

**INSTITUTO FEDERAL**

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA  
CAMPUS SERRA TALHADA**

**ILMA OLIVEIRA VIANA DE LIMA**

**EXPLORANDO A CALORIMETRIA: UMA ABORDAGEM  
PRÁTICA COM EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO**

**SERRA TALHADA**

**2024**

**ILMA OLIVEIRA VIANA DE LIMA**

**EXPLORANDO A CALORIMETRIA: UMA ABORDAGEM  
PRÁTICA COM EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Serra Talhada, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador(a): Prof. Dr. Daniel Cesar de Macedo Cavalcante

SERRA TALHADA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

L732 Lima, Ilma Oliveira Viana de.

Explorando a calorimetria: uma abordagem prática com experimentos de baixo custo / Ilma Oliveira Viana de Lima. - Serra Talhada, 2024.  
55 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, 2024.

Orientação: Prof. Dr. Daniel Cesar Macedo Cavalcante.

1. Transmissão de calor. 2. Experimentos. 3. Ensino. 4. Baixo custo. I. Título.

CDD 536

---

ILMA OLIVEIRA VIANA DE LIMA

**EXPLORANDO A CALORIMETRIA: UMA ABORDAGEM PRÁTICA COM  
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovado em: 06/02/2024

Banca examinadora

**Daniel Cesar De  
Macedo Cavalcante**

Assinado digitalmente por Daniel Cesar De Macedo Cavalcante  
ND: OU=Campus Serra Talhada, O=IFSertãoPE, CN=Daniel Cesar De Macedo Cavalcante, E=daniel.cesar@ifsertao-pe.edu.br

Localização: Serra Talhada - PE  
Razão: Eu estou aprovando este documento

Foxit PDF Reader Versão: 2023.3.0

**Prof. Dr. Daniel Cesar de Macedo Cavalcante**  
IFSertãoPE – Campus Serra Talhada  
Orientador

Documento assinado digitalmente



**MARLUCE PEREIRA OLIVEIRA**

Data: 16/02/2024 12:16:18-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Profa. Dra. Marluce Pereira Oliveira**  
IFSertãoPE – Campus Serra Talhada  
Examinadora interna

**Marcelo George  
Nogueira da Costa**

Assinado digitalmente por Marcelo George  
Nogueira da Costa:06075146474  
DN: CN=Marcelo George Nogueira da Costa:  
06075146474, OU=IFSERTAOPE - Instituto Federal

do Sertao Pernambucano, O=ICPEdu, C=BR  
Razão: Eu estou aprovando este documento

Localização:  
Data: 2024.02.08 09:52:02

Foxit Reader Versão: 9.1.0

06075146474

**TAE. Me. Marcelo George Nogueira da Costa**  
IFSertãoPE – Campus Serra Talhada  
Examinador interno

**Guilherme Luiz de Oliveira Neto**

Assinado de forma digital por Guilherme Luiz de Oliveira Neto

Dados: 2024.02.08 19:44:55 -0300

**Prof. Dr. Guilherme Luiz de Oliveira Neto**  
IFPI – Campus Floriano  
Examinador externo

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha mãe, aos meus irmãos e familiares, amigos e professores, pela ajuda e incentivo para que eu concluísse o curso.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, primeiramente por ter me dado saúde e determinação para não desistir da realização deste trabalho e curso.

A minha mãe por sempre me ajudar e incentivar a concluir esse curso e ter paciência, sem a sua ajuda eu não teria chegado até aqui.

Aos meus irmãos, por sempre estarem ao meu lado.

Aos professores que sempre estiveram comigo, pelas correções, ensinamentos, conselhos e paciência que me permitiram ter um melhor desempenho ao longo do curso.

E em especial a Dona da Paz, Elisangela Maria, Dona Auriluce Carlos e Dona Maria, por sempre me darem conselhos, incentivos e por me mostrarem os melhores caminhos seguir.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma, no meu desenvolvimento e enriquecendo o meu processo de aprendizado.

## **EPÍGRAFE**

“Não importa o quanto você bate, mas sim o quanto aguenta apanhar e continuar. O quanto pode suportar e seguir em frente. É assim que se ganha.”

Rocky Balboa

## RESUMO

O presente trabalho visa apresentar uma série de experimentos de baixo custo destinados a auxiliar no ensino e aprendizagem de Física, com foco na área da termodinâmica e especificamente na Calorimetria. A proposta inclui cinco experimentos, cada um relacionado a um aspecto específico da Calorimetria, com o objetivo de proporcionar aos alunos uma compreensão prática e sólida dos conceitos abordados. O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma sequência de experimentos acessíveis, que abordem os principais conceitos de Calorimetria, e que possam ser montados pelos próprios alunos com o auxílio do professor. Pretende-se, assim, promover um maior envolvimento dos discentes com a disciplina de Física, fortalecendo o aprendizado por meio da prática e da experimentação. A metodologia adotada consiste em dividir os experimentos em cinco etapas distintas, cada uma correspondendo a um conceito específico de Calorimetria: introdução à calorimetria, condução térmica, convecção térmica, convecção em líquido e irradiação. Antes de cada experimento, o professor apresenta o conteúdo teórico correspondente aos alunos, fornecendo-lhes os conhecimentos necessários para compreender e realizar as atividades práticas propostas. Os experimentos são projetados para serem de baixo custo e podem ser montados com materiais facilmente disponíveis. Espera-se que a realização desses experimentos proporcione aos alunos uma compreensão mais profunda dos conceitos de Calorimetria, bem como uma maior familiaridade com os princípios da Física. A abordagem prática adotada visa estimular o interesse dos alunos pela disciplina, além de solidificar seu aprendizado por meio da experiência direta. Acredita-se que essa metodologia possa contribuir significativamente para a melhoria do ensino e aprendizagem de Física, tornando-o mais dinâmico, participativo e eficaz.

**Palavras-chave:** experimentos de baixo custo; calorimetria; ensino aprendizagem.

## **ABSTRACT**

The present work aims to present a series of low-cost experiments designed to assist in the teaching and learning of Physics, focusing on the area of thermodynamics and specifically Calorimetry. The proposal includes five experiments, each related to a specific aspect of Calorimetry, with the aim of providing students with a practical and solid understanding of the concepts covered. The main objective of this work is to develop a sequence of accessible experiments, which address the main concepts of Calorimetry, and which can be set up by the students themselves with the help of the teacher. The aim is, therefore, to promote greater involvement of students with the Physics subject, strengthening learning through practice and experimentation. The methodology adopted consists of dividing the experiments into five distinct stages, each corresponding to a specific concept of Calorimetry: introduction to calorimetry, thermal conduction, thermal convection, convection in liquid and irradiation. Before each experiment, the teacher presents the corresponding theoretical content to the students, providing them with the necessary knowledge to understand and carry out the proposed practical activities. The experiments are designed to be low cost and can be assembled with readily available materials. It is expected that carrying out these experiments will provide students with a deeper understanding of Calorimetry concepts, as well as greater familiarity with the principles of Physics. The practical approach adopted aims to stimulate students' interest in the subject, in addition to solidifying their learning through direct experience. It is believed that this methodology can significantly contribute to improving Physics teaching and learning, making it more dynamic, participatory and effective.

**Keywords:** low-cost experiments; calorimetry; teaching learning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Materiais necessários.....	19
Figura 2	– Experimento montado.....	19
Figura 3	– Materiais necessários.....	24
Figura 4	– Fixação das porquinhas.....	25
Figura 5	– Experimento montado.....	25
Figura 6	– Materiais necessários.....	30
Figura 7	– Preparação da Lata de Metal.....	30
Figura 8	– Montagem do cata-vento.....	31
Figura 9	– Experimento montado.....	32
Figura 10	– Materiais necessários.....	37
Figura 11	– Experimento montado.....	38
Figura 12	– Observação da correntes de convecção em líquidos.....	39
Figura 13	– Materiais necessários.....	44
Figura 14	– Experimento montado.....	45
Figura 15	– Execução do experimento.....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ENEM</b>	Exame Nacional do Ensino Médio
<b>MEC</b>	Ministério da Educação e Cultura
<b>PUC- SP</b>	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
<b>UNB- DF</b>	Universidade de Brasília
<b>ACAFE-SC</b>	Associação Catarinense das Fundações Educacionais
<b>UFES</b>	Universidade Federal do Espírito Santo
<b>UFRS</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>PUC-MG</b>	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
<b>UEA-AM</b>	Universidade do Estado do Amazonas
<b>FMABC-SP</b>	Faculdade de Medicina do ABC
<b>UNISA-SP</b>	Universidade Santo Amaro
<b>UNIFE</b>	Única Faculdade de Formação E Ensino
<b>PUC-RS</b>	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
<b>UNIFENAS</b>	Universidade de Alfenas
<b>UFRN</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
<b>UFSCAR</b>	Universidade Federal de São Carlos

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS .....	12
2.1 Objetivo Geral .....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	12
3.1 Comparando abordagens educacionais.....	13
3.2 Experimentos: Uso indispensável na compreensão da Física.....	15
4. PROPOSTA.....	17
4.1 Primeiro Experimento: Água em diferentes temperaturas.....	17
4.2 Segundo Experimento: Condução térmica em metais.....	22
4.3 Terceiro Experimento: Convecção térmica em gases.....	29
4.4 Quarto Experimento: Convecção em líquidos.....	36
4.5 Quinto Experimento: Corpo Negro.....	43
5. CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	54-55

## 1. INTRODUÇÃO

A física é vista por grande parte dos estudantes como uma matéria planejada em livros, com muitas equações para decorar, diversos cálculos, e que um aluno que não possui afinidade com números não aprenderá física. Contudo esta matéria não é composta exclusivamente por operações matemáticas, ela está presente em nosso cotidiano, por meio de fenômenos naturais, como o movimento de um carro, ferver água do café, o wi-fi, o telefone celular, e tantas outras atividades do nosso dia a dia, porém muitos não conseguem visualizar estas aplicações.

A dificuldade em aprender física, se dá por diversos fatores, tais como: abstração de conceitos, complexidade matemática, a falta de conexão do conteúdo ministrado a vida cotidiana, falta de recursos materiais e a qualificação dos professores. Por exemplo a abstração de alguns conceitos físicos, dificulta o entendimento do estudante, o fato da física envolver cálculos matemáticos, torna a disciplina temida pelos alunos que acabam, perdendo o interesse e concluindo erroneamente que a matéria é apenas um amontoado de números sem fim.

Além disso, a falta de professores licenciados na área prejudica a qualidade do ensino. De acordo com Soligo (2020): Se você sabe pouco, ensina pouco, mesmo que tenha boa vontade. Os alunos são curiosos, querem saber mais, mas o docente não será capaz de aprofundar o conhecimento. Ele está colocado num campo que não lhe pertence.

E assim o estudante pode acabar perdendo o senso investigativo, onde justamente a física deve atuar, Antonowiski (2017) destaca que:

A Física no ensino médio deve assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo onde se habita, logo é uma ciência que permite investigar os mistérios do mundo, compreender a natureza da matéria macroscópica e atômica.

Ademais Toulmin (1977) afirma que à teoria do conhecimento, a base da compreensão humana está nos conceitos. A falta da teoria impossibilita a compreensão, conceitos são a essência do desenvolvimento cognitivo. As disciplinas têm conceitos estruturantes sem os quais não existiriam. Por exemplo, as noções de quantum e de estado quântico na Mecânica Quântica, os princípios de campo eletromagnético e força eletromagnética no Eletromagnetismo. No ensino da Física é mais importante dar atenção aos conceitos físicos do que às fórmulas. As fórmulas

contém conceitos. Não tem sentido decorar fórmulas sem entender os conceitos que as constituem.

Analisando as dificuldades enfrentadas na instrução da física, é instantânea a conclusão que devemos auxiliar o processo aprendizagem da física, rompendo os paradigmas e gerando condições para uma capacitação contínua, no qual o aluno analisará o concreto, as experiências cotidianas, conseguindo visualizar a física até mesmo nas coisas mais simples ao seu redor, para seguida aplicar os conceitos, entendendo e interpretando as fórmulas por consequência, criando bases sólidas, estimulando o aprendizado em sala de aula.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- Elaborar uma sequência didática de experimentos de baixo custo, para auxiliar no processo de ensino aprendizagem na termodinâmica.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Relacionar aulas práticas com conteúdos teóricos;
- Analisar processos termodinâmicos;
- Desenvolver aulas de Física experimentais de baixo custo para o ensino médio.

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A calorimetria é um ramo da física térmica que estuda as trocas de calor entre corpos e o ambiente circundante. Indispensável para compreender os princípios fundamentais da termodinâmica, a calorimetria desempenha um papel essencial na formação científica de estudantes.

No cenário educacional, a abordagem prática da calorimetria através de experimentos de baixo custo oferece uma oportunidade importante para os alunos explorarem conceitos complexos de modo concreto, mais facilmente. Os experimentos práticos não somente facilitam a compreensão teórica, mas também promovem o desenvolvimento de habilidades experimentais e a capacidade de análise crítica.

Ao utilizar experimentos de baixo custo, como por exemplo a medição de mudanças de temperatura em substâncias comuns, os alunos podem visualizar diretamente os princípios de conservação de energia e transferência de calor. Essa abordagem prática não apenas torna os conceitos abstratos mais acessíveis, como também auxilia no estímulo da curiosidade e no envolvimento dos estudantes nas aulas.

Além disso a escolha de experimentos de baixo custo é estratégica não apenas do ponto de vista financeiro, como possibilita também sua reprodução em diferentes ambientes educacionais. Isso permite que essa sequência didática seja aplicada de forma ampla, promovendo a acessibilidade e inclusão na aprendizagem científica.

A calorimetria é uma área importante para explorar os fenômenos térmicos, e a integração de experimentos práticos de baixo custo em uma sequência didática oferece uma abordagem ainda mais eficiente para enriquecer a compreensão e o aprendizado dos alunos sobre temas como calor, energia e processos térmicos.

### **3.1 COMPARANDO ABORDAGENS EDUCACIONAIS: Metodologias Ativas versus Tradicionais**

A metodologia de ensino tradicional, é caracterizada por aulas expositivas, com ênfase na transmissão de conhecimento pelo professor e avaliações baseadas em provas, tem sido predominante ao longo da história educacional. No entanto, nos últimos anos, as metodologias ativas têm ganhado destaque, buscando promover uma abordagem mais participativa e centrada no aluno.

As metodologias tradicionais muitas vezes são criticadas por serem passivas, limitando a interação entre alunos e restringindo o desenvolvimento de habilidades além da memorização, Freire(1996) destaca que: “um dos grandes pecados da escola

é desconsiderar tudo com que a criança chega a ela. A escola decreta que antes dela não há nada”. Além disso conforme afirma Almeida (2017):

Ao assumir-se como detentor de conhecimento, o professor tende a querer transmiti-lo ao aluno, num processo passivo, ao invés de colocar-se como mediador para construção do conhecimento; respostas que tragam propostas diferentes são indícios de que o aluno assimilou a ideia.

Em contrapartida, as metodologias ativas buscam engajar os estudantes de maneira mais ativa, estimulando a resolução de problemas, debates e atividades práticas. Lyceum (2022), resume bem suas características: “na metodologia ativa, o aluno é personagem principal e o maior responsável pelo processo de aprendizado. O objetivo desse modelo de ensino é incentivar que a comunidade acadêmica desenvolva a capacidade de absorção de conteúdos de maneira autônoma e participativa”.

Ademais, enquanto no modelo tradicional, o professor desempenha um papel central, nas abordagens ativas, o educador atua como facilitador, incentivando a autonomia do aluno, visando desenvolver habilidades como pensamento crítico, trabalho em equipe e resolução de problemas, aptidões fundamentais para o mundo contemporâneo.

Além disso, as metodologias ativas muitas vezes incorporam tecnologias educacionais, tornando o aprendizado mais dinâmico e alinhado com as expectativas dos estudantes, que estão cada vez mais familiarizados com recursos digitais. Essas abordagens ainda buscam trazer o conhecimento mais contextualizado e aplicável à vida real.

Contudo, ambas as metodologias têm seus méritos e obstáculos. Enquanto o ensino tradicional oferece uma estrutura clara, facilitando a cobertura de um conteúdo extenso, mas podendo negligenciar a individualidade do aluno. Por outro lado as metodologias ativas proporcionam uma aprendizagem mais significativa, porém requerem maior tempo e esforço na preparação de atividades.

A escolha do professor, entre metodologia tradicional e ativa muitas vezes depende do contexto escolar, do conteúdo a ser ministrado e das características dos alunos. Muitos optam por combinar elementos de ambas as metodologias, buscando um equilíbrio que atenda às necessidades específicas de seus estudantes.

Concluindo, o debate entre metodologias tradicionais e ativas destaca-se a importância de repensar constantemente as práticas educacionais, adaptando-as às demandas de uma sociedade em constante evolução. A eficácia de cada abordagem dependerá da capacidade de proporcionar um ambiente de aprendizado estimulante e significativo para os alunos.

### **3.2 Experimentos: uso indispensável na compreensão da Física**

A utilização de experimentos no ensino da Física desempenha um papel crucial na formação dos estudantes, proporcionando benefícios significativos para o aprendizado e compreensão dos conceitos científicos. Esses experimentos vão além da simples observação, permitindo que os alunos vivenciem na prática os princípios físicos teóricos, tornando o processo de aprendizado mais envolvente e eficaz. Não é possível imaginar uma explicação mais valiosa e indispensável do que aquela que se adquire pela prática.

Em primeiro lugar, os experimentos fornecem oportunidade para os alunos aplicarem na prática as teorias aprendidas em sala de aula. A manipulação de equipamentos e a realização dos procedimentos experimentais permitem uma compreensão maior e concreta dos fenômenos físicos, tornando o conhecimento mais tangível. Segundo Eliseu (2021):

A aprendizagem deve considerar os aspectos prévios do estudante, valorizando o cotidiano na realização de experimentações, isso pode despertar nos alunos a curiosidade, o espírito investigativo e o intuito de aprender mais sobre Ciências proporcionando uma aprendizagem significativa, já que era vista como algo que deveria ser memorizada e que não se aplicava a diferentes aspectos da vida cotidiana.

Além disso, os experimentos contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico e competência de análises. Os estudantes são desafiados a formular ideias, planejar experimentos, coletar dados e analisar os resultados, promovendo uma abordagem científica e preparando-os para enfrentar desafios complexos no futuro.

A motivação dos alunos é fundamental para a realização dos experimentos. É através da prática, que os estudantes conseguem visualizar a relevância dos conceitos teóricos para o mundo real, o que aumenta o interesse e a motivação para

aprender. Essa forma de abordagem ativa favorece um ambiente de ensino mais dinâmico e participativo.

Ademais, a relação entre os alunos durante os experimentos promove o trabalho em equipe e a comunicação eficiente. A colaboração na resolução de problemas práticos fortalece as habilidades sociais e prepara os alunos para ambientes profissionais onde a colaboração é fundamental.

Outro ponto relevante é que os experimentos proporcionam uma oportunidade para lidar com a incerteza e imprevisibilidade, aspectos inerentes à prática científica. Essa experiência contribui para o desenvolvimento da tolerância à frustração e da resiliência, características importantes em qualquer campo de estudo.

Além disso, a utilização de experimentos permite a contextualização dos conceitos físicos. Os alunos conseguem relacionar teoria e prática, percebendo a aplicabilidade dos conhecimentos no cotidiano e em diversas áreas da ciência e da tecnologia.

Por fim o uso dos experimentos no ensino da Física é fundamental para proporcionar uma educação mais significativa, envolvente e prática. Eles promovem o desenvolvimento de habilidades essenciais, estimulam o pensamento crítico, aumentam a motivação dos alunos e preparam os estudantes para enfrentar os desafios complexos do mundo real. Integrar experimentos de forma eficaz no currículo de Física é uma estratégia valiosa para a formação de indivíduos capacitados e interessados na compreensão dos fenômenos naturais que nos cercam.

#### 4. PROPOSTA

A sequência didática tem como objetivo abordar a Calorimetria no ensino de Física, sendo uma área da Termodinâmica que estuda a troca de calor e energia entre sistemas, através da utilização de experimentos de baixo custo. Essa iniciativa visa estimular a curiosidade dos estudantes pelo conteúdo, visando aprimorá-los e capacitá-los para participar de debates e questionamentos sobre situações diárias.

A proposta foi organizada em cinco experimentos simples, onde cada um está ligado a um conteúdo de calorimetria, sendo eles: trocas de calor, transferência de calor por condução, transferência de calor por convecção em gases e líquidos e irradiação.

Para cada experimento é a sugestão é que ele seja dividido em três momentos. No primeiro momento o professor faz a introdução do conteúdo relacionado, para que os estudantes tenham noções básicas do que será estudado. Na sequência, é feita a construção e a realização das experimentações pelos próprios alunos com a supervisão do docente, para que possam assimilar a teoria com a prática, e observar no seu cotidiano o fenômeno estudado, e por fim é sugerido um questionário sobre o conteúdo abordado nos experimentos, para deste modo obter um melhor exito no processo de aprendizagem.

##### 4.1 Primeiro Experimento: Água em Diferentes Temperaturas

###### 1º momento: Introdução

O primeiro experimento pretende fazer uma introdução, a Termodinâmica, área da Física que estuda as trocas de calor e energia, por meio de suas leis, que descrevem o comportamento de sistemas complexos. Além de trabalhar com os estados de equilíbrio e com as propriedades macroscópicas que caracterizam os sistemas físicos.

Como exemplos de trocas de energia, podemos citar o que ocorre quando há a transferência de energia de um líquido quente (maior temperatura) para o ar. Por outro lado, se o líquido estiver a menor temperatura, como um refrigerante gelado, ocorrerá o processo contrário, a energia será transferida do ar para o líquido.

Na termodinâmica é estudada a Calorimetria, que trata das trocas de energia térmica na forma de calor que ocorrem entre dois ou mais corpos e suas vizinhanças. E para uma melhor aplicação do experimento é necessário a compreensão de alguns conceitos, sendo eles:

- Temperatura: é a medida associada ao grau de agitação das partículas de um corpo ou sistema físico.
- Calor: é a energia térmica em trânsito que está sendo transferida de um corpo a outro devido à diferença de temperatura existe entre eles.
- Equilíbrio térmico: é o estado em que a temperatura compartilhada pelos corpos, depois de cessada a transferência de calor entre eles, é idêntica.
- Termômetro: são dispositivos que contêm um material (a substância termométrica) que sofre variação regular de alguma característica quando submetido a diferentes temperaturas.

E, ao contrário do que muitos pensam, a Calorimetria está presente no cotidiano, desde o descongelamento de uma carne, o aquecimento da água, transferência de calor por irradiação, como ocorre com os raios solares e fogueiras, entre diversas outras inúmeras aplicações. Por isso, o experimento aborda o conceito de temperatura, calor e termômetro, destacando-se a importância de que o professor use uma metodologia ativa para que os alunos sintam-se atraídos e curiosos em conhecer ainda mais conceitos físicos abordados.

De modo a representar a troca de calor, e aplicar os conceitos da Calorimetria, o principal propósito da atividade é compreender a relação entre as diferenças de temperatura e as trocas de calor que ocorre nos corpos.

#### **Materiais Necessários:**

1. 3 bacias de tamanhos iguais
2. 1,5 L de água gelada
3. 1,5 L água aquecida (pode ser aquecida em uma panela ou usando um forno de micro-ondas)
4. 1,5 L água em temperatura ambiente
5. Termômetro e cronômetro

FIGURA 1 - MATERIAIS NECESSÁRIOS



Fonte: Autoria própria, 2023.

## 2º Momento: Construção do experimento

### 1. Preparação:

- Coloque cada bacia em uma superfície plana e limpa.
- Certifique-se de que as bacias estão limpas e secas antes de começar.

### 2. Medição das Temperaturas Iniciais:

- Use o termômetro para medir a temperatura inicial de cada tipo de água (água gelada, água aquecida e água em temperatura ambiente).
- Anote as temperaturas iniciais para cada uma das bacias.

### 3. Preenchimento das Bacias:

- Coloque a água gelada em uma das bacias.
- Coloque a água aquecida na segunda bacia.
- Coloque a água em temperatura ambiente na terceira bacia.

**Figura 2 - Experimento montado**



Fonte: Autoria própria, 2023.

### 4. Observação e Anotação:

- Observe como a água em cada bacia se comporta inicialmente. Você notará diferenças na temperatura e possíveis efeitos visíveis.

- Anote suas observações, incluindo qualquer mudança de temperatura com o tempo.

#### 5. Medição das Temperaturas com o Tempo:

- Use o termômetro para medir a temperatura da água em cada bacia em intervalos de tempo regulares (por exemplo, a cada 1 ou 2 minutos).
- Anote as temperaturas registradas em cada bacia ao longo do tempo.

#### 6. Análise dos Resultados:

- Compare como as temperaturas da água em cada bacia mudam com o tempo.

#### 7. Conclusões:

- Baseado em suas observações e medições, faça conclusões sobre como a temperatura da água é afetada pela temperatura inicial e como ela se equilibra com a temperatura ambiente.

#### 8. Discussão:

- Discuta os resultados com seus colegas ou professores.
- Pergunte a si mesmo por que a água se comportou dessa maneira e como isso se relaciona com a termodinâmica.

Tabela para monitoramento das temperaturas das águas:

<b>Temperatura (°C)</b>										
<b>Tempo(min.)</b>										
Água gelada										
Água aquecida										
Água temperatura ambiente										

**3º Momento: Sugestão de questionário sobre introdução a Calorimetria, para uso do professor.**

**01.** O que é transferência de calor?

**02.** Quando encostamos uma colher de metal em uma panela quente, sentimos calor. Qual é o processo de transferência de calor envolvido nesse caso?

**03.** Explique por que é mais difícil segurar uma xícara de café quente do que uma xícara de chá gelado.

**04.** Como a transferência de calor influencia o clima em diferentes regiões do planeta?

**05.** Sobre a transmissão de calor por condução, é correto afirmar que:

- a) ocorre somente nos sólidos;
- b) pode ocorrer no vácuo;
- c) caracteriza-se pela transmissão de calor entre partículas em razão da diferença de temperatura;
- d) caracteriza-se pelo transporte de matéria entre regiões de um fluido em razão da diferença de densidade.

**06.** (PUC-RS) No inverno, usamos roupas de lã baseados no fato de a lã:

- a) ser uma fonte de calor.
- b) ser um bom absorvente de calor.
- c) ser um bom condutor de calor.
- d) impedir que o calor do corpo se propague para o meio exterior.
- e) n.d.a

**07.** O que é transferência de calor?

- a) Mudança de temperatura em um objeto
- b) Movimento de partículas em um sólido
- c) Troca de energia térmica entre corpos
- d) Variação de pressão em um gás

**08.** Em um sistema isolado termicamente, um bloco de gelo a  $-20^{\circ}\text{C}$  é colocado em contato com um bloco de ferro a  $100^{\circ}\text{C}$ . Descreva o processo de transferência de calor até atingir o equilíbrio térmico.

- a) A condução térmica ocorre do gelo para o ferro até que ambos atinjam a mesma temperatura.
- b) A convecção térmica é estabelecida entre o gelo e o ferro, equilibrando as temperaturas.
- c) A radiação térmica é predominante no processo de transferência de calor entre os blocos.
- d) O gelo derrete rapidamente devido à diferença de temperatura.
- e) A condução térmica ocorre apenas do ferro para o gelo.

**09.** (UFES 88) Para resfriar um líquido, é comum colocar a vasilha que o contém dentro de um recipiente com gelo. Para que o resfriamento seja mais rápido, é conveniente que a vasilha seja metálica, em vez de ser de vidro, porque o metal apresenta, em relação ao vidro, um maior valor de:

- a) calor específico.
- b) condutividade térmica.
- c) coeficiente de dilatação térmica.
- d) energia interna.
- e) calor latente de fusão.

**10.** Para esfriarmos um barril de chope, devemos colocar gelo:

- a) nenhuma das alternativas a seguir.
- b) na parte de baixo do barril.
- c) no meio.
- d) mergulhá-lo totalmente no gelo.
- e) na parte de cima do barril.

#### **4.2 Segundo Experimento: Condução Térmica em Metais**

##### 1º Momento: Introdução

O segundo experimento aborda a transferência de calor através do processo de condução térmica, onde o fio de cobre recebe o calor da chama da vela numa extremidade, e por condução a outra extremidade também é aquecida, derretendo a parafina da vela e fazendo cair às porquinhas de aço.

A condução térmica é a propagação de calor na qual a energia (térmica) se transmite de partícula para partícula de uma região de maior temperatura para uma região de menor temperatura.

Nessa forma de propagação, ocorrem colisões entre as partículas (como átomos e moléculas), alterando sua agitação térmica.

Observe que, na condução, não há transporte de partículas através do corpo sólido, apenas interações entre partículas vizinhas. A condução térmica é muito reduzida nos meios líquidos e gasosos, e naturalmente não ocorre no vácuo.

Cada material tem uma capacidade própria de conduzir o calor, que está diretamente relacionada com o tipo de substância e a natureza das ligações que o compõem. Aquele que conduz o calor com facilidade é chamado de bom condutor, por outro lado, o que transmite com dificuldade é denominado, mau condutor. Se a condução for nula ou muito reduzida, o material é denominado isolante térmico. Vejamos alguns exemplos:

- bons condutores: metais em geral, como prata, ouro, alumínio, latão e aço;
- maus condutores: gelo, água líquida, madeira, lã, papel, vidro, isopor, borracha, couro, ar seco, concreto etc.

A diferença entre os condutores térmicos está no modo como as ligações internas se dão nas estruturas atômicas ou moleculares. Os metais são excelentes condutores porque os elétrons livres das camadas periféricas podem propagar energia através de colisões. Em contrapartida, nos maus condutores, os elétrons periféricos dos átomos estão comprometidos em ligações que não permitem essa característica.

A distância entre as partículas vizinhas também é um indicativo da condutibilidade do material: geralmente, sólidos são melhores condutores que líquidos e gases, tanto que o ar é um ótimo isolante térmico.

Outros exemplos de isolantes térmicos são a neve e o gelo — os flocos de neve acumulam-se em camadas fofas, aprisionando o ar e dificultando a transmissão do calor.

#### **Materiais Necessários:**

1. 50 cm de fio de cobre

2. 3 moedas de 10 centavos ou 3 arruelas
3. 1 vela
4. Fósforos ou isqueiro
5. Luvas térmicas (para segurança)
6. Pinça

**Figura 3 - Materiais necessários**



Fonte: Autoria própria, 2023.

## **2º Momento: Construção do experimento**

### 1. Preparação:

- Coloque uma superfície segura e resistente ao calor, como um azulejo ou placa de cerâmica, em uma área bem ventilada.
- Certifique-se de ter luvas térmicas à sua disposição.

### 2. Fixação das porquinhas:

- Acenda a vela e deixe-a queimar por alguns minutos para criar uma pequena quantidade de parafina líquida.
- Enquanto a vela queima, use uma pinça para fixar as moedas ou as arruelas na extremidade do fio de cobre, mergulhando a parte do fio que vai ser fixada na parafina líquida.
- Espere alguns segundos para que a parafina endureça e fixe as moedas no fio. Certifique-se de que elas estejam bem presas.

**Figura 4 – Fixação das porquinhas**



Fonte: Aatoria própria, 2023.

### 3. Realização do Experimento:

- Segure o fio de cobre com as moedas de forma que as moedas fiquem suspensas no ar.
- Com cuidado, aproxime a chama da vela da extremidade oposta do fio de cobre, sem tocar as moedas.
- Observe o que acontece com as moedas enquanto a chama da vela está próxima do fio.

**Figura 5 – Experimento montado**



Fonte: Aatoria própria, 2023.

### 4. Análise dos Resultados:

- Descreva o que você observou com relação ao comportamento das moedas quando a chama da vela estava próxima.
- Explique os resultados em termos de condução térmica. Por que as moedas se comportaram daquela maneira?

### 5. Conclusão:

- Faça uma conclusão resumindo os principais pontos do experimento e o que você aprendeu sobre a condução térmica.

**3º Momento: Segue uma sugestão de questionário sobre condução térmica, para o professor.**

**01.** Sobre a transmissão de calor por condução, é correto afirmar que:

- a) ocorre somente nos sólidos;
- b) pode ocorrer no vácuo;
- c) caracteriza-se pela transmissão de calor entre partículas em razão da diferença de temperatura;
- d) caracteriza-se pelo transporte de matéria entre regiões de um fluido em razão da diferença de densidade.

**02.** Assinale a alternativa que apresenta corretamente o mecanismo pelo qual ocorre a transferência de calor conhecida como condução térmica:

- a) É a transferência de calor que ocorre nos fluidos, em que há deslocamento de matéria em razão das diferentes densidades do fluido.
- b) É uma forma de transferência de calor que ocorre principalmente em sólidos, pela transmissão de vibrações entre átomos.
- c) É a quantidade de calor necessária para aquecer, em 1 °C, 1 g de água, em condições normais de temperatura e pressão.
- d) É a medida da capacidade térmica de um corpo, quanto maior for essa capacidade, maior é a necessidade de calor para que se produza uma variação de temperatura.
- e) É um fenômeno de transmissão de calor que ocorre sem que haja a necessidade da existência de um meio material.

**03.** Sobre a transmissão de calor por condução, é correto afirmar que:

- a) ocorre somente nos sólidos;
- b) pode ocorrer no vácuo;
- c) caracteriza-se pela transmissão de calor entre partículas em razão da diferença de temperatura;
- d) caracteriza-se pelo transporte de matéria entre regiões de um fluido em razão da diferença de densidade.

**04.** (PUC-RS) No inverno, usamos roupas de lã baseados no fato de a lã:

- a) ser uma fonte de calor.
- b) ser um bom absorvente de calor.
- c) ser um bom condutor de calor.
- d) impedir que o calor do corpo se propague para o meio exterior.
- e) n.d.a

**05.** (UnB-DF) Quando se passa roupa com um ferro elétrico, o principal processo de transmissão de calor do ferro para a roupa é a:

- a) convecção
- b) radiação
- c) reflexão
- d) compressão
- e) condução

**06.**(Ceub-DF) No inverno usamos agasalhos porque eles:

- a) mantém o frio fora do corpo.
- b) reduzem a perda de calor pelo corpo.
- c) fornecem calor ao corpo.
- d) reduzem a transpiração.
- e) n.d.a

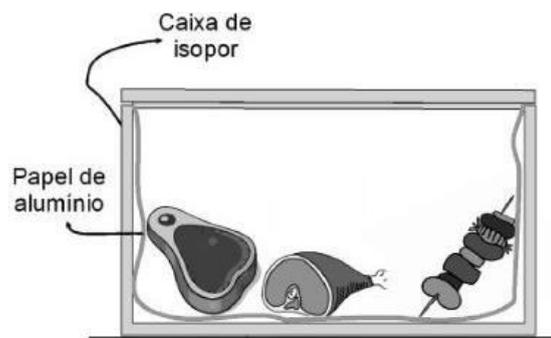
**07.** (PUCC-SP 87) Em qual dos casos a seguir a propagação de calor se dá principalmente por condução?

- a) água quente que sai do chuveiro.
- b) A fumaça que sobe pela chaminé.
- c) o cigarro acendido com uma lente que concentra os raios solares.
- d) a xícara que se aquece com o café quente.
- e) água aquecida numa panela colocada sobre a chama, no fogão.

**08.** Quando o calor se propaga num corpo sólido, temos:

- a) aumento da vibração das moléculas por condução.
- b) um aumento de moléculas no corpo.
- c) uma movimentação das moléculas do corpo.
- d) aumento de calor no corpo.
- e) N.D.A.

**09.** (Acafe-SC) Preparar um bom churrasco é uma arte e, em todas as famílias, sempre existe um que se diz bom no preparo. Em algumas casas, a quantidade de carne assada é grande e se come no almoço e no jantar. Para manter as carnes aquecidas o dia todo, alguns utilizam uma caixa de isopor revestida de papel alumínio. A figura a seguir mostra, em corte lateral, uma caixa de isopor revestida de alumínio com carnes no seu interior.



Considerando o exposto, assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir. A caixa de isopor funciona como recipiente adiabático. O isopor tenta \_\_\_\_\_ a troca de calor com o meio por \_\_\_\_\_ e o alumínio tenta impedir \_\_\_\_\_.

- a) impedir - convecção - irradiação do calor
- b) facilitar - condução - convecção
- c) impedir - condução - irradiação do calor
- d) facilitar - convecção - condução

10. " Assinale a alternativa em que ocorre exclusivamente condução de calor:

- a) Água quente sendo misturada com água fria.
- b) Papel sendo queimado pela luz solar, concentrada por uma lupa.
- c) Ferro de passar roupa queimando uma camisa.
- d) Vapor de água cozinhando um vegetal."

### 4.3 Terceiro Experimento: Convecção Térmica em gases

#### 1º Momento: Introdução

O terceiro experimento aborda o conceito de convecção em gases, no qual existe transferência de calor através do movimento de massas de ar aquecido. Quando uma região de gás é aquecida, suas partículas se expandem, tornam-se menos densas e mais leves. Esse ar mais quente (maior temperatura) é substituído por ar mais frio (menor temperatura), criando assim um ciclo de convecção.

Esse fenômeno é comumente observado em aquecedores, onde o ar próximo ao aquecedor se aquece, torna-se menos denso e sobe, enquanto o ar mais frio desce para ocupar o espaço. Em ambientes naturais, como o aquecimento do ar sobre a superfície terrestre durante o dia, a convecção também desempenha um papel crucial.

Em síntese, a convecção térmica em gases é um processo dinâmico de transferência de calor que ocorre devido às mudanças de densidade causadas pelo aquecimento e resfriamento do ar.

#### **Materiais Necessários:**

1. Vela
2. Caixinha de fósforo ou isqueiro
3. 1 Lata de metal
4. Compasso
5. Tesoura
6. Linha de costura

## 7. Estilete e compasso

**Figura 6-** Materiais necessários



Fonte: Autoria própria, 2023.

### 2º Momento: Construção do experimento

#### 1. Preparação da Lata de Metal:

- Com a tesoura, corte o fundo da lata de metal para criar um pequeno recipiente aberto em ambos os lados.
- Use o estilete para fazer uma pequena abertura na tampa da lata.

**Figura 7-** . Preparação da Lata de Metal



Fonte: Autoria própria, 2023.

#### 2. Preparação:

- Acenda a vela com a ajuda de um isqueiro ou fósforos.
- Deixe a vela queimar e produzir uma chama estável.

#### 3. Montagem do Cata-vento:

- Com o compasso, desenhe um círculo na tampa da lata.
- Use o estilete para cortar o círculo, criando um círculo.
- Faça os cortes e dobre conforme a imagem a seguir.
- Com a ajuda da ponta do compasso, faça um pequeno furo no centro do cata-vento, passe a linha e faça um nó na ponta.

**Figura 8 – Montagem do cata-vento**



Fonte: Autoria própria, 2023.

#### 4. Demonstração da Convecção Térmica

- Segure o cata-vento de metal sobre a chama da vela, de forma que o orifício fique voltado para cima.
- Observe o movimento do cata-vento. A chama aquece o ar , fazendo com que ele se expanda, criando uma corrente ascendente.
- O cata-vento deve começar a girar devido à convecção térmica.

**Figura 9 – Experimento montado**



Fonte: Autoria própria, 2023.

## 5. Análise e Explicação

- Descreva o que está acontecendo. Explique que a chama aquece o ar, tornando-o menos denso, o que o faz subir.
- Isso cria um ciclo contínuo de convecção térmica que faz o cata-vento girar.

### **3º Momento: Sugestão de questionário sobre convecção em gases, para uso do professor.**

**01.** (UFES) Um ventilador de teto, fixado acima de uma lâmpada incandescente, apesar de desligado, gira lentamente algum tempo após a lâmpada estar acesa. Esse fenômeno é devido à:

- a) convecção do ar aquecido  
 b) condução do calor  
 c) irradiação da luz e do calor  
 d) reflexão da luz  
 e) polarização da luz.

**02.** (UFRS) No interior de uma geladeira, a temperatura é aproximadamente a mesma em todos os pontos graças a circulação de ar. O processo de transferência de energia causado por essa circulação de ar é denominado:

- a) radiação

- b) convecção
- c) compressão
- d) condução

**03.** (PUC-MG 86) O funcionamento de um aparelho de ar condicionado, como se sabe, não altera sensivelmente a temperatura do ambiente em relação ao exterior. A sensação de frio sentida, devida ao ar refrigerado, deve-se fundamentalmente a:

- a) alteração da densidade do ar.
- b) diminuição da umidade do ar.
- c) diminuição da transpiração do corpo animal.
- d) pequena diminuição da temperatura provocada.
- e) correntes de convecção provocadas.

**04.** (UEA-AM) Devido ao forte calor em Manaus, é comum a instalação de aparelhos de ar condicionado, principalmente em locais públicos fechados. O ar resfriado por esses aparelhos troca calor com o ambiente interno, principalmente por:

- a) convecção e esse processo necessita de um meio material para realizar-se.
- b) convecção e esse processo ocorre nos meios materiais e no vácuo.
- c) irradiação e esse processo não ocorre nos meios materiais e no vácuo.
- d) condução e esse processo depende da umidade do ar, que é um meio material.
- e) condução e esse processo não ocorre nos meios materiais e no vácuo.

**05.** Marque a alternativa que justifica corretamente o fato de os aparelhos de ar condicionado serem instalados sempre próximos ao teto dos ambientes passíveis de refrigeração.

- a) A instalação é feita na parte superior para que o ar frio mantenha-se próximo ao teto e deixe a sensação térmica do ambiente mais agradável.
- b) Se forem instalados em posições próximas ao chão, o tempo de resfriamento do ambiente será muito rápido, o que gera mudanças bruscas na temperatura e pode ocasionar problemas de saúde decorrentes de choques térmicos.

c) Os aparelhos de ar-condicionado são instalados próximos ao teto a fim de garantir a ocorrência da convecção, na qual as massas de ar frio descem e dão lugar às massas de ar mais quente.

d) Instalados em posições superiores, os aparelhos de ar-condicionado garantem a troca de calor por meio da condução térmica.

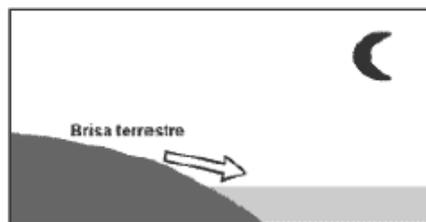
e) Se os aparelhos forem instalados em posições próximas ao chão, o ambiente nunca será completamente refrigerado.

## 06. ENEM

Numa área de praia, a brisa marítima é uma consequência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar).



À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia.



Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre) pode ser explicado da seguinte maneira:

A) O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.

B) O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.

C) O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.

D) O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.

E) O ar sobre o solo, mais quente, é deslocado para o mar, equilibrando a baixa temperatura do ar que está sobre o mar.

**07.** Os aquecedores domésticos geralmente são instalados próximos do chão, entretanto, os aparelhos de ar-condicionado são instalados no alto. O motivo desses aparelhos serem dispostos dessas maneiras deve-se a:

a) liquefação

b) condução

c) convecção

d) radiação

**08.** Assinale quais dos processos listados a seguir envolvem a transferência de calor por convecção:

I - pisar sobre asfalto quente.

II - assar algo no forno a gás convencional.

III - fritar algo em uma panela antiaderente sem óleo.

IV - ser aquecido pela luz do Sol.

a) I e II

b) II e III

c) Somente II

d) Somente III

e) I, II e III

**09.** Estufas rurais são áreas limitadas de plantação cobertas por lonas plásticas transparentes que fazem, entre outras coisas, com que a temperatura interna seja superior à externa. Isso se dá porque:

- a) o ar aquecido junto à lona desce por convecção até as plantas.
- b) as lonas são mais transparentes às radiações da luz visível que às radiações infravermelhas.
- c) um fluxo líquido contínuo de energia se estabelece de fora para dentro da estufa.
- d) a expansão do ar expulsa o ar frio para fora da estufa.
- e) o ar retido na estufa atua como um bom condutor de calor, aquecendo o solo

**10.** (FMABC – SP) Atualmente, os diversos meios de comunicação vêm alertando a população para o perigo que a Terra começou a enfrentar já há algum tempo: o chamado estufa. Tal efeito é devido ao excesso de gás carbônico, presente na atmosfera, provocado pelos poluentes dos quais o homem é responsável direto. O aumento de temperatura provocado pelo fenômeno deve-se ao fato de que:

- a) a atmosfera é transparente à energia radiante e opaca para as ondas de calor;
- b) a atmosfera é opaca à energia radiante e transparente para as ondas de calor;
- c) a atmosfera é transparente tanto para a energia radiante como para as ondas de calor;
- d) a atmosfera é opaca tanto para a energia radiante como para as ondas de calor;
- e) a atmosfera funciona como um meio refletor para a energia radiante e como meio absorvente para as ondas de calor.

#### **4.4 Quarto Experimento:** Convecção nos líquidos

##### 1º Momento: Introdução

O quarto experimento aborda também o conceito de convecção térmica, mas agora em líquidos, que se assemelha à convecção em gases, envolvendo a

transferência de calor através do movimento das partículas do líquido. Quando uma porção do líquido é aquecida, suas moléculas se tornam mais energéticas, resultando em uma diminuição da densidade e fazendo com que essa porção mais quente suba para a superfície do fluido. A região do líquido mais fria (menor temperatura), por sua vez então desce para ocupar o espaço deixado.

Esse processo é observado, por exemplo, em sistemas de aquecimento de água. Quando uma fonte de calor aquece a água, as regiões mais quentes sobem para a parte superior e as de menor temperatura descem para a parte inferior, criando uma circulação natural.

Assim como na convecção em gases, a convecção térmica em líquidos desempenha um papel significativo na distribuição de calor em vários contextos, desde o aquecimento de fluidos industriais até os padrões de circulação oceânica.

#### **Materiais Necessários:**

1. Recipiente que possa ir ao fogo
2. Água
3. Sachê de chá
4. Fogão elétrico ou chaleira elétrica
5. Colher

**Figura 10 - Materiais necessários**



Fonte: Autoria própria, 2023.

## 2º Momento: Construção do experimento

### 1. Preparação:

- Encha o recipiente com água até cerca de 80% da capacidade.
- Ligue o fogão elétrico ou a chaleira elétrica e coloque água para ferver.

### 2. Adicionando o sachê de chá:

- Enquanto a água está esquentando, coloque o sachê de chá no recipiente de vidro com água. Certifique-se de que o sachê de chá fique completamente submerso na água.

**Figura 11 – Experimento montado**

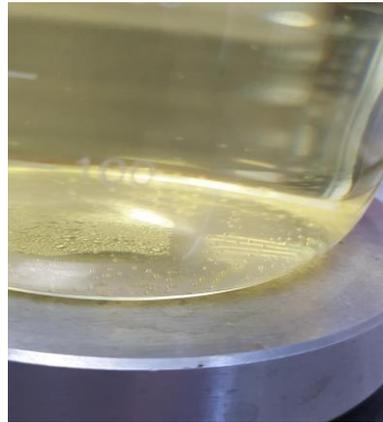


Fonte: Autoria própria, 2023.

### 3. Fervendo a água:

- Quando a água estiver fervendo, desligue o fogão elétrico ou a chaleira elétrica.
- Observe o movimento da água no recipiente de vidro. Você notará pequenas correntes de convecção se formando em torno do sachê de chá.

**Figura 12** – Observação da correntes de convecção em líquidos



Fonte: Autoria própria, 2023.

#### 4. Análise e Explicação

- O movimento da água que você está observando é o resultado da convecção térmica. A água próxima ao fundo do recipiente se aquece primeiro e se torna menos densa. Isso a faz subir, enquanto a água na superfície está a uma menor temperatura e densa desce para ocupar o espaço.
- A inserção do sachê de chá auxilia a tornar o movimento da água mais visível, pois você pode observar o chá se dispersando na água à medida que as correntes de convecção o carregam.

### **3º Momento: Sugestão de questionário sobre convecção térmica em líquidos, para uso do professor.**

**01.** Um cozinheiro esquece a sua concha dentro de uma panela com água que estava no fogo e quando a pega, ele acaba se queimando. Tempos depois, surge uma dúvida, e ele se pergunta quais foram as transmissões de calor que ocorreram na concha e na água dentro da panela, que são respectivamente:

- A) condução e convecção.
- B) condução e radiação.
- C) convecção e radiação.
- D) condução, convecção e radiação.

E) Não ocorreu transmissão de calor.

**02.** (UNISA-SP) Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está em contato com essa parede e daí para o restante da água. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- a) radiação e convecção
- b) radiação e condução
- c) convecção e radiação
- d) condução e convecção
- e) condução e radiação

**03.** (UNIFENAS) A transmissão de calor por **convecção** só é possível:

- a) no vácuo
- b) nos sólidos
- c) nos líquidos
- d) nos gases
- e) nos fluidos em geral.

**04.** Sobre os processos de propagação de calor, analise as alternativas a seguir e marque a incorreta:

- a) a convecção é observada em líquidos e gases.
- b) a condução de calor pode ocorrer em meios materiais e no vácuo.
- c) o processo de propagação de calor por irradiação pode ocorrer sem a existência de meio material;

d) o calor é uma forma de energia que pode se transferir de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles.

e) O processo de convecção térmica consiste na movimentação de partes do fluido dentro do próprio fluido em razão da diferença de densidade entre as partes do fluido.

**05.** (UFRN) Em qual dos meios o calor se propaga por convecção:

a) água

b) madeira

c) vidro

d) metal

**06.** Sobre os processos de propagação de calor, analise as alternativas a seguir e marque a incorreta:

a) a convecção é observada em líquidos e gases.

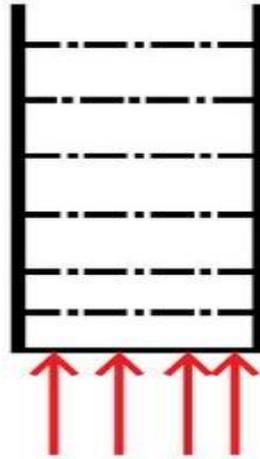
b) a condução de calor pode ocorrer em meios materiais e no vácuo.

c) o processo de propagação de calor por irradiação pode ocorrer sem a existência de meio material;

d) o calor é uma forma de energia que pode se transferir de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles.

e) O processo de convecção térmica consiste na movimentação de partes do fluido dentro do próprio fluido em razão da diferença de densidade entre as partes do fluido.

**07.** (UFSCar) Um recipiente cilíndrico de vidro tem área da base relativamente pequena se comparada com sua altura. Ele contém água em temperatura ambiente até quase a sua borda e é colocado sobre a chama de um fogão, como ilustra a figura. A transmissão do calor por meio das moléculas da água durante seu aquecimento ocorre apenas por



- a) condução. c) irradiação.  
 b) convecção. d) condução e convecção. e) convecção e irradiação.

**08.** (UNISA-SP) Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está em contato com essa parede e daí para o restante da água. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- a) radiação e convecção  
 b) radiação e condução  
 c) convecção e radiação  
 d) condução e convecção  
 e) condução e radiação

**09.** Marque a alternativa correta a respeito do fenômeno da convecção.

- a) A convecção é caracterizada pela passagem de calor de molécula a molécula de um material.  
 b) Esse fenômeno é o único responsável pela ocorrência do efeito estufa.

- c) Esse fenômeno é caracterizado pelo transporte de calor através das ondas eletromagnéticas.
- d) A convecção pode ser definida como o transporte de massa motivado por variações de temperatura.
- e) A convecção ocorre em qualquer tipo de material.

**10.** Identifique em qual das situações a baixo ocorre a troca de calor por convecção

- a) A transmissão de calor ocorre sem a necessidade de um meio material.
- b) Aquecimento de uma barra de ferro.
- c) Aquecimento da água em uma panela.
- d) Aquecimento de uma pessoa exposta ao sol.

#### **4.5 Quinto Experimento: Corpo Negro**

##### 1º Momento: Introdução

O último experimento dessa sequência explora os conceitos de irradiação e corpo negro, onde a irradiação térmica está relacionada à transferência de calor por meio da emissão e absorção de radiação eletromagnética, especialmente na forma de luz visível e infravermelha. E o corpo negro é um conceito teórico sobre um corpo que absorve toda a radiação que incidente sobre ele e também emite radiação térmica em função da sua temperatura.

A irradiação térmica é um fenômeno que envolve a emissão e absorção de energia na forma de radiação eletromagnética devido à temperatura de um corpo. Diferentemente da condução e convecção térmica, a irradiação não requer um meio material para se propagar, pois ocorre através do vácuo.

Essa forma de transferência de calor é observada em todos os objetos, com a quantidade de radiação emitida sendo diretamente proporcional à temperatura absoluta do corpo. Quanto mais quente o objeto, mais intensa é a radiação térmica emitida.

Corpos aquecidos emitem radiação em diferentes comprimentos de onda, com a distribuição dependendo da temperatura. Essa relação entre temperatura e comprimento de onda é descrita pela lei de Wien:

- Quanto mais quente o corpo radiante, menor é o comprimento de onda da máxima radiação.

Além disso, a irradiação térmica é influenciada pela natureza da superfície do corpo, a energia radiante total que emite um corpo negro por unidade de superfície ( $W$ ) é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta ( $T$ ). É expressa pela seguinte expressão matemática:  $W = \sigma T^4$ , onde  $\sigma$  é a chamada constante de Stefan-Boltzmann, que tem o valor de  $5,6697 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ .

Esses princípios teóricos são fundamentais para compreender fenômenos como o calor emitido por estrelas, o funcionamento de dispositivos térmicos e o equilíbrio energético na Terra.

### **Materiais Necessários:**

1. 2 latas de alumínio
2. 2 velas
3. 1 termômetro
4. Tinta spray preta
5. Tinta spray branca
6. Fósforos ou isqueiro

**Figura 13** - Materiais necessários



Fonte: Autoria própria, 2023.

## 2º Momento: Construção do experimento

### 1. Preparação:

- Pinte uma lata de alumínio de preto usando a tinta spray preta. Certifique-se de cobrir toda a superfície e deixe secar.
- Pinte a segunda lata de alumínio de branco usando a tinta spray branca. Deixe secar completamente.

### 2. Montagem:

- Acenda uma das velas e coloque-a ao lado da lata de alumínio preta.
- Acenda a segunda vela e coloque-a ao lado da lata de alumínio branca.
- Certifique-se de que as velas estejam a uma distância segura das latas para evitar qualquer perigo.

Figura 14 - Experimento montado



Fonte: Autoria própria, 2023.

### 3. Observação:

- Aguarde alguns minutos para que as latas e as velas alcancem uma temperatura estável.
- Usando o termômetro, meça a temperatura interna de cada lata de alumínio. Registre as temperaturas.

#### 4. Análise:

- Compare as temperaturas registradas das duas latas de alumínio. Observe que a lata preta absorveu mais calor do que a lata branca, demonstrando a absorção de calor por superfícies escuras (corpo negro).

**Figura 15** – Execução do experimento



Fonte: Autoria própria, 2023.

#### 5. Discussão:

- Discuta os resultados com os participantes do experimento. Explique como a cor preta absorve mais calor e a cor branca reflete mais calor.
- Este experimento simples pode ser usado para ilustrar princípios de absorção e reflexão de calor por diferentes cores.
- 

### **3º Momento: Sugestão de questionário sobre irradiação, para uso do professor.**

#### **01.** Observe as afirmações a seguir:

I. O Sol aquece a Terra por meio do processo de \_\_\_\_\_ térmica;

II. As painéis são feitas de metal porque esses materiais têm maior capacidade de transmissão de calor por \_\_\_\_\_;

III. Os aparelhos de ar-condicionado devem ficar na parte superior de uma sala para facilitar o processo de \_\_\_\_\_.

As palavras que completam as frases acima corretamente de acordo com os princípios físicos dos processos de transmissão de calor são, respectivamente:

- a) condução, convecção, irradiação;
- b) convecção, irradiação, condução;
- c) irradiação, convecção, condução;
- d) irradiação, condução, convecção;
- e) condução, irradiação, convecção.

**02.** Julgue as afirmações a seguir:

I - A transferência de calor de um corpo para outro ocorre em virtude da diferença de temperatura entre eles;

II - A convecção térmica é um processo de propagação de calor que ocorre apenas nos sólidos;

III - O processo de propagação de calor por irradiação não precisa de um meio material para ocorrer.

Estão corretas:

- a) Apenas I
- b) Apenas I e II
- c) I, II e III
- d) I e III apenas;

e) Apenas II e III.

**03.** Marque a alternativa correta a respeito dos processos de propagação de calor.

a) Os processos de propagação de calor por condução e convecção ocorrem em todos os tipos de meios.

b) O processo de irradiação de calor ocorre somente no vácuo.

c) A convecção é o processo de propagação de calor que proporciona o efeito das brisas marítimas.

d) A condução térmica ocorre somente em líquidos.

e) A irradiação é um processo de transferência de calor que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas pertencentes ao espectro visível.

**04. (ENEM MEC/2017/1º Aplicação)**

É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e termos a sensação de que ela está mais fria que o ambiente. Um fato semelhante pode ser observado se colocarmos uma faca metálica com cabo de madeira dentro de um refrigerador. Após longo tempo, ao encostarmos uma das mãos na parte metálica e a outra na parte de madeira, sentimos a parte metálica mais fria.

Fisicamente, a sensação térmica mencionada é explicada da seguinte forma:

a) O metal absorve mais temperatura que a madeira.

b) A madeira retém mais calor que o metal.

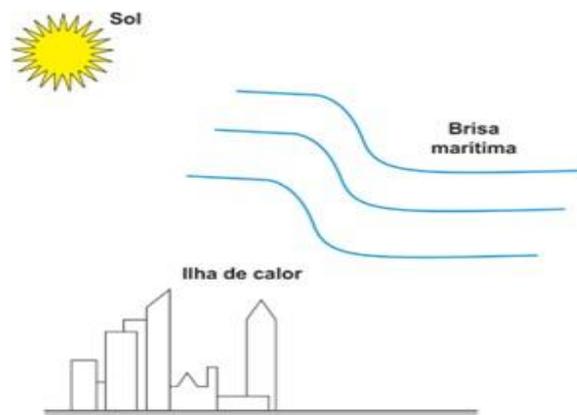
c) O metal retém mais frio que a madeira.

d) A madeira é um bom fornecedor de calor e o metal, um bom absorvedor.

e) O fluxo de calor é maior no metal que na madeira

**05. (ENEM MEC/2021/1º Aplicação)**

Na cidade de São Paulo, as ilhas de calor são responsáveis pela alteração da direção do fluxo da brisa marítima que deveria atingir a região de mananciais. Mas, ao cruzar a ilha de calor, a brisa marítima agora encontra um fluxo de ar vertical, que transfere para ela energia térmica absorvida das superfícies quentes da cidade, deslocando-a para altas altitudes. Dessa maneira, há condensação e chuvas fortes no centro da cidade, em vez de na região de mananciais. A imagem apresenta os três subsistemas que trocam energia nesse fenômeno.



No processo de fortes chuvas no centro da cidade de São Paulo, há dois mecanismos dominantes de transferência de calor: entre o Sol e a ilha de calor, e entre a ilha de calor e a brisa marítima.

VIVEIROS. M. **Ilhas de calor afastam chuvas de represas**. Disponível em: [www2.feis.unesp.br](http://www2.feis.unesp.br). Acesso em: 3 dez. 2019 (adaptado).

Esses mecanismos são, respectivamente,

- a) convecção e irradiação.
- b) irradiação e convecção.
- c) convecção e convecção.
- d) condução e irradiação.
- e) irradiação e irradiação.

**06. (ENEM MEC/2018/2º Aplicação)**

Duas jarras idênticas foram pintadas, uma de branco e a outra de preto, e colocadas cheias de água na geladeira. No dia seguinte, com a água a 8 °C, foram retiradas da geladeira e foi medido o tempo decorrido para que a água, em cada uma delas, atingisse a temperatura ambiente. Em seguida, a água das duas jarras foi aquecida até 90 °C e novamente foi medido o tempo decorrido para que a água nas jarras atingisse a temperatura ambiente.

Qual jarra demorou menos tempo para chegar à temperatura ambiente nessas duas situações?

- a) A jarra preta demorou menos tempo na primeira situação e a branca, na segunda.
- b) A jarra branca demorou menos tempo nas duas situações.
- c) As jarras demoraram o mesmo tempo, já que são feitas do mesmo material.
- d) A jarra preta demorou menos tempo nas duas situações.
- e) A jarra branca demorou menos tempo na primeira situação e a preta, na segunda.

**07.** Analise as afirmativas a seguir e em seguida marque a alternativa correta:

I) Um corpo pode permanecer com sua temperatura inalterada, mesmo que esteja ganhando ou perdendo energia térmica.

II) A quantidade de calor que altera a temperatura de um corpo chama-se calor sensível.

III) A energia do Sol não pode chegar até nós através dos processos de condução e convecção térmica.

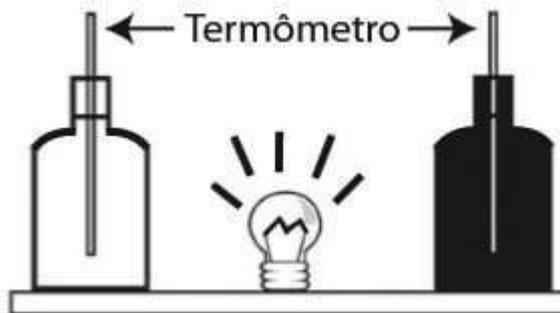
- a) Apenas as afirmativas II e III são corretas
- b) Apenas as afirmativas I e III são corretas
- c) Apenas a afirmativa III está correta
- d) Apenas as afirmativas I e II são corretas

e) Todas as afirmativas são corretas

**08.** (Enem) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas:

I. enquanto a lâmpada permaneceu acesa e

II. após a lâmpada ser desligada e ambas atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo o experimento, foi

A) igual no aquecimento e igual no resfriamento.

B) maior no aquecimento e igual no resfriamento.

C) menor no aquecimento e igual no resfriamento.

D) maior no aquecimento e menor no resfriamento.

E) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

**09.** Descreva como a coloração de uma superfície pode influenciar a absorção e emissão de radiação térmica, levando em consideração a Lei de Stefan-Boltzmann.

a) Superfícies escuras absorvem mais radiação eletromagnética, mas emitem menos.

b) Superfícies claras absorvem menos radiação eletromagnética, mas emitem mais.

- c) A cor da superfície não tem efeito na absorção ou emissão de radiação térmica.
- d) Superfícies metálicas têm comportamento térmico independente de sua coloração.
- e) A cor influencia apenas na condução térmica, não na radiação.

**10.** (U.São Leopoldo-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas

claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. As roupas claras, em relação às roupas escuras:

- a) absorvem mais a radiação térmica.
- b) refletem menos a radiação térmica.
- c) absorvem menos a radiação térmica.
- d) impedem mais a formação de correntes de convecção.
- e) n.d.a

## 5. CONCLUSÃO

A sequência didática sobre calorimetria, utilizando experimentos de baixocusto, proporciona uma compreensão prática e acessível aos estudantes do ensino médio. Através da manipulação de materiais simples, como recipientes isolantes e termômetros, eles puderam explorar conceitos fundamentais sobre transferência de calor.

Ao longo dos experimentos, os alunos poderão observar variações nas temperaturas e entender como diferentes materiais afetam a condução térmica. A abordagem prática despertará o interesse, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Além disso, a análise dos resultados dos experimentos permite os estudantes relacionar teoria e prática, desenvolvendo habilidades de observação e interpretação. A utilização de instrumentos de baixo custo mostrou que é possível aprender de forma eficaz sem a necessidade de recursos sofisticados.

Essa sequência didática não apenas consolida o conhecimento teórico, mas também estimula a curiosidade científica dos alunos. Ao vivenciarem a calorimetria de maneira tangível, onde perceberão a aplicabilidade desses conceitos no cotidiano, fortalecendo a conexão entre a sala de aula e o mundo real.

Por fim, conclui-se que, os experimentos de baixo custo enriqueceram a abordagem pedagógica, tornando o aprendizado de calorimetria mais acessível, envolvente e memorável para os estudantes.

## REFERÊNCIAS

BITENCOURT, ANDRÉ. QUARESMA, FÁBIO. 2008. Disponível em: <https://fisicaalemdaunifap.files.wordpress.com/2014/01/2008-andrc3a9-pires-fc3a1bio-sardinha-o-uso-de-experimentos-de-baixo-custo-como.pdf>. Acesso em dez de 2023.

COMO funciona o método tradicional de ensino?. Edify Education. Disponível em: <https://edifyeducation.com.br/blog/ensino-tradicional/>. Acesso em out. 2023.

CONDUÇÃO térmica. Brasil escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/conducao-termica.htm>. Acesso em out. 2023.

CONVECÇÃO. Brasil escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/conveccao.htm>. Acesso em out. 2023.

EXERCÍCIOS sobre a convecção. Mundo educação. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-conveccao.htm#questao-4826>. Acesso em out. 2023.

EXERCÍCIOS sobre convecção. Brasil escola. Disponível em: <https://exercicios.brasilescola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-conveccao.htm>. Acesso em out. 2023

EXERCÍCIOS sobre propagação do calor. Mundo educação. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-propagacao-calor.htm#questao-4545>. Acesso em out. 2023.

EXERCÍCIOS sobre transmissão de calor. Blog do ENEM. Disponível em: <https://blogdoenem.com.br/exercicios-sobre-transmissao-de-calor/>. Acesso em out. 2023.

EXERCÍCIOS sobre transmissão de energia térmica. Mundo educação. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-transmissao-energia-termica.htm#questao-870>. Acesso em out. 2023

KNEUBIL, FABIANA B.; PIETROCOLA, MAURÍCIO. **A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de Ciências.** Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/310>. Acesso em: dez. 2023.

LEIS da Termodinâmica. Cursos Graduação Santa Maria. 21 fev. 2020. Disponível em: <https://www.ufsm.br/cursos/graduacao/santa-maria/fisica/2020/02/21/leis-da-termodinamica#:~:text=A%20Termodin%C3%A2mica%20estuda%20a%20troca,mac>

rosc%C3%B3picas%20que%20caracterizam%20os%20sistemas. Acesso em out. 2023

MÉTODO tradicional de ensino e metodologias ativas: conheça as principais diferenças. BEI educação. 24 set. 2020. Disponível em: <https://beieducacao.com.br/metodo-tradicional-de-ensino-e-metodologias-ativas-conheca-as-principais-diferencas/>. Acesso em out. 2023

METODOLOGIAS Ativas de Aprendizagem: o que são e como aplicá-las. Blog Lyceum. 02 jun 2021. Disponível em: <https://blog.lyceum.com.br/metodologias-ativas-de-aprendizagem/>. Acesso em out. 2023.

NUNES, ELIS. **Conheça os princípios da Física presentes no dia a dia**. Blog Facens, 2021. Disponível em: <https://blog.facens.br/conheca-os-principios-da-fisica-presentes-no-dia-a-dia/>. Acesso em jan de 2024.

OLIVEIRA, A. **Física no cotidiano**. *Ciência Hoje*, 2020. Disponível em: <https://www.cienciahoje.org.br/coluna/fisica-no-cotidiano/> Acesso em out de 2023

SILVIA, E. F. F. *et al.* **A importância da experimentação no ensino de ciências**. Disponível em: [https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/3809/1/tcc\\_art\\_elizeufernandesferreiradasilva.pdf](https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/3809/1/tcc_art_elizeufernandesferreiradasilva.pdf). Acesso em out.2023.

SOPRAN, LUCIMAR. **Contribuições da Utilização de Experimentos Investigativos nas Aulas de Física para o Desenvolvimento da Aprendizagem Significativa**. Disponível em: [https://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_unicentro\\_fis\\_pdp\\_lucimar\\_sopran.pdf](https://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unicentro_fis_pdp_lucimar_sopran.pdf) Acesso em nov 2023

TENENTE, LUIZA. **40% dos professores de ensino médio não são formados na disciplina que ensinam aos alunos**. G1.09 fev. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/02/09/40percent-dos-professores-de-ensino-medio-nao-sao-formados-na-disciplina-que-ensinam-aos-alunos.ghtml>. Acesso em out. 2023.

YAMAMOTO, KAZUHITO. **Física para o ensino médio, vol. 2** : termologia, óptica, ondulatória / Kazuhi to Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo : Saraiva, 2016.