

## PRÁTICA VIII - PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR

### 1 - OBJETIVOS:

- Identificar, comparar e classificar as formas de propagação de calor
- Concluir que o calor para se propagar, necessita de uma diferença de temperatura entre regiões de transmissão de calor.
- Concluir que o fluxo de calor sempre se verifica no sentido da região de maior temperatura para a menor.

### 2 - TEORIA.

#### 2.1 - TEMPERATURA, ENERGIA TÉRMICA E CALOR.

A todo o momento, estamos em contato com corpos que nos dão a sensação de **quente** ou de **frio**. Quando tomamos água fresca ou refrigerante gelado, temos a sensação de frio; quando tomamos café, temos a sensação de quente. Vamos começar o estudo da **Termologia**, que é a parte da física que se dedica ao estudo da energia térmica, do calor e de seus efeitos, com os conceitos de Temperatura, Energia Térmica e Calor que são a base deste ramo da física.

#### TEMPERATURA

Como você sabe, a matéria é constituída de moléculas. Essas moléculas são dotadas de, entre outros movimentos, um movimento de vibração, ou seja, possuem energia cinética de vibração. As vibrações das moléculas variam de uma para outra. No entanto, podemos considerar um nível médio de vibração para as moléculas que compõem um corpo. Apesar de as moléculas de um corpo vibrarem diferentemente, admitiremos, por razões didáticas, que elas têm a mesma vibração, quando todas as partes desse corpo tiverem a mesma temperatura. Temperatura, pois, é definido como o nível médio de vibração das moléculas de um corpo. Um fato importante é que a temperatura de um corpo independe da massa desse corpo.

#### ENERGIA TÉRMICA

Consideremos dois corpos, A e B, com a mesma temperatura, porém com massas diferentes, embora do mesmo material.

Se esses corpos têm a mesma temperatura é porque o nível de vibração de uma molécula do corpo A é igual ao nível de vibração de uma molécula do corpo B. No entanto, como os dois corpos têm massas diferentes, podemos concluir que o corpo com maior massa, ou seja, o corpo B, têm maior número de moléculas. Assim, somando a energia de todas as moléculas do corpo B, obteremos um valor maior do que o da soma da energia de todas as moléculas do corpo A. Define-se, pois, Energia Térmica de um corpo como sendo a Energia total de vibração das moléculas desse corpo. No exemplo da figura, a Energia Térmica de B é maior do que de A. Concluimos, então, que a Energia Térmica de um corpo depende da temperatura e da massa do corpo.

#### CALOR.

Definição - **Calor é energia térmica em trânsito**, ou seja, **é a energia que se transfere de um corpo para outro quando entre eles existir diferença de temperatura**. Como você pode notar, não devemos dizer que um corpo tem calor. Devemos dizer que o corpo tem energia térmica. A passagem de energia térmica de um corpo para outro, independe da massa dos corpos. Consideremos dois corpos, A e B, possuindo, eles, temperaturas e massas diferentes. A temperatura do corpo A é maior do que a do corpo B e a massa do corpo A é menor do que a de B.

Colocando A e B em contato e não permitindo que a energia térmica desses corpos se transfira para outro meio, uma certa quantidade de energia térmica passará de A (corpo de maior nível de energia) para B (corpo de menor nível de energia), até que os dois corpos atinjam a mesma temperatura. Essa energia térmica que está sendo transferida de A para B é o CALOR.

EQUILÍBRIO TÉRMICO - Dois corpos estão em equilíbrio térmico quando estiverem à mesma temperatura.

#### 2.2 - PRINCÍPIO ZERO DA TERMODINÂMICA.

Consideremos três corpos, A, B e C. Tanto o corpo A quanto o corpo B estão em equilíbrio térmico com o corpo C. Podemos concluir, então, que os corpos A e B estão em equilíbrio térmico entre si.

**PZT - Dois corpos em equilíbrio térmico com um terceiro estão em equilíbrio térmico entre si.**

#### 2.3 - PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR

Quando existe uma diferença de temperatura entre duas regiões do espaço, esta tende a desaparecer, espontaneamente, pela passagem do calor de uma região para outra. Ao conjunto de fenômenos que caracterizam essa passagem de calor, damos o nome de **Transmissão de Calor**. Esta se dá de três maneiras distintas: **Condução, Irradiação e Convecção**. Cada uma delas obedece às suas próprias leis.

##### 2.3.1 - CONDUÇÃO

Denomina-se **condução** o processo de transmissão de calor no qual ocorre apenas transferência de energia térmica, sem que haja transporte de matéria. A transmissão de calor por condução ocorre normalmente nos corpos sólidos, embora, sob condições especiais, possa se dar também com os líquidos e gases.

É importante notar que o corpo aquecido por condução não mantém a mesma temperatura em todos os seus pontos. Se colocarmos no fogo uma das extremidades de uma barra de metal, observaremos que a temperatura da barra decresce à medida que seus pontos estiverem mais afastados da extremidade aquecida. Observaremos também que, depois de um certo tempo, a temperatura de cada ponto torna-se estável. Esta situação de estabilidade denomina-se **regime estacionário de temperatura**. Quando isso ocorre, dizemos que se estabeleceu um **gradiente de temperatura**.

Podemos confirmar o que foi dito através da seguinte experiência: Num tubo com mercúrio colocam-se vários termômetros a uma certa distância (x) um do outro. Levando uma das extremidades do tubo ao fogo, o calor irá aos poucos se transferindo para todos os seus pontos. Quando a temperatura se estabilizar, poderemos ver que os termômetros mais próximos da ponta aquecida marcam temperaturas mais altas e os mais afastados registram temperaturas mais baixas.

### 2.3.2 - CONVECÇÃO

Como já vimos nos corpos sólidos a transmissão de calor se dá, principalmente, por condução. Já nos líquidos, o calor é transmitido por um processo denominado **convecção**.

Podemos observar o processo de transmissão de calor por convecção, colocando uma pequena quantidade de serragem num vaso com água. Levando-o ao fogo, poderemos ver, com o auxílio da serragem, que a água do fundo do vaso sobe e que a água fria da camada superior, desce, estabelecendo-se, assim, uma corrente contínua. Essa corrente denomina-se **corrente de convecção**.

### 2.3.3 - IRRADIAÇÃO

Como você deve ter notado, a transmissão de calor por condução e por convecção ocorre sempre através da matéria. No entanto, embora entre a Terra e o Sol não haja matéria, o calor do sol também chega até nós. Nesse caso, a transmissão do calor se dá por **irradiação** das ondas de calor. Essas ondas também são chamadas de raios infravermelhos e, no espectro eletromagnético estão localizadas numa faixa de frequência inferior à do vermelho.

Não é apenas o sol que pode emitir ondas de calor. elas podem ser emitidas também pelo fogo, por um ferro em brasa ou pelo filamento de uma lâmpada aquecido ao rubro. Esse processo de transferência de energia térmica através de ondas de calor chama-se **irradiação**.

Ao atingir um corpo, o calor transferido por irradiação pode ser absorvido, refletido ou transmitido através do próprio corpo.

## 3 - EXPERIÊNCIAS.

### 3.1 - TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONDUÇÃO.

A) Material: Uma caixa de madeira revestida com tinta preta; Uma fonte de calor (vela, lamparina, placa de aquecimento, etc...); Barras metálicas diferentes; 3 (três) Termômetros; Lápis, papel e régua; cronômetro;

B) Atividades Dirigidas.

b1) Com a caixa na bancada introduza a barra metálica com os três termômetros e aproxime a fonte térmica.

b2) Meça a temperatura da barra, antes de iniciar o aquecimento, nos três termômetros. Após isso, comece a aquecer a barra metálica e registre o valor da temperatura dos três termômetros, de 2 em 2 minutos. Coloque esses valores na tabela 1, abaixo.

TEMPO (MIN)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)
0,0			
2,0			
4,0			
6,0			
8,0			
10,0			
12,0			
14,0			
16,0			
18,0			
20,0			
25,0			
30,0			
35,00			
40,00			
45,00			
50,00			
55,00			
60,00			

Tabela 1

b3) Como ocorre, microscopicamente, esse processo de transmissão de calor?

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b4) Em todo o processo de aquecimento ( até 60 min) a relação  $T_1 > T_2 > T_3$  foi sempre verdadeira? Por que?

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b5) Faça os gráficos ( $T_1 \times t$ ), ( $T_2 \times t$ ) e ( $T_3 \times t$ ) em um único eixo cartesiano. Usar algum programa no computador para construir os gráficos.

b6) Faça um gráfico da temperatura lida nos três termômetros em função das distâncias( $d_1$ ,  $d_2$  e  $d_3$ ), para os tempo: 09, 25, 45 e 60 minutos. Usar o computador.

b7) O que você espera que aconteça caso seja usado uma outra barra de material diferente?

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b8) Que conclusões você tira em relação aos resultados dessa experiência?

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### 3.2 - TRANSMISSÃO DE CALOR POR IRRADIAÇÃO

A) Material:

- Uma caixa de madeira revestida com tinta preta, com fonte de calor irradiante ( lâmpada de potência alta); 3 (três) termômetros; Lápis, papel e régua; cronômetro.

B) Atividades Dirigidas.

b1) Coloque a caixa de madeira na bancada e introduza os três termômetros. Os termômetros devem ficar fixos na altura da lâmpada.

b2) Meça a temperatura no interior da caixa antes de iniciar o aquecimento, nos três termômetros. Após isso, comece a aquecer a caixa ligando a lâmpada e registre os valores das temperaturas nos três termômetros, de 2 em 2 minutos. Coloque estes valores na tabela 2, abaixo.

TEMPO (MIN)	$T_1$ (° C)	$T_2$ (° C)	$T_3$ (° C)
0,00			
2,00			
4,00			
6,00			
8,00			
10,00			
12,00			
14,00			
16,00			
18,00			
20,00			
25,00			
30,00			
35,00			
40,00			
45,00			
50,00			
55,00			
60,00			

Tabela 2

b3) Como ocorre esse processo de transmissão de calor?

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b4) Faça os gráficos ( $T_1 \times t$ ), ( $T_2 \times t$ ) e ( $T_3 \times t$ ) em um único eixo cartesiano. Usar algum programa de computador.

b5) Os gráficos obtidos neste processo de transmissão são da mesma forma dos obtidos pelo processo de condução?

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b6) Faça um gráfico (no computador) da temperatura lida nos três termômetros em função das distâncias ( $d_1$ ,  $d_2$  e  $d_3$ ) para os tempos: 10, 20 e 30 minutos.

b7) O gráfico obtido acima tem a mesma forma daquele obtido no processo de condução?

R: \_\_\_\_\_

b8) Faça os gráficos comparativos dos dois processos de transmissão, para cada termômetro, ou seja, em um mesmo eixo cartesiano, fazer as curvas ( $T_1 \times t$ ) obtidas nos processos de condução e irradiação. Fazer o mesmo para ( $T_2$ ) e ( $T_3$ )

b9) Se houve alterações nos resultados obtidos nos processos acima, explique quais são essas alterações e o por que do ocorrido.

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### 3.3 - TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONVECÇÃO

A) Material:

- Um béquer grande; Pó de serragem ( ou equivalente); água limpa; Uma fonte de aquecimento; 2(dois) termômetros

B) Atividades Dirigidas.

b1) Coloque o béquer com 2/3 de água em cima da placa de aquecimento.

b2) Introduza os dois termômetros na água, um no fundo do recipiente e o outro próximo à superfície.

b3) Coloque um pouco do pó de serragem na superfície da água, sem agitar. O que você observa?

R: \_\_\_\_\_

b4) Meça as temperaturas nos termômetros ( $T_1$  e  $T_2$ ), antes de iniciar o aquecimento.

R:  $T_1$  (fundo) = \_\_\_\_\_  $T_2$  (superfície) = \_\_\_\_\_

b5) Comece a aquecer o sistema.

b6) Observe o comportamento do pó de serragem enquanto a água está sendo aquecida. O que você nota?

R: \_\_\_\_\_

b7) Registre os valores das temperaturas dos dois termômetros no instante em que começa a ocorrer a convecção.

R:  $T_1$  = \_\_\_\_\_  $T_2$  = \_\_\_\_\_

b8) Explique, fisicamente, o que está ocorrendo.

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b9) O que ocorre ao sistema quando a água começa a ferver? Neste instante, qual o valor das temperaturas lidas?

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b10) Crie uma outra experiência que demonstre, facilmente, esse processo de transmissão de calor.

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_