

BCJ0205-15

# Fenômenos Térmicos

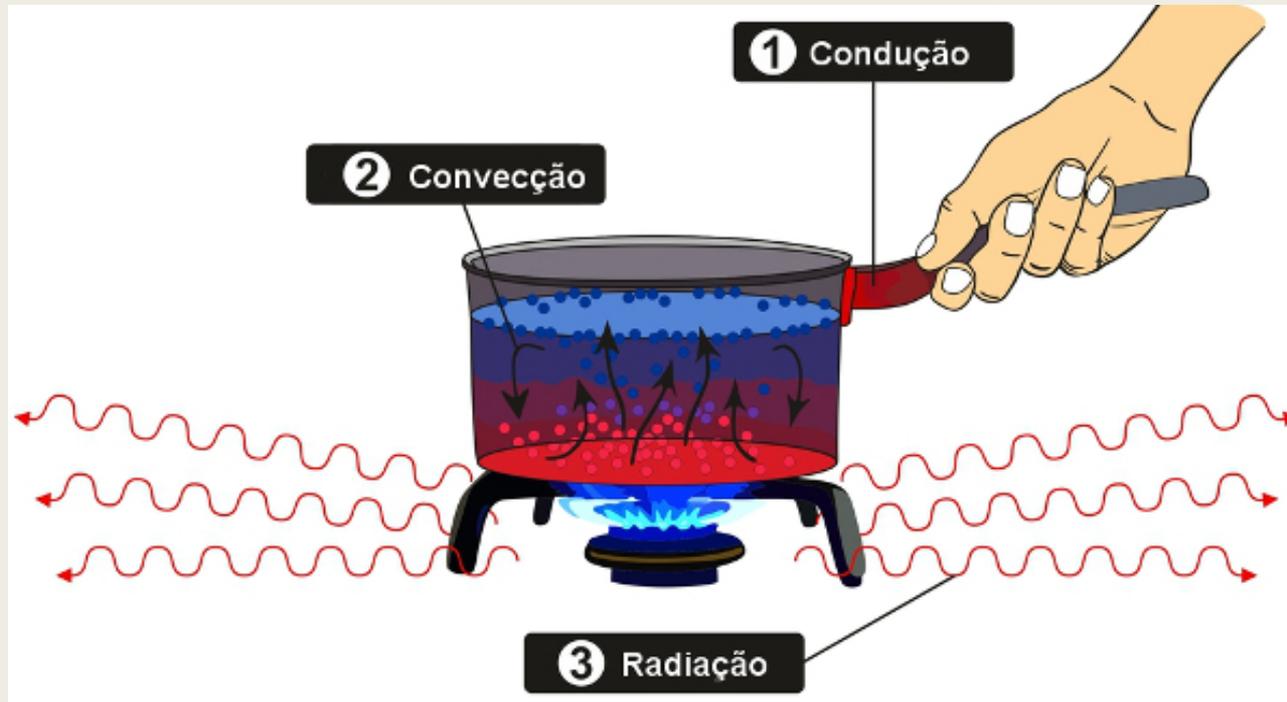
**Prof. Paramita Barai**

**Modulo 3: Energia em Processos Térmicos:  
a Primeira Lei da Termodinâmica**

Capítulo 17 do livro texto  
(Princípios de Física, Serway, Vol. 2)

Unidade 17.10 (páginas 182 - 186)

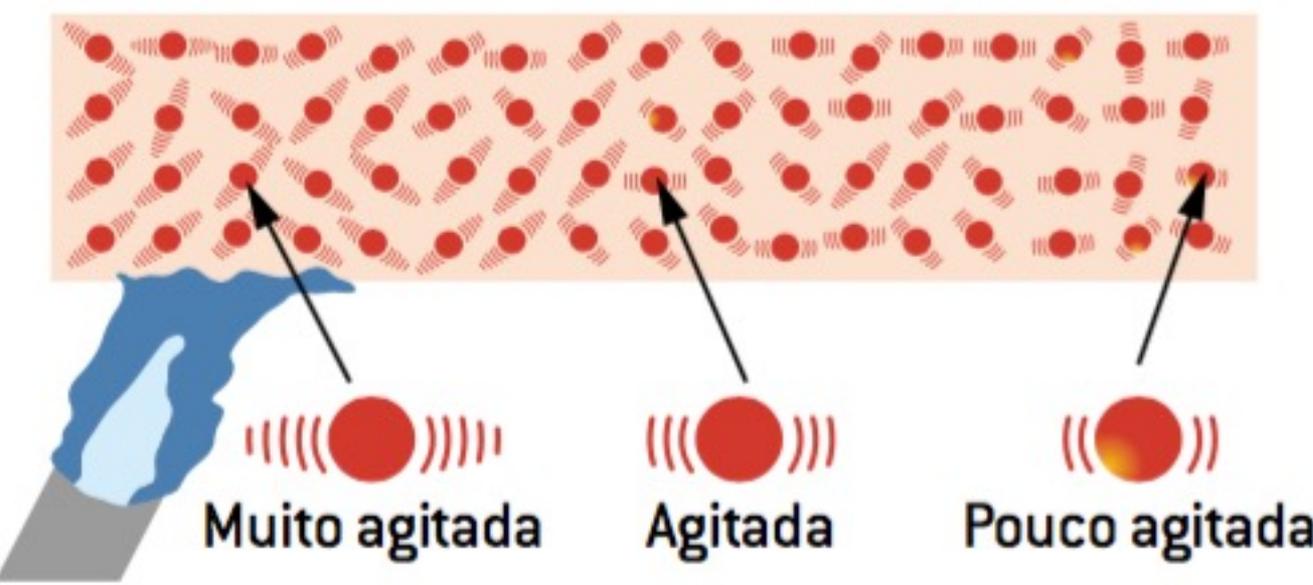
# 3.10 – Mecanismos de Transferência de Energia em Processos Térmicos



- Métodos de transferência de energia, quando os objetos estão em temperaturas diferentes:
  - ❖ **Condução de calor**
  - ❖ **Convecção** (uma forma de transferência de matéria)
  - ❖ **Radiação eletromagnética**

# Condução

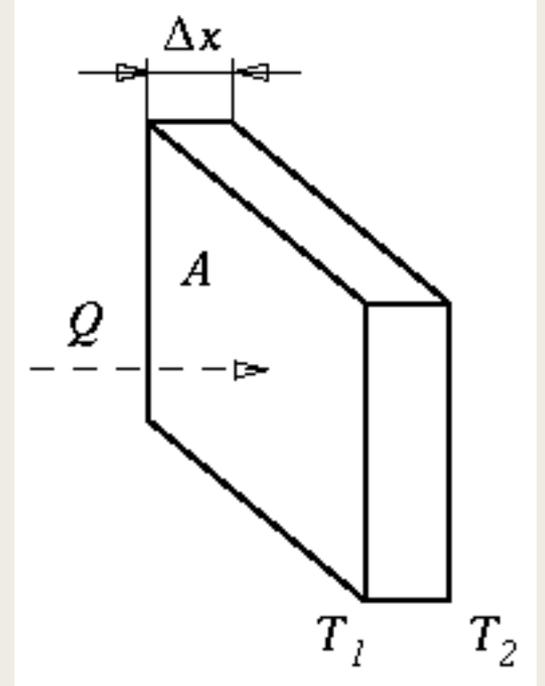
- Condução Térmica : Transferência de energia por calor.
- Troca de energia cinética entre os átomos.



- Se segurarmos uma extremidade de uma barra de metal, e colocarmos a outra no fogo, a temperatura do metal em nossas mãos aumentará.
  - *A energia chega às nossas mãos por Condução.*
- Inicialmente, os **átomos de metal vibram** em suas posições de equilíbrio.
- O fogo dá energia para a barra → os átomos próximos ao fogo começam a vibrar com amplitudes crescentes → átomos colidem com seus vizinhos.
  - *Lentamente, os átomos de metal cada vez mais distantes do fogo aumentam sua amplitude de vibração.*
- Este aumento de vibração → um aumento na temperatura do metal.

# Condução

- Placa de metal:
  - Espessura =  $\Delta x$
  - Área de seção transversal =  $A$
  - Temperaturas das faces opostas:  $T_1 > T_2$
- A taxa de transferência de energia pelo calor,  $P$ 
  - [W = Watts = J/s]
  - Diferença de temperatura =  $\Delta T = T_1 - T_2$
- Lei de Condução :
  - Constante de proporcionalidade =  $k$ 
    - ❖ Condutividade Térmica do Material
  - $dT/dx =$  Gradiente de Temperatura.

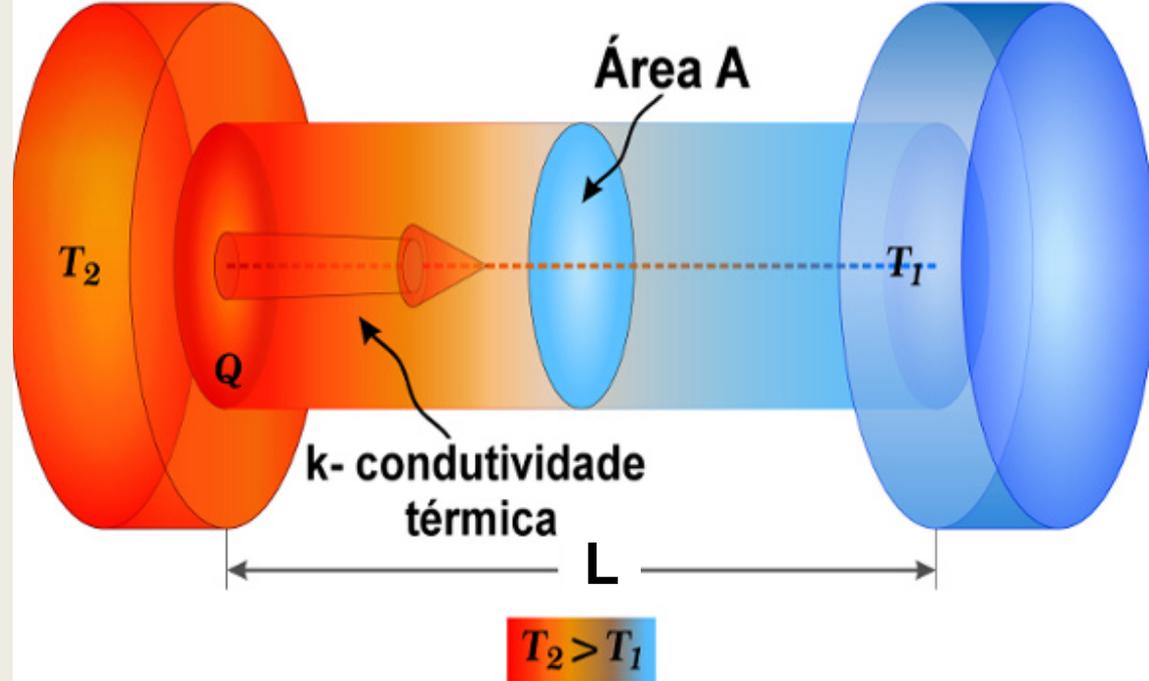


$$P = \frac{Q}{\Delta t} \propto A \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$P = k A \left| \frac{dT}{dx} \right|$$

# Condução

- Barra uniforme
  - Comprimento =  $L$
- Extremidades estão em contato térmico com reservatórios com temperaturas  $T_1, T_2$ .



- Estado estacionário : Temperatura em cada ponto da barra é constante no tempo.
  - Gradiente de temperatura é o mesmo em qualquer ponto da barra →

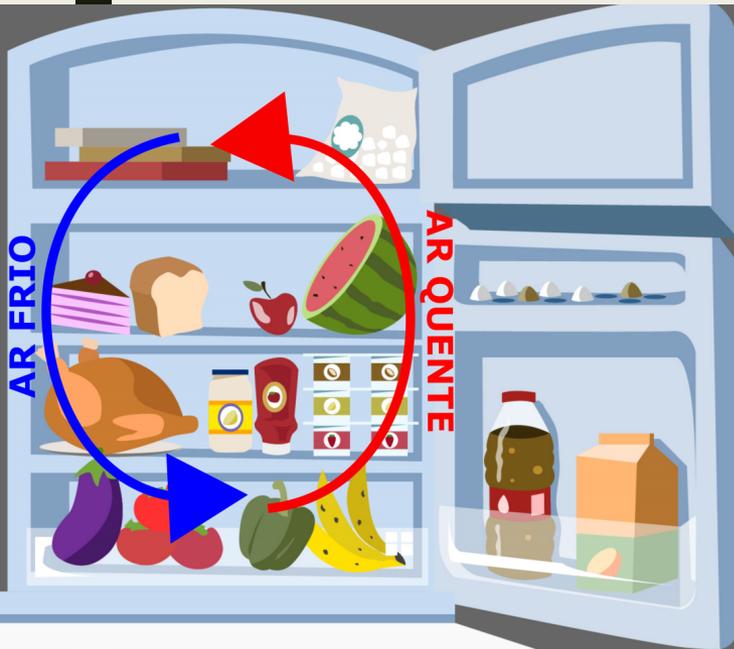
$$\left| \frac{dT}{dx} \right| = \frac{T_2 - T_1}{L}$$

- Taxa de transferência de energia por condução de calor →

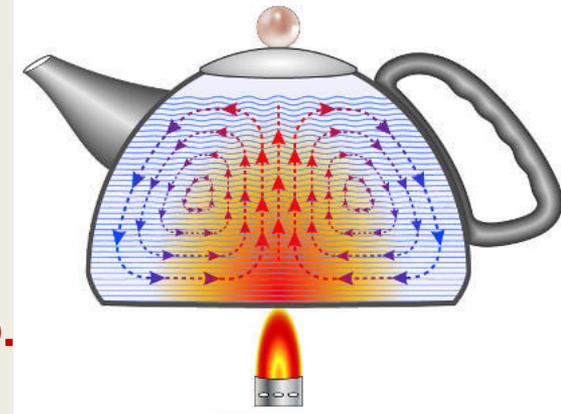
$$P = k A \left( \frac{T_2 - T_1}{L} \right)$$

- Materiais que são bons condutores térmicos têm altos valores de condutividade térmica, enquanto bons isolantes térmicos têm baixos valores de condutividade.

# Convecção



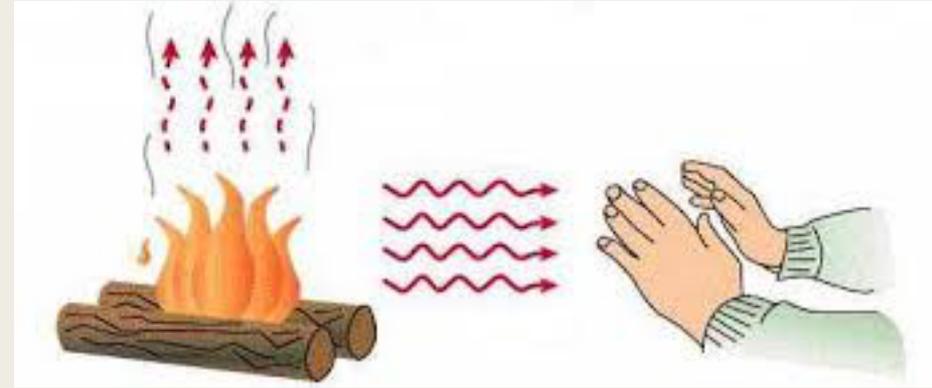
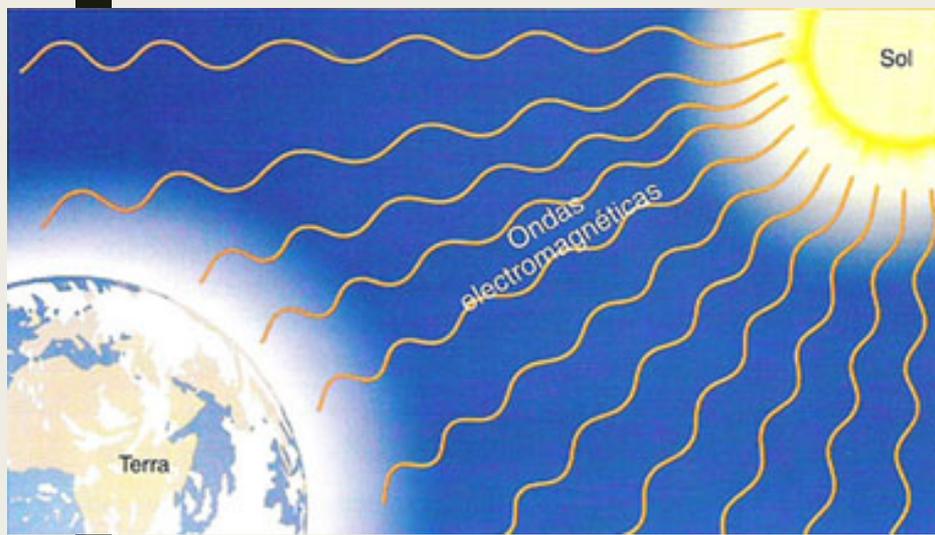
- **Convecção** : Energia transferida pelo movimento de um fluido.



- Água fervente em uma chaleira:
  - As camadas inferiores da água são aquecidas primeiro → Esta água mais quente se expande → sobe ao topo, porque sua densidade é menor.
  - Água mais fria e mais densa vai para o fundo da chaleira e é aquecida.

- ❑ **Convecção Natural** : Quando o movimento resulta de diferenças de densidade.
  - ✓ Ex.: o ar ao redor de uma fogueira, ar dentro de uma geladeira.
- ❑ **Convecção Forçada** : Quando o fluido é forçado a se mover por um ventilador ou bomba.
  - ✓ Ex.: Alguns sistemas de aquecimento de ar e água.

# Radiação



- **Radiação Eletromagnética : Transferência de energia por ondas eletromagnéticas, devido a mudanças de temperature.**
- Todos os objetos irradiam continuamente, causado pela aceleração de cargas elétricas nas moléculas.
- → Todo objeto emite radiação eletromagnética devido ao movimento térmico das suas moléculas : **Radiação Térmica.**
- Energia Solar:  $\sim 1370$  J/s de radiação eletromagnética do Sol atinge cada metro quadrado da atmosfera Terrestre.
  - *Suficiente para suprir nossas necessidades de energia 100+ vezes.*
  - *Se a energia pudesse ser capturada e usada com eficiência.*

# Radiação

- Objeto emite energia por radiação térmica de sua superfície.

- Temperatura absoluta da superfície =  $T$  [Kelvin]
- Potência irradiada pelo objeto =  $P$  [W = J/s]
- Área da superfície do objeto =  $A$  [m<sup>2</sup>]

$$P = \sigma A e T^4$$

- **Lei de Stefan :**

- $\sigma$  = **Constante Stefan-Boltzmann** =  $5,6696 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
- $e$  = **Emissividade** (uma constante)
  - ✓ “e” = [0 ... 1], dependendo das propriedades do objeto.

- Objeto também absorve a radiação eletromagnética do meio ambiente.

- Caso contrário, o corpo irradiaria continuamente sua energia → sua temperatura diminuiria para zero absoluto.

- **Taxa resultante de mudança na energia para o objeto como resultado da radiação:**

$$P_{\text{resultante}} = \sigma A e (T^4 - T_0^4)$$

- Temperatura do meio ambiente =  $T_0$