

# PRÁTICA 1 - ABSORÇÃO DE RADIAÇÃO - IDENTIFICAÇÃO DE MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

LUIZ AUGUSTO DEMBICKI FERNANDES<sup>1</sup>; PEDRO FRANCISCO DUARTE<sup>1</sup>; MANOELA SABRINE VIEIRA, VICTOR GUSTAVO DURAU<sup>1</sup>

Prof. Regina Maria Jorge Matos

**Fenômenos de Transporte Experimental II – TQ084**

**Universidade Federal do Paraná**

<sup>1</sup>Discentes do curso de Engenharia Química da UFPR

Grupo EQF-2

## Resumo

O presente experimento tem por objetivo verificar os conceitos de transferência de calor por radiação e absorção. O procedimento consistiu em aquecer indiretamente superfícies de diferentes recipientes metálicos através da radiação emitida por uma lâmpada incandescente de 100 W. O calor então absorvido por tais recipientes foram responsáveis por aquecer uma determinada quantidade de massa neles contida. Através da medida da diferença das temperaturas inicial e final do líquido, foi possível calcular a absortividade dos materiais, evidenciando a maior capacidade de corpos escuros em absorver energia térmica.

*Palavras-chave: Radiação térmica; Transferência de calor; Absorção de calor.*

## Abstract

This experiment aims to verify the concepts of heat transfer by radiation and absorption. The procedure consisted of indirectly heating surfaces of different metallic containers through the radiation emitted by a 100 W incandescent lamp. The heat then absorbed by such containers was responsible for heating a certain amount of mass contained therein. By measuring the difference between the initial and final temperatures of the liquid, it was possible to calculate the absorptivity of the materials, evidencing the greater capacity of dark bodies to absorb thermal energy.

*Keywords: Thermal radiation; Heat exchange; Heat absorption.*

## 1. Introdução

Os fenômenos de transferência de calor são norteados pelas leis termodinâmicas. A primeira lei determina a conservação da energia total de um sistema, o que contribui muito para a exploração das mais diversas formas de transferência de energia, tendo em vista que a diminuição energética de uma forma de energia necessariamente resulta no aumento de outra(s)

em um volume de controle. Esse efeito pode ser observado para toda e qualquer mudança energética de um dos componentes do sistema. Portanto, toda mudança energética de um componente é acompanhada por um mecanismo de transferência de energia, sendo a transferência de calor uma delas, sempre espontânea no sentido de trazer equilíbrio termodinâmico ao sistema (INCROPERA, 2008).

As trocas térmicas podem ser por:

- **Condução:** Ocorre no encontro de matéria com matéria, caracterizando pela colisão de moléculas com moléculas adjacentes. Envolve contato.
- **Convecção:** Em que um fluido faz a troca por meio de mecanismos macroscópicos, utilizando movimentação de um conjunto de moléculas. De forma simples ocorre a troca por condução no encontro de material e por características de mecânica de fluidos, as moléculas de fluido que fizeram a troca são substituídas por outras moléculas de fluido.
- **Radiação:** Na emissão de energia por matéria que se encontra numa temperatura não nula, seu transporte ocorre por ondas eletromagnéticas.

Outrossim, a radiação depende de características do objeto que emite a energia (emissividade), do meio que a energia é transportada e uma propriedade do objeto que a recebe (absortividade). Assim, material, temperatura do meio e coloração do objeto são algumas das características que norteiam os estudos acerca da transferência por irradiação.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo geral

Compreender os conceitos relacionados ao processo de transferência de calor por radiação.

### 2.2. Objetivos específicos

2.2.1 identificar o fenômeno observado.

1. Quantos e quais são os mecanismos de transferência de calor observados?

2. Como você explica o fenômeno observado a partir da lei da conservação da energia? Quais são as formas de energia envolvidas?
3. Quais conclusões você tira do experimento realizado?

## 3. Materiais e métodos

### 3.1. Material

Para o experimento são necessários:

- 1 recipiente de plástico com diâmetro de 16,5 cm na base e de 23 cm no topo e 19,5 cm de altura.
- 1 recipiente de alumínio de 150 mL.
- 1 recipiente de alumínio de 150 mL com o fundo pintado de preto.
- 1 lâmpada incandescente de 100 W.

### 3.2. Procedimento experimental

A princípio foram colocados 150 gramas de água nos recipientes de alumínio não colorido e "escuro", respectivamente. As massas foram aferidas em uma balança de precisão. Em seguida, o recipiente não opaco foi colocado sobre um suporte de madeira e cobertos por uma tampa cartonada. Então, a temperatura ambiente foi aferida e o termopar foi fixado segundo uma disposição vertical, na qual sua extremidade estivesse imersa em água e o mais centralizado possível. Consecutivamente, medimos a temperatura da água em um tempo inicial e, em seguida, acendemos uma lâmpada ao mesmo tempo que demos início a contagem de tempo no cronometro. Por fim, a cada 60 segundos, durante 12 minutos, foram aferidas as temperaturas no recipiente. Depois, o procedimento foi repetido com o recipiente "escuro".

### 3.3. Cálculos

As medidas de temperatura serão usadas para plotar um gráfico de temperatura em função do tempo para cada recipiente.

O calor sensível recebido por cada recipiente é usado usando a lei:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)$$

Sendo m a massa de água medida,  $\Delta T$  a variação de temperatura medida e  $\Delta t$  o intervalo de tempo. O  $C_p$  corresponde à capacidade calorífica da água à pressão constante, será usado o  $C_p$  médio entre as temperaturas final e inicial. Para calcular o  $C_p$  médio foram usados como referência os seguintes valores:

$C_p$  a 40°C = 4,1784 kJ/kg°C.       $C_p$  a 60°C  
= 4,1843 kJ/kg°C.

## 4. Resultados

Coletados os dados para a variação de temperatura ao longo do tempo durante a exposição dos recipientes a uma fonte irradiante, confeccionamos a Tabela 1 disposta abaixo a fim de facilitar a sua visualização.

**Tabela 1 – Dados experimentais obtidos .....**

Medida	T	p	M	t	v
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Média					
Desvio					
Desvio relativo					

**Tabela 2 – Dados usados para .....**


**Tabela 3 - Dados usados para a estimativa do .....**

--	--	--	--	--


**Tabela 4 – Dados experimentais obtidos para .....**


## 5. Discussão

O procedimento experimental tem como objetivo principal abordar as questões de transferência de calor por irradiação à medida que o aquecimento dos recipientes se dá pela presença de uma fonte irradiante. Contudo, existem mecanismos de transferência de calor por condução e convecção atribuídos ao arranjo também, tendo em vista que as moléculas de ar que colidem com a superfície quente da lâmpada podem eventualmente transferir energia ao recipiente (configurando uma condução), bem como o fluido no interior do recipiente formam correntes de convecção que levam o líquido a temperaturas mais elevadas a superfície do recipiente enquanto moléculas menos agitadas encaminham-se para o seu fundo (configurando uma convecção). Outrossim, existe uma transferência de energia na forma de calor entre as moléculas do próprio recipiente, e a temperatura em sua superfície deve ser bem representada por um gradiente, com temperatura bem acentuada no fundo e um pouco menores conforme nos aproximamos da superfície.

Conquanto, todas as trocas térmicas mencionadas respeitam as leis de conservação de energia, haja vista a mudança das características dos componentes do sistema ao longo do tempo. A princípio, a partir da passagem de energia elétrica por uma resistência é gerado um aquecimento e a lâmpada começa a irradiar energia na forma de ondas eletromagnéticas. Parte dessas ondas aquecem o bulbo da lâmpada, mas grande parte segue em direção ao recipiente, no qual as ondas são em parte refletidas, o que causa o aquecimento do meio próximo a ela, e o resto é absorvido pelas moléculas no fundo do recipiente na forma de energia interna. Então, por meio dos mecanismos de convecção e condução, as moléculas próximas

também sofrem aumento em sua energia interna e, conforme a temperatura do sistema começa a sofrer um aumento muito grande, a troca térmica entre o recipiente e o ar do meio também aumentam. Estão envolvidas nesse arranjo, portanto, energia mecânica, térmica e elétrica.

## 6. Conclusões

## Referências

INCROPERA, F.P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. Fundamentos de transferência de calor e de massa. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

JANNA, W. S.; **Projetos de sistemas fluidotérmicos**. São Paulo: Cengage Learning, 4 e.d. 2016.

BERGMAN, Theodore L. **Incropera - Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. Grupo GEN, 2019. *E-book*. ISBN 9788521636656. Disponível em <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521636656/>>. Acesso em: 25 abr. 2023.