ar está em contato direto com o líquido.

O princípio de funcionamento do mesmo, baseia-se na expansão e contração térmica dos gases (ar) e líquidos. Quando o ar no termoscópio é aquecido, ele se expande. Como o ar está confinado no tubo, essa expansão empurra o líquido, fazendo com que a coluna de líquido desça. Quando o ar esfria, ele se contrai, criando uma pressão menor no interior do tubo, o que faz com que o líquido suba. Portanto, a variação na altura da coluna de líquido é uma resposta direta à mudança de temperatura.

A principal explicação do experimento do termoscópio está na Lei dos Gases Ideais e no comportamento dos líquidos em resposta à pressão. A equação dos gases

ideais,  $PV = nRT$ , descreve a relação entre a pressão (P), volume (V), temperatura (T) e a quantidade de gás (n). No termoscópio, quando a temperatura aumenta, o volume de ar dentro do tubo tende a aumentar, já que a pressão dentro do tubo permanece relativamente constante. Isso ocorre porque o volume de ar se ajusta para manter a pressão equilibrada com a pressão atmosférica externa.

Esse aumento de volume de ar dentro do tubo desloca o líquido para baixo, pois o ar ocupa mais espaço. Da mesma forma, quando o ar dentro do tubo esfria, ele se contrai e o líquido é puxado para cima, já que o volume de ar diminui.

Os gases, como o ar dentro do termoscópio, são altamente sensíveis a mudanças de temperatura. Ao contrário dos líquidos, que se expandem de maneira muito limitada com o aumento de temperatura, os gases se expandem significativamente. É por isso que, no termoscópio, a parte do ar é a que reage mais fortemente a mudanças de temperatura, movendo o líquido mais rapidamente. A expansão térmica dos gases é linear em relação à temperatura, e é essa característica que permite o uso do termoscópio para detectar variações de temperatura.

O líquido presente dentro desse experimento, tem a função de amplificar visualmente a expansão ou contração do ar. Ele serve como um indicador de mudança de temperatura. Além disso, o líquido precisa ser de baixa viscosidade para responder rapidamente à expansão e contração do ar, sem apresentar grandes resistências ao movimento.

Líquidos como o álcool são frequentemente utilizados em termoscópios devido ao seu baixo ponto de congelamento e boa expansão térmica.

Assim, o experimento do termoscópio demonstra de forma clara e simples os princípios da expansão térmica dos gases e a variação de volume com a temperatura. Ele serve como um ótimo exemplo didático para mostrar como a temperatura afeta o comportamento de materiais. Embora o mesmo seja rudimentar, abriu caminho para a invenção de dispositivos mais avançados de medição de temperatura, como o termômetro, que hoje utilizamos amplamente em diversas áreas da ciência, medicina e indústria.



## **8. Referências Bibliográficas:**

PIRES, D. P. L.; AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B.. Do termoscópio ao termômetro digital: quatro séculos de termometria. *Química Nova*, v. 29, n. 6, p. 1393–1400, nov. 2006.

PIRES, D. P. L.; AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B.. A termometria nos séculos XIX e XX. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 101–114, 2006.

COSENTINO, M. R.; RIOS, L.. Experimentos de Calorimetria em Cursos Universitários. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, p. e20190159, 2020.