

# Práticas experimentais para cursos de Física do ensino médio

Andressa Sabrina Rodrigues Ferreira      Aron...      Denizar...  
Felipe Miguel Patchek Franco      Joivana de Fátima Rodrigues Lau  
Sabrina Vitoria Wersel      Flaviano Williams Fernandes

04-12-2025



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Elevador Hidráulico e o Princípio de Pascal</b>	<b>7</b>
2.1	Autora: Andressa Sabrina Rodrigues Ferreira . . . . .	7
2.2	Introdução . . . . .	7
2.3	Objetivo . . . . .	8
2.4	Parte experimental . . . . .	8
2.5	Questionário . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Construção e Utilização de um Calorímetro Caseiro com Caixa de Leite</b>	<b>13</b>
3.1	Autor: Aron. . . . .	13
3.2	Introdução . . . . .	13
3.3	Objetivo . . . . .	13
3.4	Materiais necessários . . . . .	13
3.5	Montagem do calorímetro . . . . .	14
3.6	Aplicação (Exemplo: Medição de Energia de um Alimento) . . . . .	14
3.7	Cálculos envolvidos . . . . .	15
3.8	Conclusão . . . . .	16
3.9	Questionário . . . . .	16
3.10	Gabarito e resolução detalhada . . . . .	18
<b>4</b>	<b>FILTRO DE ÁGUA - Dois sistemas: Decantação e filtro</b>	<b>21</b>
4.1	Autor: Denizar . . . . .	21
4.2	Introdução . . . . .	21
4.3	Objetivos . . . . .	22

4.4 PARTE EXPERIMENTAL (fisica e quimica) . . . . .	22
4.5 Questionário . . . . .	24
<b>5 Felipe Miguel Patchek Franco</b>	<b>25</b>
5.1 Autor: Felipe Miguel Patchek Franco . . . . .	25
5.2 Introdução . . . . .	25
5.3 Objetivos . . . . .	25
5.4 Parte experimental . . . . .	25
5.5 Questionário . . . . .	31
<b>6 Disco de Newton (Círculo Cromático de Newton)</b>	<b>33</b>
6.1 Autora: Joivana de Fátima Rodrigues Lau . . . . .	33
6.2 Introdução . . . . .	33
6.3 Objetivos . . . . .	34
6.4 Parte experimental . . . . .	34
6.5 Questionário . . . . .	39
<b>7 Capacitor caseiro Garrafa de Leiden</b>	<b>41</b>
7.1 Autora: Sabrina Vitoria Wersel . . . . .	41
7.2 Introdução . . . . .	41
7.3 Objetivos . . . . .	41
7.4 Parte experimental . . . . .	42
7.5 Questionário . . . . .	42
<b>8 Experimento de Refração de luz: Seta invertida</b>	<b>43</b>
8.1 Autor: Vinicius Alady Jankovski . . . . .	43
8.2 Introdução . . . . .	43
8.3 Objetivos . . . . .	43
8.4 Parte experimental . . . . .	44
8.5 Atividades complementares . . . . .	44
8.6 Aplicações do Fenômeno . . . . .	45
8.7 Conclusão . . . . .	45
8.8 Questionário . . . . .	45

# Capítulo 1

## Introdução

Este trabalho visar apresentar atividades práticas para aulas demonstrativas de física para alunos do ensino médio



## **Capítulo 2**

# **Elevador Hidráulico e o Princípio de Pascal**

**2.1 Autora: Andressa Sabrina Rodrigues Ferreira**

## **2.2 Introdução**

O estudo do comportamento dos fluidos e da forma como a pressão é transmitida em seu interior é fundamental para compreender diversas tecnologias presentes no cotidiano. Entre os conceitos centrais da hidrostática, destaca-se o Princípio de Pascal, formulado pelo cientista francês Blaise Pascal (1623-1662), que estabeleceu que “a pressão exercida em um fluido confinado é transmitida integralmente e igualmente em todas as direções” [Hidalgo et al., 2021]. Esse princípio tornou-se a base para o desenvolvimento de máquinas hidráulicas, revolucionando a engenharia e a mecânica modernas. O elevador hidráulico é um dos exemplos mais significativos da aplicação desse princípio. Presente em edifícios, indústrias e oficinas, ele funciona por meio da transmissão da pressão de um fluido geralmente óleo ou água que, quando comprimido em um pistão menor, é distribuído uniformemente e eleva um pistão maior, permitindo a elevação de cargas pesadas com a aplicação de uma força relativamente pequena. Essa característica de multiplicação da força torna os elevadores hidráulicos eficientes, seguros e economicamente viáveis para o transporte vertical de cargas e pessoas. Compreender a relação entre o Princípio de Pascal e o funcionamento do elevador hidráulico possibilita conectar conceitos teóricos da Física a aplicações práticas e tecnológicas que facilitam a vida cotidiana. Além disso, o estudo experimental desses sistemas contribui para o desenvolvimento do raciocínio científico e para a valorização das descobertas que impulsionaram o progresso industrial e urbano. Dessa forma, a análise do elevador hidráulico e de sua base física demonstra a importância da ciência na resolução de problemas práticos e na construção de soluções inovadoras para a sociedade contemporânea.

## 2.3 Objetivo

Demonstrar, por meio de um experimento simples, o funcionamento de um elevador hidráulico, evidenciando a transmissão de pressão em fluidos e relacionando-a às aplicações no cotidiano.

## 2.4 Parte experimental

### 2.4.1 Materiais utilizados

- 2 seringas sem agulha (60 mL e 40mL);
- 1 mangueira de silicone transparente;
- Água colorida (opcional);
- Madeira para fixar a seringa;
- Pesos (ex.: caixa de MDF, brinquedos, etc.);
- Pregos 12 Polegadas para fixação das madeiras;
- Prego 17(para fazer os furos na madeira e fixará a seringa)
- Arame (para fixar a seringa)
- Papel e caneta para anotações;
- Madeiras recicladas (refugo, cavacos de caixaria de portas);
- Martelo;
- Régua;
- Palitos de churrasco reaproveitados de outro experimento;
- Fita dupla face.
- 2 seringas sem agulha (60 mL e 40mL);
- 1 mangueira de silicone transparente;
- Água colorida (opcional);
- Madeira para fixar a seringa;
- Pesos (ex.: caixa de MDF, brinquedos, etc.);
- Pregos 12 Polegadas para fixação das madeiras;
- Prego 17(para fazer os furos na madeira e fixará a seringa)
- Arame (para fixar a seringa)
- Papel e caneta para anotações;
- Madeiras recicladas (refugo, cavacos de caixaria de portas);
- Martelo;
- Régua;
- Palitos de churrasco reaproveitados de outro experimento;
- Fita dupla face.

### 2.4.2 Procedimento

#### 2.4.2.1 Preparação dos materiais

O experimento foi construído utilizando uma madeira de MDF com dimensões de 50 cm x 25 cm, que serviu como base da estrutura. Foram aproveitadas ripinhas de madeira cortadas com uma serrinha em 23 cm de comprimento, retiradas de restos de portas e móveis. Para a montagem, utilizaram-se

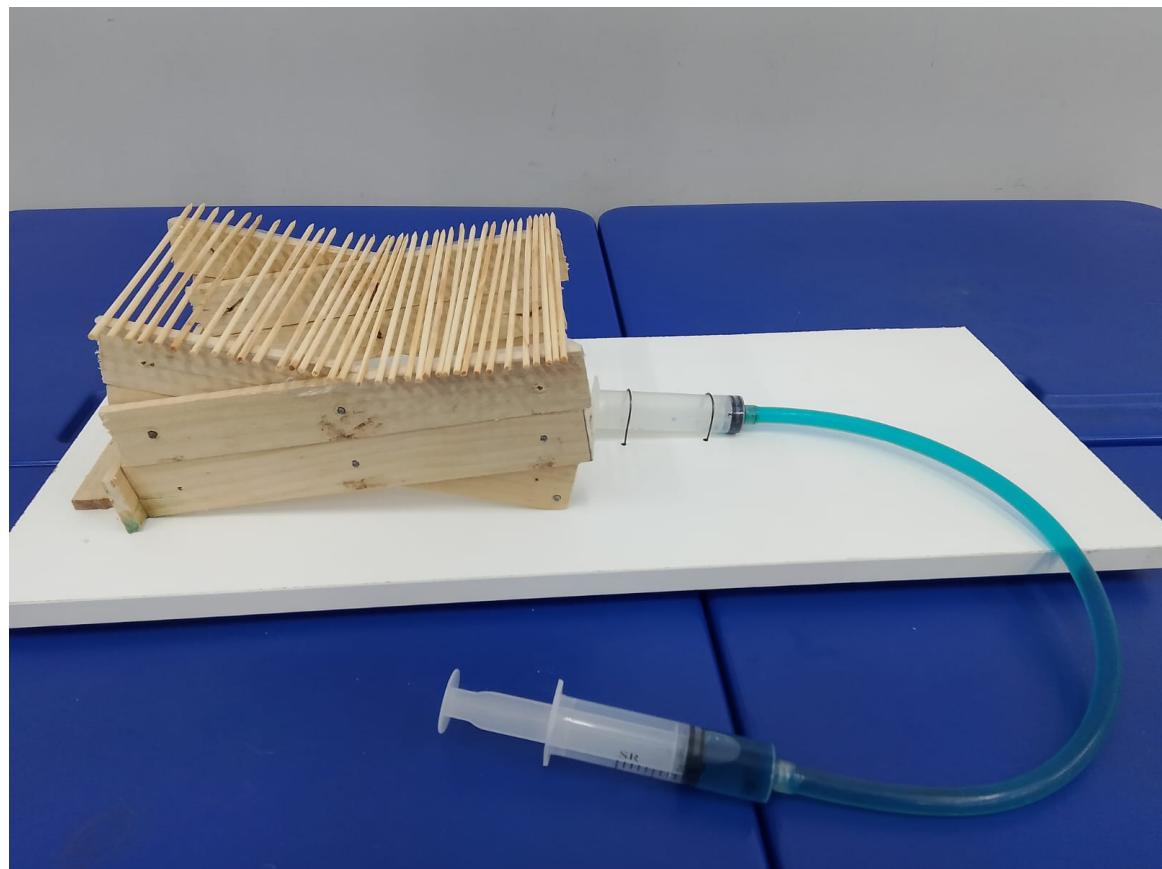


Figura 2.1: Sistema sem aplicação da pressão.

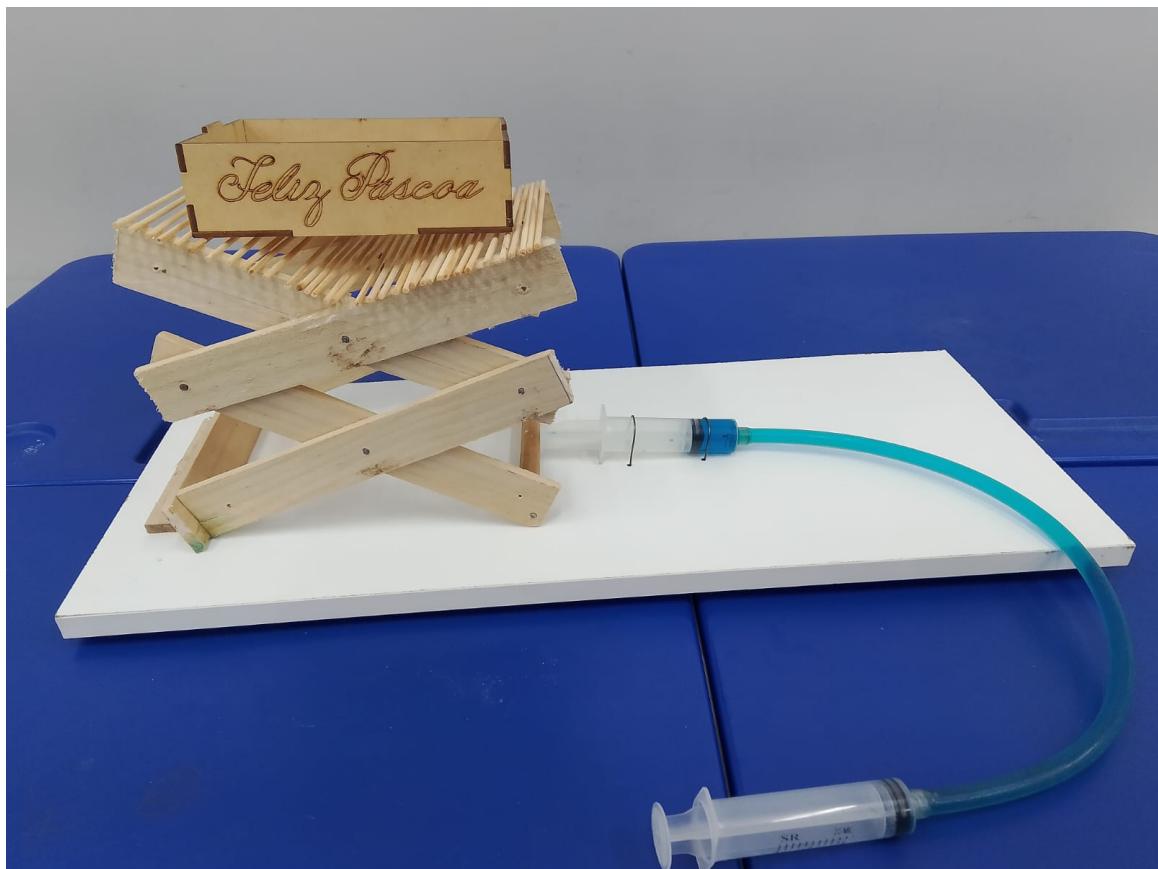


Figura 2.2: Sistema hidráulico em funcionamento, compressão e peso.

pregos número 12, responsáveis por unir as partes móveis e permitir a articulação entre as peças. Também foram utilizados palitos de churrasco, duas seringas (uma de 60 mL e outra de 40 mL de menor volume), mangueira plástica e água e corante alimentar para facilitar a visualização do fluido.

#### 2.4.2.2 Montagem da estrutura

As ripinhas foram lixadas para remover farrapos e uniformizar as bordas. Em seguida, cada uma recebeu três furos, permitindo a articulação do mecanismo. As ripas foram fixadas de forma simétrica na base de MDF, mantendo uma distância de 14 cm entre elas, o que garantiu estabilidade e alinhamento adequado.

#### 2.4.2.3 Instalação do Sistema Hidráulico

A seringa maior (60mL) foi fixada horizontalmente na estrutura de madeira, representando o pistão principal do elevador. A seringa menor foi conectada à primeira através da mangueira plástica, formando o circuito hidráulico. Ambas foram preenchidas com água colorida, certificando-se de eliminar todas as bolhas de ar, para que a transmissão de pressão ocorresse corretamente.

#### 2.4.2.4 Teste de Funcionamento

O êmbolo da seringa menor foi pressionado lentamente, observando-se o deslocamento do fluido e a consequente elevação do êmbolo da seringa maior, comprovando a transmissão de pressão entre os pistões. Ao liberar o êmbolo, o sistema retornava à posição inicial. O êmbolo da seringa menor foi pressionado lentamente, observando-se o deslocamento do fluido e a consequente elevação do êmbolo da seringa maior, comprovando a transmissão de pressão entre os pistões. Ao liberar o êmbolo, o sistema retornava à posição inicial.

#### 2.4.2.5 Demonstração da Capacidade de Elevação

Para evidenciar o funcionamento do elevador, foram fixados palitos de churrasco com fita dupla face na extremidade da seringa maior, servindo de suporte para pequenos pesos. Também foi utilizada uma caixinha de MDF para simular a carga a ser erguida, permitindo observar a eficiência do sistema.

**Nota** O uso de água colorida ajuda a visualizar o deslocamento do fluido.

## 2.5 Questionário

1. Explique, com suas palavras, o Princípio de Pascal.
2. Por que é essencial que o fluido seja incompressível no funcionamento do sistema hidráulico?
3. Cite três exemplos do uso do Princípio de Pascal no cotidiano.
4. Qual a função da diferença de tamanho entre as seringas no experimento?
5. Que vantagens o elevador hidráulico oferece em termos de esforço humano?

6. O que você percebeu ao pressionar a seringa menor? Como isso demonstra o Princípio de Pascal?

## **Capítulo 3**

# **Construção e Utilização de um Calorímetro Caseiro com Caixa de Leite**

### **3.1 Autor: Aron...**

### **3.2 Introdução**

O calorímetro é um equipamento fundamental no estudo da Calorimetria, a área da Física que estuda a troca de calor entre corpos e as mudanças de estado físico. Um calorímetro ideal é projetado para ser um sistema isolado, onde as trocas de calor ocorrem apenas entre os componentes internos (substâncias) e o próprio aparelho, minimizando a perda de calor para o ambiente externo.

A construção de um calorímetro caseiro, utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso, como a caixa de leite (embalagem cartonada longa vida), tubo de ensaio e termômetro, permite a realização de experimentos práticos para a compreensão dos conceitos de calor específico, capacidade térmica e energia liberada em reações ou na queima de substâncias.

### **3.3 Objetivo**

Construir um calorímetro simples utilizando materiais reciclados e de baixo custo para realizar medições aproximadas de variações de temperatura e, consequentemente, do calor envolvido em processos.

### **3.4 Materiais necessários**

- 1 Caixa de leite (embalagem cartonada longa vida) vazia e limpa.

## 14 CAPÍTULO 3. CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM CALORÍMETRO CASEIRO COM CAIXA DE LEITE

- 1 Tubo de ensaio.
- 1 Termômetro (preferencialmente de precisão, mas um termômetro culinário ou clínico pode ser adaptado).
- Água.
- Tesoura ou estilete.
- Fita adesiva ou cola.
- Suporte para o tubo de ensaio (opcional, para mantê-lo suspenso ou fixo).
- Fonte de calor (ex: vela, lamparina a álcool ou alimento a ser queimado).
- Proveta ou recipiente medidor (para medir a água).

### 3.5 Montagem do calorímetro

O calorímetro caseiro, baseado na estrutura de uma caixa de leite, busca aproveitar as camadas isolantes (geralmente papelão, alumínio e polietileno) da embalagem cartonada para reduzir a troca de calor com o ambiente.

#### 1. Preparação da Caixa de Leite (Revestimento/Isolamento)

- a) Corte a parte superior da caixa (a que costuma ser usada para abrir) na horizontal e descarte-a. A caixa deve formar um recipiente aberto em uma das extremidades.
- b) Opcional: Para melhorar o isolamento, forre o interior da caixa com papel alumínio (com o lado brilhante para dentro) ou isopor fino.
- c) Abertura na parte da frente: Faça uma abertura de tamanho razoável na parte lateral ou frontal da caixa, perto da base, que permitirá a colocação e ignição da fonte de calor (ex: o alimento a ser queimado).

#### 2. Posicionamento do Tubo de Ensaio:

- a) Meça uma quantidade conhecida de água (por exemplo, 10 mL ou 20 mL, dependendo do tamanho do tubo de ensaio) e coloque-a dentro do tubo de ensaio.
- b) Introduza o termômetro dentro do tubo de ensaio, imerso na água. Atenção: O termômetro não deve tocar o fundo ou as paredes do tubo.
- c) Se necessário, crie uma “tampa” improvisada (por exemplo, com papelão ou pedaço da própria caixa) para o tubo de ensaio, com um pequeno furo para o termômetro, para reduzir a perda de calor da água para o ar.

### 3.6 Aplicação (Exemplo: Medição de Energia de um Alimento)

Este tipo de calorímetro é frequentemente usado para estimar a energia calórica (calorias) liberada na queima de um alimento, como um amendoim. Este tipo de calorímetro é frequentemente usado para estimar a energia calórica (calorias) liberada na queima de um alimento, como um amendoim.

#### 1. Medir as Temperaturas:

- a) Anote a temperatura inicial ( $T_{inicial}$ ) da água no tubo de ensaio.
2. Queima do Alimento:
- Coloque o alimento (ex: um amendoim preso em um arame) em um suporte de ignição (pode ser um pedaço de rolha ou isopor com um clipe esticado) e posicione-o na abertura da frente do calorímetro. Coloque o alimento (ex: um amendoim preso em um arame) em um suporte de ignição (pode ser um pedaço de rolha ou isopor com um clipe esticado) e posicione-o na abertura da frente do calorímetro.
  - Acenda o alimento com um palito de fósforo ou vela, e rapidamente introduza-o na abertura frontal, sob a base do tubo de ensaio com água.
  - Deixe o alimento queimar completamente. O calor liberado aquecerá a água.
3. Medir a Temperatura Final:
- Após a queima total do alimento e a estabilização da temperatura, anote a temperatura final ( $T_{final}$ ) da água.
  - Calcule a variação de temperatura :  $T = T_{final} - T_{inicial}$ .

## 3.7 Cálculos envolvidos

O calor ( $Q$ ) recebido pela água e, idealmente, pelo calorímetro pode ser calculado pela equação do **Calor Sensível** (chamada de equação fundamental da calorimetria, ou “Que MaCeTe”):

$$Q = mcT, \quad (3.1)$$

onde

- $Q$  é o calor recebido pela água (em calorias, cal).
- $m$  é a massa da água (em gramas, g).
- $c$  é o calor específico da água (1 cal/g).
- $T$  é a variação de temperatura (graus Celsius).

Considerações:

- Em um calorímetro caseiro, o valor de  $Q$  calculado é apenas uma estimativa da energia liberada, pois uma quantidade significativa de calor é perdida para o ar, para a caixa de leite e para o tubo de ensaio (que também absorvem calor, mas que não foram incluídos no cálculo simples).
- Em experimentos mais detalhados, é preciso considerar a Capacidade Térmica do Calorímetro (cal), ou seja, a energia que o próprio calorímetro (caixa, tubo, etc.) absorve. A fórmula completa seria:  $Q_{total} = Q_{água} + Q_{calorímetro}$ .
- A energia liberada pelo alimento (Ealimento) é igual ao calor total absorvido:  $E_{alimento} = Q_{total}$ .

## 3.8 Conclusão

O calorímetro caseiro com caixa de leite e tubo de ensaio é uma ferramenta didática eficiente que demonstra os princípios básicos da calorimetria. Embora apresente limitações de precisão devido às perdas de calor para o ambiente, ele permite aos estudantes visualizar a transferência de energia e aplicar as fórmulas fundamentais de cálculo de calor, tornando o estudo de termodinâmica mais concreto e acessível.

## 3.9 Questionário

### 3.9.1 Parte I: Questões de Múltipla Escolha e Conceituais

#### 3.9.1.1 Questão

Qual é a principal função da caixa de leite (embalagem cartonada longa vida) no calorímetro caseiro, do ponto de vista da termodinâmica?

- A. Servir como fonte de calor inicial.
- B. Atuar como um agente misturador para a água.
- C. Maximizar a transferência de calor para o ambiente.
- D. Reduzir a perda de calor por meio do isolamento térmico.
- E. Reagir quimicamente com o tubo de ensaio, estabilizando a temperatura.

#### 3.9.1.2 Questão

O tubo de ensaio, que contém a água e o termômetro, é o receptor direto da energia liberada pela fonte de calor (ex: um amendoim queimando). Qual fenômeno físico explica o aquecimento da água nessa montagem?

- A) Condução, pois o calor se propaga através das paredes do tubo de ensaio para a água, e radiação, proveniente da chama.
- B) Apenas Convecção, pois a água circula dentro do tubo.
- C) Apenas Radiação, pois o calor da chama atinge o tubo sem contato direto.
- D) Condução, Radiação e Convecção (na água).
- E) Apenas o trabalho realizado pela chama, que aumenta a energia interna da água.

**3.9.1.3 Questão**

Na fórmula fundamental da calorimetria ( $Q=mcT$ ), o termo T representa a variação de temperatura. Se 20 mL de água (assumindo densidade de 1 g/mL) sofrem um aumento de temperatura de 15gC durante um experimento, e o calor específico da água é 1 cal/gC, qual é o valor de calor mínimo absorvido (Qágua) pela água?

- A. 35 cal
- B. 20 cal
- C. 300 cal
- D. 150 cal
- E. 200 cal

**3.9.1.4 Questão**

A principal limitação do calorímetro caseiro (feito com caixa de leite, tubo de ensaio e termômetro) para medir a energia de um alimento, em comparação com um calorímetro de bomba de nível laboratorial, é que o modelo caseiro:

- A. Utiliza água em vez de óleo como fluido térmico.
- B. Permite grande perda de calor para o ambiente (sistema não ideal).
- C. Não permite a medição da massa inicial do alimento.
- D. Possui capacidade térmica nula, distorcendo o resultado.
- E. Não utiliza a unidade caloria (cal) em seus cálculos.

**3.9.2 Parte II: Questões Dissertativas e de Análise****3.9.2.1 Questão**

Defina o conceito de Capacidade Térmica (C) de um corpo e explique por que é crucial desconsiderar (ou minimizá-la) a Capacidade Térmica do calorímetro caseiro (do tubo de ensaio e da caixa) para que os resultados do experimento sejam mais próximos do calor real liberado pela fonte.

**3.9.2.2 Questão**

Um estudante mede a massa de 20 g de amendoim antes da queima. A massa final residual após a queima é de 19,5 g. O calorímetro caseiro contendo 50 g de água sofre uma variação de temperatura (T) de 10C. Se a água absorveu 500 cal ( $Q=50 \text{ g} \cdot 1 \text{ cal/gC} \cdot 10\text{C}$ ), calcule a quantidade de energia (em cal/g) liberada pelo amendoim considerando apenas o calor absorvido pela água.

### 3.9.2.3 Questão

O calorímetro ideal é um sistema isolado. No calorímetro caseiro, a perda de calor ocorre principalmente por dois mecanismos (além da condução para a estrutura). Quais são esses mecanismos e como a montagem com a caixa de leite e o tubo de ensaio busca atenuar a perda de calor do tubo para o ambiente?

### 3.9.2.4 Questão

Considere que, em um experimento mais preciso, a Capacidade Térmica do tubo de ensaio ( $C_{tubo}$ ) e da caixa de leite ( $C_{caixa}$ ) em conjunto é de 20 cal/C. Se a variação de temperatura foi de 10C e o calor absorvido pela água foi 500 cal (conforme a Questão 6), calcule o calor total ( $Q_{total}$ ) liberado pela fonte de calor neste sistema não ideal.

### 3.9.2.5 Questão

Explique, usando os conceitos de calorimetria, por que o termômetro não deve tocar o fundo do tubo de ensaio durante a medição.

### 3.9.2.6 Questão

Qual seria o impacto no valor do calor específico calculado para uma amostra (em um experimento de troca de calor) se o calorímetro caseiro fosse montado com uma caixa de leite sem o forro de alumínio interno (que é a camada reflexiva da embalagem)? Justifique sua resposta.

## 3.10 Gabarito e resolução detalhada

### 3.10.1 Parte I: Respostas

Questão	Resposta correta
1	D
2	D
3	C
4	B

### 3.10.2 Parte II: Questões Dissertativas e de Análise

#### 3.10.2.1 Questão 5: Capacidade Térmica (C)

A Capacidade Térmica é o calor necessário para variar a temperatura de um corpo em um grau. É crucial minimizá-la porque o calor absorvido pelo calorímetro (tubo e caixa) não é contabilizado, levando a uma subestimação do calor total liberado pela fonte se essa capacidade for alta.

**3.10.2.2 Questão 6: Energia por Grama**

A massa queimada é de 0,5 g (20 g 19,5 g). Se a água absorveu 500 calorias, a energia liberada é:  $500 \text{ cal}/0,5 \text{ g} = 1000 \text{ cal/g}$ . Questão 7: Mecanismos de Perda e Atenuação Os principais mecanismos de perda são Convecção (pelo ar) e Radiação (ondas de calor). A caixa de leite, com sua camada de alumínio, ajuda a refletir a radiação de volta para dentro do sistema e a conter o ar, minimizando a perda por convecção.

**3.10.2.3 Questão 8: Cálculo do Calor Total**

O calor total é a soma do calor da água e do calor absorvido pelo calorímetro. Calor do Calorímetro:  $20 \text{ cal} \times 100 = 200 \text{ cal}$  Calor Total:  $500 \text{ cal} + 200 \text{ cal} = 700 \text{ calorias}$

**3.10.2.4 Questão 9: Posição do Termômetro**

O termômetro deve medir a temperatura da água, e não a do tubo de ensaio. Se tocar o fundo, medirá a temperatura da parede sólida, que é mais quente e sobe mais rápido, resultando em leituras incorretas e superestimadas do calor absorvido.

**3.10.2.5 Questão 10: Impacto da Ausência do Alumínio**

O valor do calor específico calculado seria menor do que o valor real. Sem a camada de alumínio (reflexiva), haveria maior perda de calor por Radiação para o ambiente. Consequentemente, o calor absorvido pela água seria menor, subestimando o calor específico da amostra testada.

20 CAPÍTULO 3. CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM CALORÍMETRO CASEIRO COM CAIXA DE LEITE

## **Capítulo 4**

# **FILTRO DE ÁGUA - Dois sistemas: Decantação e filtro**

### **4.1 Autor: Denizar**

### **4.2 Introdução**

A água é um recurso essencial para a vida e sua qualidade está diretamente ligada à saúde e ao bem-estar da população. No entanto, nem sempre a água disponível para consumo encontra-se em condições seguras para todas as pessoas, sendo necessária a utilização de processos de tratamento e filtragem para garantir sua potabilidade. Compreender esses métodos é fundamental não apenas para a aprendizagem científica, mas também para o desenvolvimento da consciência ambiental e da responsabilidade social.

Podemos definir consciência ambiental como sendo a tendência de um indivíduo em se posicionar frente aos assuntos relativos ao meio ambiente de uma maneira a favor ou contra [Gonçalves-Dias et al., 2009], nesse contexto significa a consciência do indivíduo entender que a água para consumo é limitada e que por isso precisamos evitar o desperdício.

Já a responsabilidade social está ligada a forma como o indivíduo age no sentido de preservar a água, onde ele tem clareza de que pequenas ações do dia a dia podem impactar no meio ambiente. Como exemplo podemos citar: evitar deixar a torneira aberta e descartar o lixo corretamente.

Portanto, aprender sobre a filtragem e o tratamento da água não é só um estudo científico, é também uma maneira de refletir sobre como podemos cuidar melhor do planeta e da sociedade. Dessa forma, cada um de nós pode ser parte da mudança para um mundo mais saudável e sustentável.

Diante disso, esse trabalho tem como objetivo apresentar a importância da água tratada para o consumo humano, destacando os diferentes métodos de separação e filtragem existentes, sendo eles físicos, químicos e biológicos. O método físico é aquele que retira as impurezas sólidas da água sem alterar sua composição química. Exemplo a filtração com areia e cascalho que quando a água passa por camadas de areia e pedras, as partículas ficam retidas, fazendo com que a água fique limpa. O método químico, usa reações químicas ou substâncias para remover possíveis contaminações. Como

exemplo, podemos citar o uso de cloro e o uso de carvão ativado. Já o método biológico, utiliza seres vivos, principalmente micro-organismos para degradar poluentes. Exemplo: Biorremediação de filtros biológicos, muito usados em tratamento de esgoto.

### 4.3 Objetivos

- Apresentar a importância da água tratada para o consumo humano, destacando a sua relevância em nossas vidas e no ecossistema;
- Adquirir conhecimentos sobre técnicas de tratamento caseiro de água.

### 4.4 PARTE EXPERIMENTAL (física e química)

Primeiramente é importante falar sobre os elementos químicos que formam a água, sua origem, sua importância e onde é encontrada. Também contextualizar as formas de filtragem conhecidas (físico, químico e biológico). Demonstrar aos alunos os métodos de filtragem de água: Filtragem por Decantação (neste método, demonstramos como separar partículas sólidas em suspensão, deixando a água em repouso até que os resíduos se depositem no fundo do recipiente) e Filtragem com Sistema Caseiro (montar um sistema de filtragem utilizando os seguintes materiais: Bomba de máquina de lavar roupa, Mangueiras transparentes, Recipientes transparentes e Elementos filtrantes: algodão, carvão ativado, areia fina e pedra brita. Esse sistema simula um filtro doméstico, mostrando como cada camada atua na retenção de impurezas da água). Os alunos podem ser divididos em grupos de 3 a 4 integrantes, onde cada grupo receberá materiais diversos, como: garrafas PET, areia, pedras, carvão, algodão, copos descartáveis, grama, madeiras, panos entre outros. O objetivo é que eles usem a criatividade para construir seu próprio filtro de água funcional, aplicando os conceitos aprendidos na parte teórica e nas demonstrações. Cada grupo terá um tempo estipulado para apresentar o modelo de filtro criado, bem como explicar os materiais utilizados e assim demonstrar a passagem da água pelo filtro e comentar o que aprenderam com a experiência.

#### 4.4.1 Materiais utilizados

- Garrafas PET;
- Areia;
- Pedras;
- Carvão;
- Algodão;
- Madeiras;
- Bicos de câmara de pneu;
- Mangueiras.

#### 4.4.2 Procedimento experimental

Para a confecção desse filtro caseiro será utilizado os seguintes materiais: dois pedaços de madeira: 1 de aproximadamente 1,50 cm e outro de 0,50 cm, uma base de madeira (ou outro tipo de material), 4 garrafas pet, 4 parafusos para fixar a garrafa e 4 mangueira de aproximadamente 4 mm, com 50 cm, 6 bicos de câmera de pneu que serão usados para fixar as mangueiras nas garrafas. Modo de decantação: Aproximadamente de 8 a 10 cm de distância entre um litro e outro para que ocorra a decantação que é o processo onde os resíduos ficarão na parte baixa do filtro. São três sistemas de decantação, sendo o quarto pet é o filtro. O filtro será feito também existindo um sistema de decantação, ficando a parte de saída da água a uma altura de 08 a 10 cm, contendo em primeira camada aproximadamente 1kg de pedra, na segunda camada 1 kg de areia, na terceira camada carvão, na quarta camada filtro de café e se preferir colocar algodão na última saída de água. Ressaltando que todos esses materiais, exceto a madeira, terá que ser higienizado, areia, pedra e carvão, terão que ser limpos e secos. Os bicos de conexão entre a mangueira e outra precisam ser lavados e esterilizados.

Rascunho

Figura 4.1: ...

## 4.5 Questionário

### 4.5.1 Qual é o principal objetivo de filtrar a água?

Resposta: O objetivo é tratar a água para o consumo humano.

### 4.5.2 Quais são os três tipos de tratamento da água citados e como funcionam?

Resposta:

- Físico: remove impurezas sólidas sem alterar a composição da água (ex: filtração com areia e cascalho).
- Químico: utiliza substâncias ou reações químicas para eliminar contaminações (ex: uso de cloro e carvão ativado).
- Biológico: emprega micro-organismos para degradar poluentes (ex: biorremediação em filtros biológicos).

### 4.5.3 Como funciona o processo de decantação demonstrado no experimento?

Resposta: A decantação ocorre quando a água é deixada em repouso, permitindo que as partículas sólidas mais pesadas se depositem no fundo do recipiente, separando-se da parte líquida.

### 4.5.4 Quais materiais são usados na montagem do filtro caseiro?

Resposta: São utilizados garrafas PET, areia, pedras, carvão, algodão, madeiras, bicos de câmara de pneu e mangueiras. Esses materiais formam as camadas filtrantes e o sistema de passagem da água.

### 4.5.5 Quais são as camadas do filtro?

Resposta: O filtro é formado por quatro camadas, sendo elas: pedra, areia, carvão e filtro de café e algodão.

### 4.5.6 Qual a função da pedra no filtro?

Resposta: A camada de pedras serve para reter partículas grandes;

# **Capítulo 5**

## **Felipe Miguel Patchek Franco**

### **5.1 Autor: Felipe Miguel Patchek Franco**

### **5.2 Introdução**

O experimento da alavanca visa explorar as leis fundamentais da física, especialmente o Princípio da Alavanca, que está relacionado ao conceito de momento de força. A alavanca é uma máquina simples que permite a ampliação de uma força, facilitando a realização de trabalho. Esse experimento tem como objetivo verificar a relação entre a força aplicada, a distância entre o ponto de apoio e o ponto de aplicação da força, e a equação que descreve o equilíbrio da alavanca. O estudo da alavanca é um exemplo clássico de como os conceitos de física, como força, torque e equilíbrio, podem ser aplicados no dia a dia e em diversas máquinas e dispositivos. De forma simples, ao mover um ponto de apoio, podemos alterar a quantidade de força necessária para equilibrar objetos pesados, facilitando o trabalho humano.

### **5.3 Objetivos**

- Compreender o conceito de alavanca e sua aplicação prática.
- Estudar a relação entre força, distância e ponto de apoio, conforme a Lei da Alavanca.
- Determinar a condição de equilíbrio de uma alavanca.
- Verificar a fórmula de equilíbrio de uma alavanca (fórmula de momentos).

### **5.4 Parte experimental**

#### **5.4.1 Materiais utilizados**

- 1 base de papelão firme (para servir de suporte)

- 1 tira de papelão (aproximadamente 25–30 cm de comprimento)
- 1 pincel, lápis ou canudo rígido (para atuar como fulcro/ponto de apoio)
- 2 tampinhas de garrafa PET e tampinhas de tinta Guache (uma para cada extremidade da alavanca)
- 3 moedas (duas coladas em uma tampinha e uma na outra)
- Fita adesiva transparente ou cola quente (para fixação)
- Tesoura ou estilete (para cortar o papelão)
- Régua e caneta (para medir e marcar as distâncias)
- (Opcionais) massinha de modelar para ajuste de pesos ou equilíbrio e papéis EVA para decorar.

#### 5.4.2 Procedimento experimental

1. Preparação da base: Inicialmente, foi recortado um pedaço de **papelão** utilizando **tesoura**, que serviu como base de sustentação da montagem.

Rascunho

Figura 5.1: ...

2. Montagem dos suportes: Em seguida, foram recortados e colados **dois suportes verticais de papelão** sobre a base, deixando entre eles um espaço para posicionar o pincel, que funcionou como o **fulcro (ponto de apoio)** da alavanca. Os suportes foram colados com fita adesiva e cola, e o pincel foi **perfurado** e encaixado nos suportes, de modo que pudesse girar livremente.

# Rascunho

Figura 5.2: ...

3. Construção da barra da alavanca: Foi cortado mais um pedaço retangular de papelão, que serviu como a barra da alavanca. Essa barra foi apoiada sobre o pincel, centralizada de modo que pudesse se equilibrar.
4. Fixação dos pesos: Em cada extremidade da barra de papelão, foi colada uma tampinha de garrafa PET. Em uma das tampinhas foram coladas duas moedas, representando um maior peso (força). Na outra tampinha foi colada apenas uma moeda, representando o menor peso.
5. Observação do funcionamento: A alavanca foi posicionada sobre o fulcro (pincel) e observou-se que o lado com duas moedas desceu, enquanto o lado com uma moeda subiu, demonstrando o desequilíbrio inicial. Ao mover o ponto de apoio ligeiramente em direção ao lado mais pesado, foi possível restabelecer o equilíbrio.

Rascunho

Figura 5.3: ...

Rascunho

Figura 5.4: ...

Rascunho

Figura 5.5: ...

6. Conclusão visual: O experimento permitiu observar de forma simples e prática o princípio da alavanca, mostrando que o equilíbrio depende da relação entre força e distância em relação ao ponto de apoio. Observou-se que o peso indicada na balança variou quando o anel foi colocado, demonstrando que houve mudança na força exercida sobre ela.

# Rascunho

Figura 5.6: ...

## 5.5 Questionário

1. Qual é o objetivo do experimento realizado?

O objetivo do experimento é demonstrar, de forma simples e prática, o princípio da alavanca, observando como o peso e a distância do ponto de apoio influenciam no equilíbrio e no movimento da barra.

2. Que função o pincel desempenha na montagem da alavanca?

O pincel atua como o fulcro ou ponto de apoio da alavanca. É em torno dele que a barra de papelão gira, permitindo o movimento de sobe e desce entre os dois lados.

3. O que acontece quando há duas moedas de um lado e uma do outro?

O lado com duas moedas fica mais pesado e desce, enquanto o lado com uma moeda fica mais leve e sobe. Isso ocorre porque a força peso é maior no lado das duas moedas.

4. Como é possível equilibrar o sistema mesmo com pesos diferentes?

Para equilibrar o sistema, basta mover o ponto de apoio (pincel) mais próximo do lado mais pesado. Assim, o braço de alavanca do lado mais leve fica maior e compensa a diferença de peso, equilibrando os torques.

5. Escreva a expressão matemática que representa o equilíbrio de uma alavanca.

A relação de equilíbrio é dada por

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2, \quad (5.1)$$

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2, \quad (5.2)$$

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2 \quad (5.3)$$

onde  $F$  é a força (ou peso) e  $d$  é a distância até o fulcro.

6. Cite dois exemplos de alavancas que usamos no dia a dia.

- Tesoura – o fulcro é o parafuso no centro.
- Alicate – o fulcro é a articulação entre os cabos. Outros exemplos possíveis são gangorra, abridor de garrafa e chave de roda.

7. Quais fatores podem causar erro experimental?

- O atrito entre o pincel e o papelão.
- Desalinhamento do fulcro.
- Peso desigual das tampinhas ou do papelão.
- Fixação incorreta das moedas. Esses fatores podem impedir que o equilíbrio ocorra exatamente como previsto.

8. De que forma este experimento contribui para a aprendizagem prática da Física?

O experimento ajuda a visualizar conceitos abstratos da Física, como torque, equilíbrio e força. Ele torna o aprendizado mais concreto e participativo, permitindo ao aluno experimentar e compreender o funcionamento de uma máquina simples.

9. Qual a importância da curricularização da extensão em atividades como esta?

A curricularização da extensão permite aproximar o ensino da realidade da comunidade, mostrando que a Física está presente em situações do dia a dia. Além disso, promove a criatividade, a sustentabilidade e o trabalho em equipe, valores importantes para a formação integral do estudante.

# Capítulo 6

## Disco de Newton (Círculo Cromático de Newton)

### 6.1 Autora: Joivana de Fátima Rodrigues Lau

### 6.2 Introdução

O disco de Newton também conhecido como círculo cromático de Newton é um experimento amplamente reconhecido no campo da Física. A decomposição da luz observada no disco de Newton está intrinsecamente ligada ao experimento realizado por Isaac Newton com um prisma. Consiste em um disco colorido que incorpora as cores primárias do espectro visível, a saber, vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

A cor é uma característica física dos objetos, relacionada às suas propriedades de refração em diferentes comprimentos de onda [Finlay, 2004]. Cada comprimento corresponde a uma cor específica do espectro cromático, que é a decomposição da luz visível. Esse espectro abrange tons que vão do vermelho ao azul violeta, com comprimentos além do vermelho sendo infravermelhos e abaixo do azul violeta ultravioleta, ambos invisíveis. Os comprimentos de onda refletidos pelos objetos entram nos nossos olhos e são interpretados pela retina, que forma a imagem que percebemos. Quando o disco é colocado em rotação a altas velocidades, observa - se a composição da luz branca.

Em estado estacionário, a separação das cores é claramente perceptível; no entanto, ao girar o disco, as cores se misturam, resultando na aparência de um disco branco. Newton utilizou este dispositivo para evidenciar que a combinação das cores visíveis resulta na cor branca.

A decomposição da luz observada no disco de Newton está intrinsecamente ligada ao experimento realizado por Isaac Newton com um prisma. Newton evidenciou que a luz branca é constituída por diversas cores que, ao serem refratadas pelo prisma, formam o espectro visível. No disco de Newton, o fenômeno ocorre de maneira inversa: ao girar rapidamente o disco que contém as cores do arco-íris, as cores se amalgamam e nossos olhos percebem novamente a luz branca, demonstrando que a combinação das cores pode restituir a luz original.

Adicionalmente, é fundamental distinguir entre dois tipos de mistura de cores. Na mistura aditiva, que se dá com fontes de luz, as cores primárias (vermelho, verde e azul) se somam para gerar novas tonalidades, resultando na luz branca quando combinadas em sua totalidade. Na mistura subtrativa, que ocorre com pigmentos ou tintas, as cores primárias (ciano, magenta e amarelo) absorvem parte da luz; ao serem misturadas, tendem a produzir uma tonalidade próxima ao preto, uma vez que se dá a subtração das componentes luminosas refletidas.

### 6.3 Objetivos

- Visualização da composição da luz em razão do fenômeno da persistência da luz
- Compreender o fenômeno de decomposição da luz branca e sua recomposição através das sete cores do espectro visível (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta). E reconhecer que a luz branca resulta da soma das cores que compõem o espectro.
- Relacionar o experimento ao estudo da óptica e física da luz.

-Relacionar a experiência ao conceito de síntese aditiva de cores da luz.

### 6.4 Parte experimental

#### 6.4.1 Materiais utilizados

Uma cartolina branca ou papelão, marcadores ou tinta com as cores vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta, cola branca, tesoura, régua, compasso, lápis, furador de papel, fita de qualquer tipo (adesiva, isolante ou de vedação), uma base de MDF 26 x 16, uma placa de MDF 16x6, 4 parafusos, bateria 24 V, motor 12 V, serra circular, dois fios de cobre, serra copo e parafusadeira.

#### 6.4.2 Procedimento experimental

##### 6.4.2.1 Preparação da base

1. Corte um MDF 26 x 16. Com o serra copo, faça um círculo no centro da madeira.
2. Acople o motor de 12v.
3. Insira uma das pontas do fio de cobre na parte positiva do motor e a outra ponta no terminal na parte negativa.
4. Corte um novo MDF 16x6 para servir como base, parafuse essa madeira menor na parte inferior da madeira maior.

**6.4.2.2 Preparação do disco**

1. Com o compasso, faça um círculo na folha de cartolina e um círculo no papelão . O tamanho aqui não é importante, porém, se o disco for muito grande, o efeito da composição da luz branca será menos visível;
2. Com a régua e o lápis, faça divisões triangulares no círculo da folha de cartolina, todas com o mesmo tamanho, como uma pizza.
3. Pinte os triângulos e certifique-se de todo o espaço estar totalmente colorido e sem falhas; 4. Faça um pequeno furo circular no centro dos círculos com o furador de papel.Passe cola branca e faça um apoio com um novo circulo de papelão.
4. Acople esse disco na haste do motor de 12V. Na sequência conecte uma das pontas do fio de cobre ao polo positivo e a outra ponta ao polo negativo da bateria de 24V.
5. Finalmente é só garantir a rotação do disco. Quanto mais rápido o disco girar, maior será o efeito da composição da luz branca sobre os nossos olhos.

Rascunho

Figura 6.1: Disco de Newton estático, com as sete cores separadas utilizado para demonstrar a composição da luz branca.

Rascunho

Figura 6.2: Montagem do disco de Newton.

# Rascunho

Figura 6.3: Montagem experimental do Disco de Newton conectado a um motor elétrico de 12 volts, alimentado por uma bateria de 24 volts, permitindo alta rotação para demonstrar a mistura das cores e a formação da cor branca.

Rascunho

Figura 6.4: Disco de Newton em movimento. Ao girar, as cores se misturam visualmente, resultando na percepção de cor branca.

## 6.5 Questionário

1. O que é o Disco de Newton ? A luz branca é formada por quais cores?
2. O que se observa quando o disco está parado? E quando o disco está girando rapidamente?
3. Explique por que o disco parece ficar branco quando gira, mesmo estando pintado com várias cores.
4. Qual a diferença entre a mistura de cores de luz (adição) e a mistura de cores de tinta (subtração)?
5. Como esse experimento pode ser relacionado ao arco-íris?
6. Se o disco de Newton fosse pintado com cores desiguais (por exemplo, mais vermelho e menos azul), o que mudaria na observação ao girar?
7. Explique, com suas palavras, a importância desse experimento para a compreensão da natureza da luz.



# **Capítulo 7**

## **Capacitor caseiro Garrafa de Leiden**

### **7.1 Autora: Sabrina Vitoria Wersel**

### **7.2 Introdução**

A garrafa de Leiden é um capacitor caseiro que pode ser facilmente construído com materiais simples, permitindo armazenar energia elétrica. Consiste em um recipiente isolante (vidro ou plástico) com um condutor interno e um externo. Para usá-la, conecta-se o condutor interno a uma fonte eletrostática para acumular cargas elétricas; quando o contato é feito com a camada externa, a energia é liberada, produzindo uma descarga, ou seja, uma faísca.

A bilha de Leiden, também conhecida como Garrafa de Leiden, é um dispositivo histórico que desempenhou um papel importante no desenvolvimento da eletricidade. Inventada no século 18 pelo físico Pieter Van Musschenbroek, esta garrafa consiste em um recipiente de vidro com revestimento interno e externo de metal, separados por um isolante. Seu descobrimento revolucionou o campo da eletrostática e ajudou a avançar no estudo da eletricidade.

### **7.3 Objetivos**

- Explicar o funcionamento da garrafa de Leiden de forma clara e acessível, como a garrafa acumula carga elétrica e como isso está relacionado ao princípio da eletricidade estática;
- Despertar o interesse dos alunos pelo estudo da eletricidade, através de atividades práticas e interativas;
- Explorar as aplicações históricas da Garrafa de Leiden, em como auxiliou em descobertas científicas;

## 7.4 Parte experimental

### 7.4.1 Materiais utilizados

- Um recipiente: Pode ser uma garrafa de vidro, pote de plástico ou caixa de comprimidos.
- Papel alumínio
- Palito de madeira
- Cola quente
- Bola de pingue-pongue
- Fio de cobre
- Fita isolante

### 7.4.2 Procedimento experimental

- a. revestir o pote de plástico com papel alumínio por dentro e por fora;
- b. Cortar o palito de madeira até o tamanho do recipiente usado
- c. fazer um furo na tampa do pote e na bolinha de pingue pongue;
- d. fixar o palito de madeira dentro do furo da bolinha, em seguida revestir a bolinha com papel alumínio e colar uma das extremidades do fio de cobre no palito de modo que encoste no papel alumínio da bolinha de pingue-pongue;
- e. atravessar a outra extremidade do palito dentro da tampa do recipiente;
- f. fixar a outra extremidade do fio de cobre no papel alumínio de dentro do pote;
- g. atritar um cano de pvc com papel, (ou uma bexiga de plástico sobre os cabelos) em seguida encostar o material atritado sobre a esfera de alumínio para a passagem de cargas.

## 7.5 Questionário

1. Por que a garrafa de leiden consegue armazenar energia?
2. Explique porque levamos um choque quando tocamos na esfera de alumínio da garrafa de leiden.
3. Em termos de eletricidade, o que acontece quando atritamos o cano de pvc com um papel toalha?

# Capítulo 8

## Experimento de Refração de luz: Seta invertida

### 8.1 Autor: Vinicius Alady Jankovski

### 8.2 Introdução

A luz é um dos fenômenos naturais mais fascinantes e essenciais para a nossa percepção do mundo. Entre os diversos comportamentos que ela apresenta, a refração se destaca por sua capacidade de alterar a trajetória da luz ao atravessar diferentes meios, como o ar, a água ou o vidro. Esse fenômeno está presente em diversas situações do cotidiano — desde o aparente “quebra” de um lápis dentro de um copo com água até o funcionamento de lentes em óculos, câmeras e microscópios.

Nesta apostila, exploraremos a refração de forma prática e visual por meio do experimento conhecido como Seta Invertida. Com materiais simples e acessíveis, será possível observar como a luz pode criar ilusões ópticas surpreendentes, invertendo a direção de uma imagem ao passar por um copo com água. Além de despertar a curiosidade, esse experimento ajuda a compreender conceitos fundamentais da óptica e estimula o pensamento científico por meio da observação e da análise.

### 8.3 Objetivos

- Demonstrar como a refração da luz pode causar a inversão aparente de uma imagem ao passar por diferentes meios (vidro e água).
- Identificar como a refração pode alterar a trajetória da luz e a percepção visual de objetos.
- Demonstrar, por meio de um experimento simples, como a refração pode gerar ilusões de ótica.
- Relacionar o comportamento da luz com aplicações práticas em lentes, óculos e instrumentos ópticos.
- Aplicar conceitos da física óptica para explicar fenômenos visuais do cotidiano.

## 8.4 Parte experimental

### 8.4.1 Materiais necessários

- 1 copo de vidro transparente (cilíndrico)
- Água
- 1 folha de papel
- Caneta ou marcador
- Fita adesiva (opcional)

### 8.4.2 Procedimento experimental

1. Desenhe a seta Na folha de papel, desenhe uma seta horizontal grande (). Você pode fazer várias setas apontando para o mesmo lado para reforçar o efeito.
2. Fixe o papel Cole o papel na parede ou em uma superfície vertical, na altura dos olhos. Certifique-se de que a seta esteja visível através do copo.
3. Posicione o copo vazio Coloque o copo vazio entre seus olhos e o papel com a seta. Observe a seta através do copo — ela deve parecer normal.
4. Adicione água ao copo Encha o copo com água até o topo. Agora olhe novamente através do copo.

### 8.4.3 Observação

A seta aparecerá invertida, apontando para o lado oposto (). Isso acontece por causa da refração da luz — a luz que passa pelo vidro e pela água é desviada, criando uma imagem invertida.

### 8.4.4 Explicação científica

- A luz viaja em linha reta, mas muda de direção ao passar de um meio para outro (como do ar para a água).
- O copo cilíndrico com água atua como uma lente convergente, que pode inverter a imagem dependendo da curvatura e da posição do observador.
- Esse fenômeno é um exemplo claro de refração, que ocorre quando a luz muda de velocidade ao atravessar diferentes materiais.

## 8.5 Atividades complementares

- Teste com diferentes formatos de copo (quadrado, cônico).
- Use outros desenhos além da seta (palavras, números).
- Meça a distância em que a inversão ocorre com maior nitidez.

## 8.6 Aplicações do Fenômeno

- Lentes de óculos e câmeras
- Microscópios e telescópios
- Óptica médica (como lentes intraoculares)
- Ilusões ópticas e arte visual

## 8.7 Conclusão

Esse experimento simples mostra como a refração pode alterar nossa percepção visual. É uma ótima forma de introduzir conceitos de óptica e física de maneira prática e divertida.

## 8.8 Questionário

1. O que é refração da luz?

Resposta: Refração é o fenômeno físico que ocorre quando a luz muda de velocidade ao passar de um meio para outro, como do ar para a água, fazendo com que ela mude de direção.

2. Por que a seta parece invertida quando observada através do copo com água?

Resposta: A imagem da seta se inverte devido à refração da luz pelas superfícies curvas do copo e pela água. A luz é desviada de forma que a imagem parece estar virada para o lado oposto.

3. Esse experimento é um exemplo de qual tipo de ilusão de ótica?

Resposta: É um exemplo de ilusão de ótica causada pela refração, onde a imagem percebida é diferente da real devido à mudança na trajetória da luz.

4. Cite uma aplicação prática da refração da luz no cotidiano

Resposta: A refração é usada em lentes de óculos, câmeras fotográficas, microscópios, telescópios e instrumentos ópticos em geral para corrigir ou ampliar imagens.



# Bibliografia

Victoria. Finlay. *Color : a natural history of the palette*. Random House Trade Paperbacks, 2004.  
ISBN 9780345444301.

Sylmara Lopes Francelino Gonçalves-Dias, Armindo dos Santos de Sousa Teodósio, Selma Carvalho, and Hermes Moretti Ribeiro da Silva. Consciência ambiental: um estudo exploratório sobre suas implicações para o ensino de administração. *RAE eletrônica*, 8, 6 2009. ISSN 1676-5648. doi: 10.1590/S1676-56482009000100004.

Juliana M. Hidalgo, Daniel De Medeiros Queiroz, and Dory H.A.L. Anselmo. O princípio de Pascal nos livros do pnld 2018: uma análise crítica multicontextual (histórica e conceitual). *Rivista Brasileira de Ensino de Física*, 43:e20210064, 2021. ISSN 1806-1117. doi: 10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0064. URL <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Xvvsv5LHkhBgmvz5PNMHy5H/?format=html&lang=pt>.