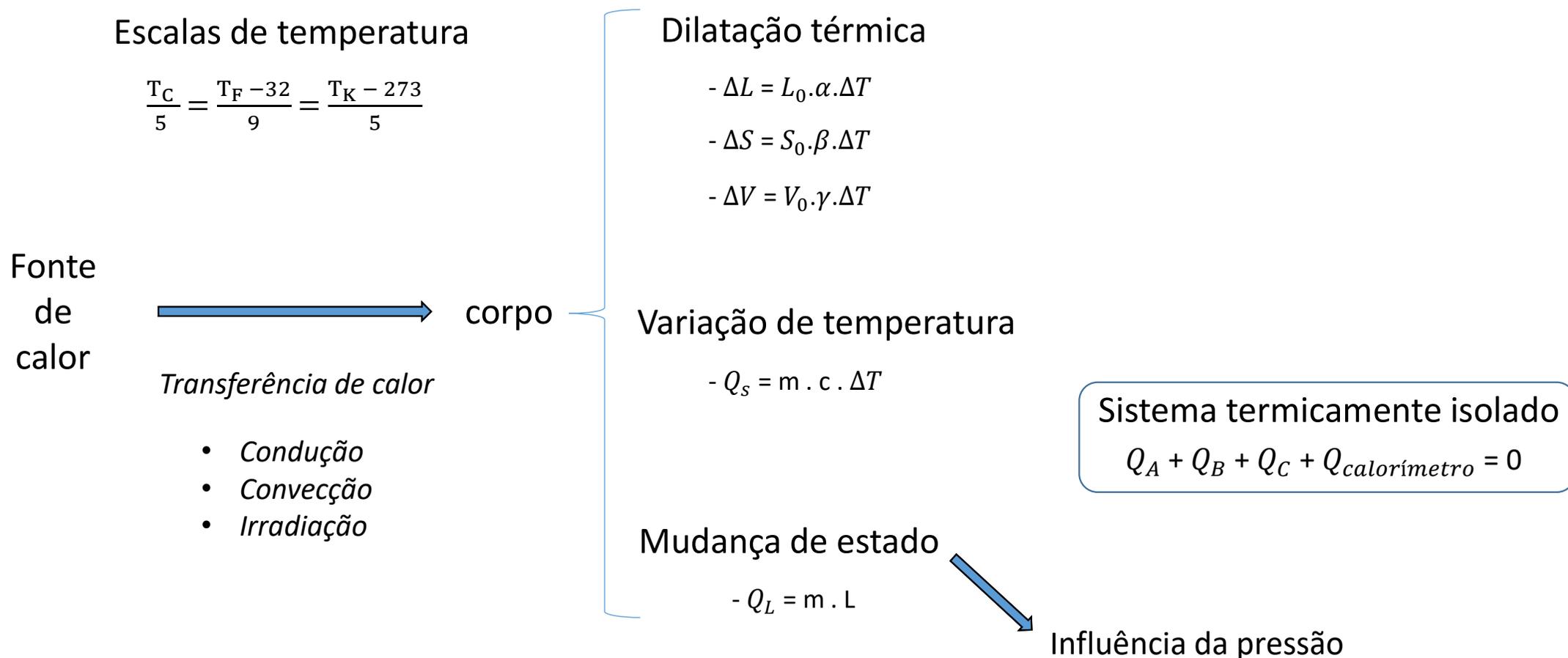


## Processos de transferência de calor

Apresentação e demais documentos: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

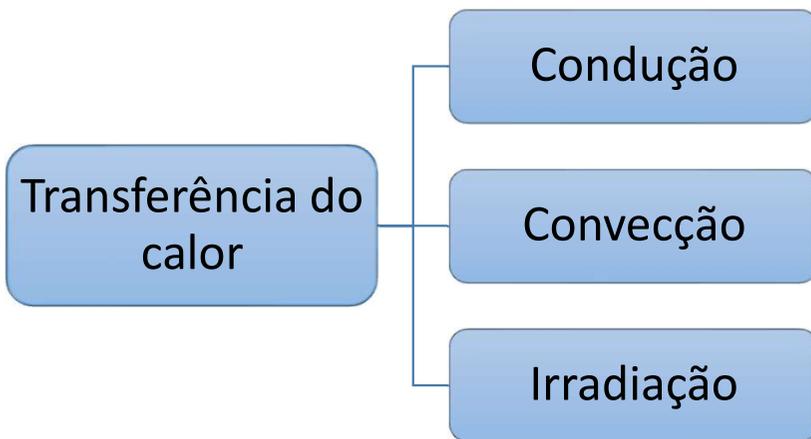
**Professor Caio**

# Mapa

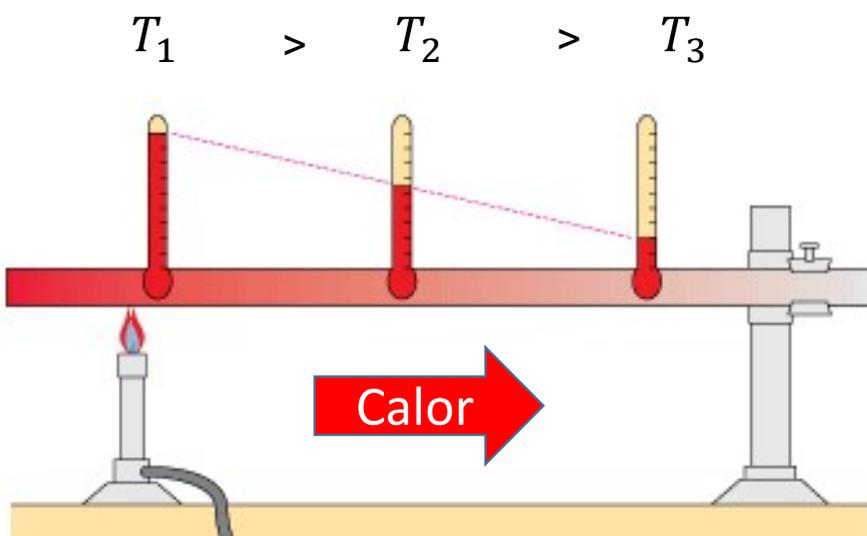




## Processos de transferência de calor



## 1. Condução



- Transferência de calor por colisões entre as partículas.
- Mais intensa em meios sólidos.
- Necessidade de um meio material (não ocorre no vácuo).
- Sem transporte de matéria.

- Dicas:

- Bons condutores de calor: metais
- Maus condutores de calor ou isolantes térmicos:

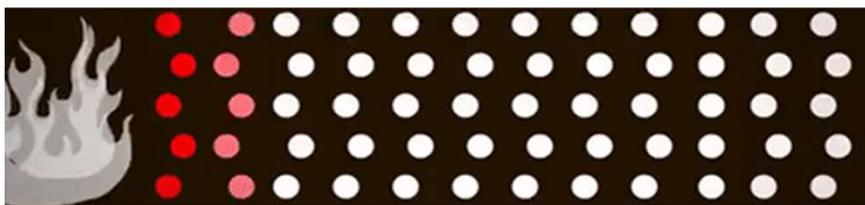
*Ar (gases em geral)*

*Vidro*

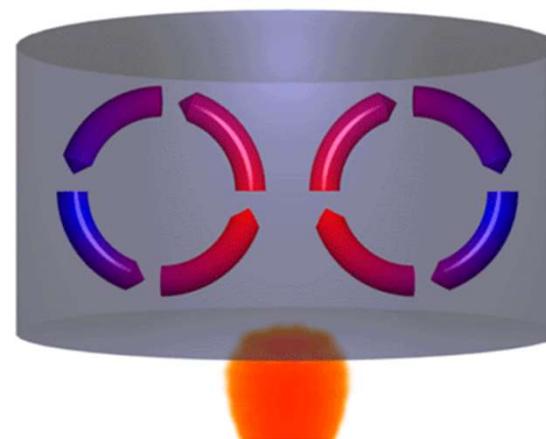
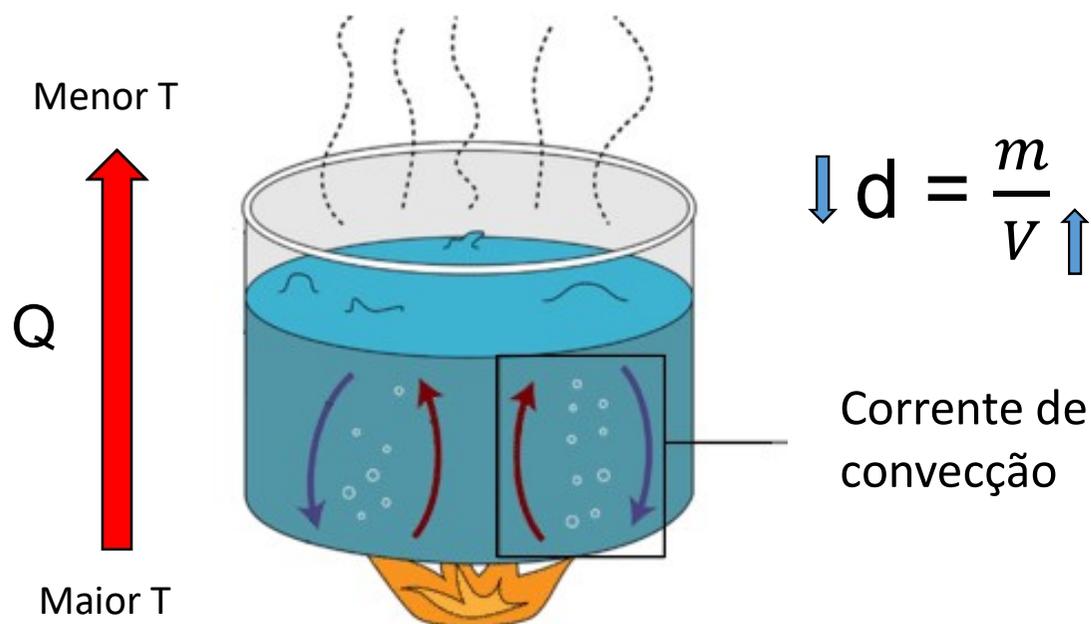
*Isopor*

*Madeira*

*Plástico*

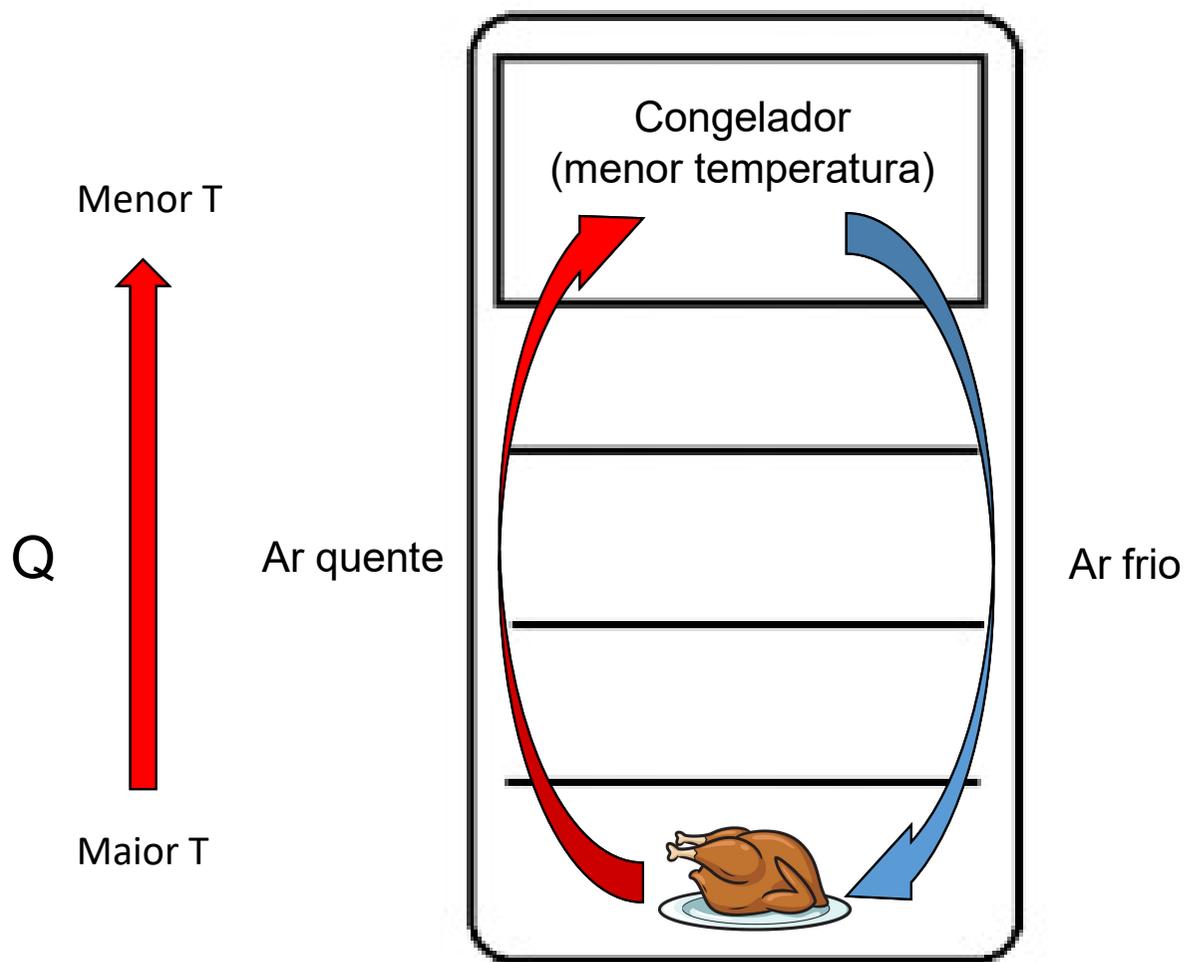


## 2. Convecção



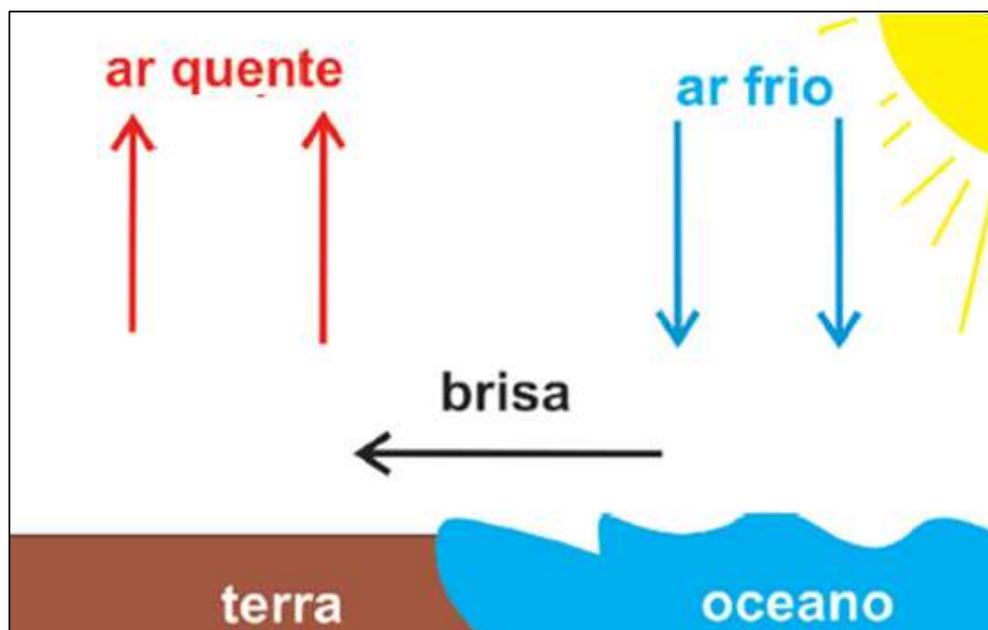
- Transferência de calor que ocorre devido à movimentação da matéria
- A movimentação da matéria se dá em virtude das diferenças de densidade e ação da gravidade.
- Ocorre somente nos gases e líquidos.
- Necessidade de um meio material (não ocorre no vácuo).
- Com transporte de matéria.

## 2. Convecção: exemplo da geladeira



## 2. Convecção: exemplo da brisa

**Dia: brisa marítima**



*Maior temperatura*

*Menor temperatura*

**Noite: brisa continental**



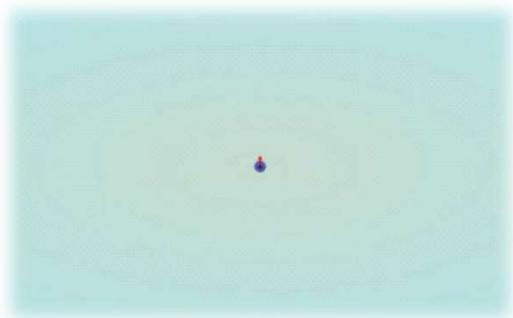
*Menor temperatura*

*Maior temperatura*

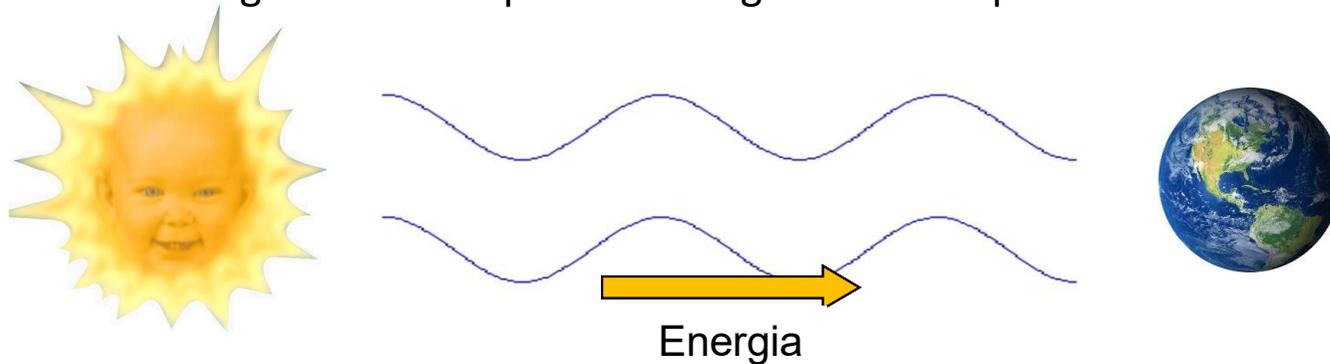
## Revisão: onda eletromagnética

Pré-requisito: o conceito de onda eletromagnética.

- Cargas elétricas oscilando emitem ondas eletromagnéticas

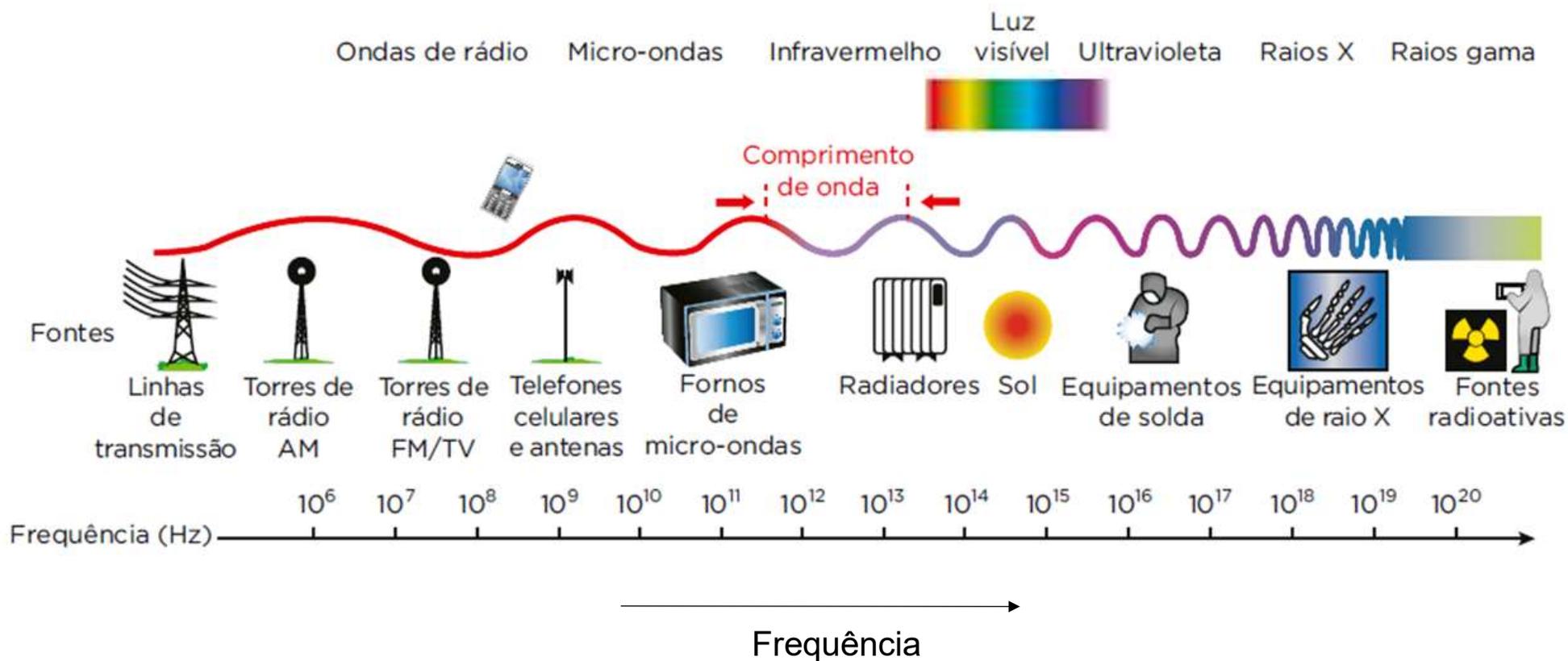


- Ondas de natureza eletromagnética podem viajar no vácuo e em meios materiais.
- Ondas eletromagnéticas transportam energia sem transportar matéria.

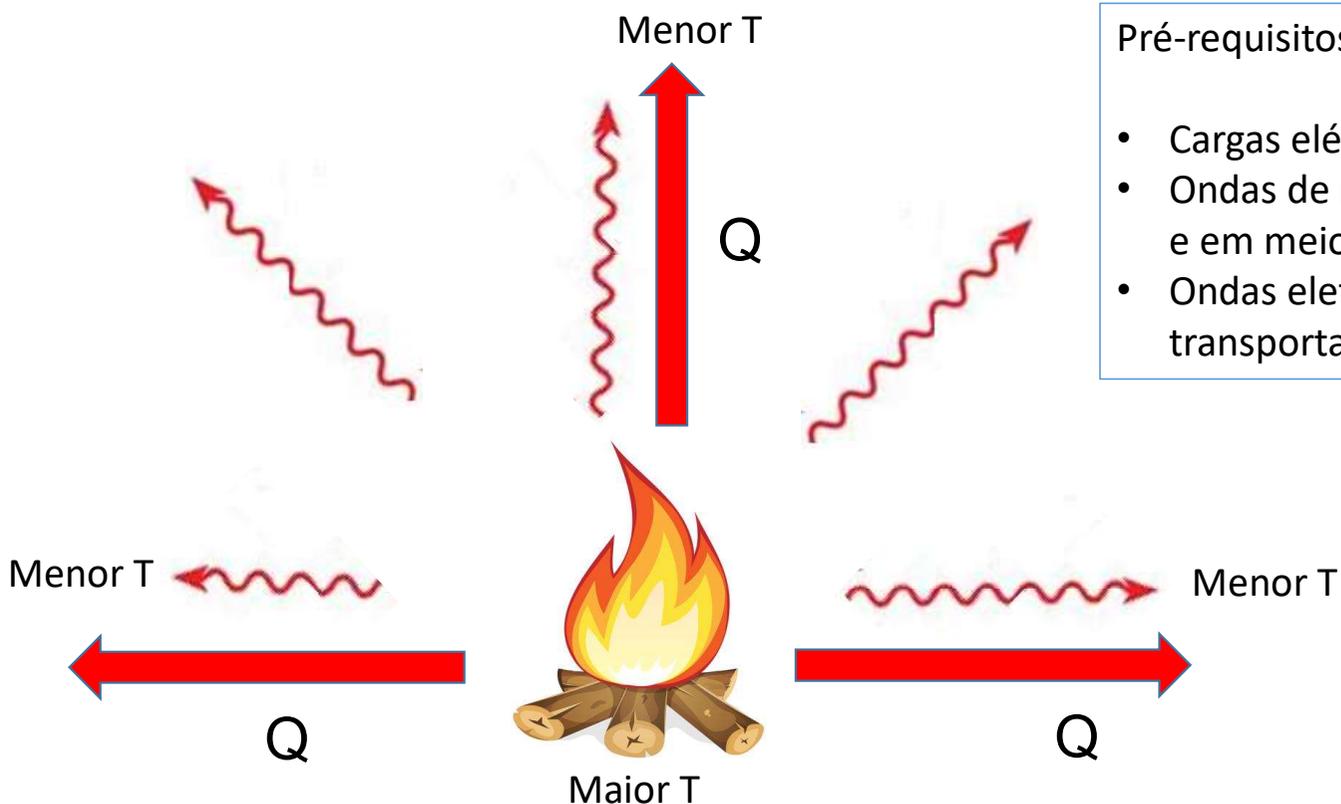


## Revisão: onda eletromagnética

O espectro eletromagnético: conjunto das ondas eletromagnéticas conhecidas



### 3. Irradiação



Pré-requisitos:

- Cargas elétricas oscilando emitem ondas eletromagnéticas
- Ondas de natureza eletromagnética podem viajar no vácuo e em meios materiais.
- Ondas eletromagnéticas transportam energia sem transportar matéria.

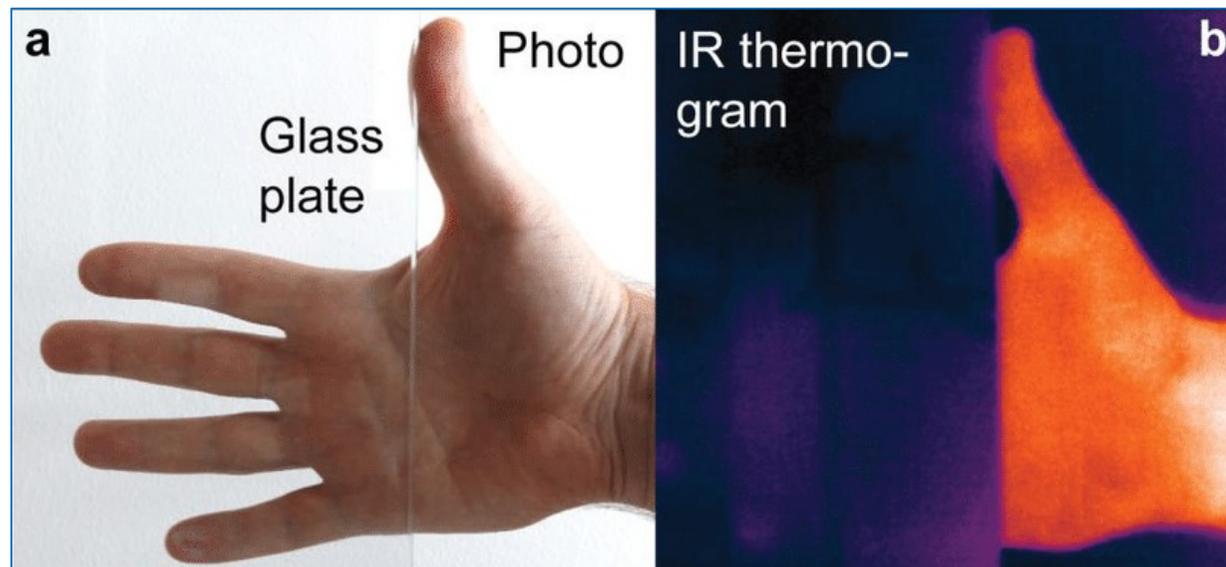
- Transferência de calor por ondas eletromagnéticas (cotidiano: radiação infravermelha).
- Não há necessidade de um meio material (pode ocorrer no vácuo).
- Pode ocorrer nos sólidos, líquidos e gases.

### 3. Irradiação: exemplos

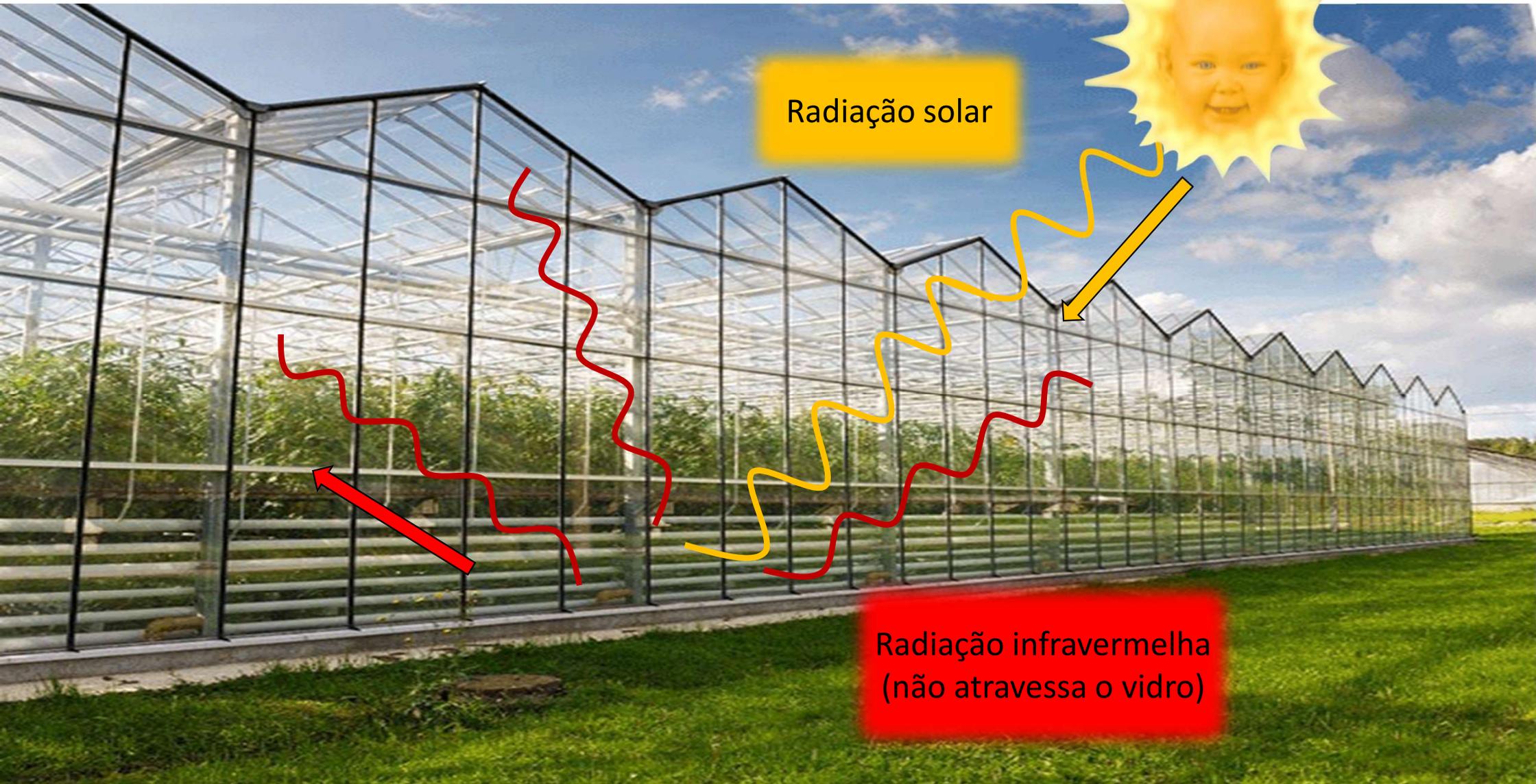
Emissão de radiação infravermelha



Radiação infravermelha e vidro



### 3. Irradiação: exemplo da estufa

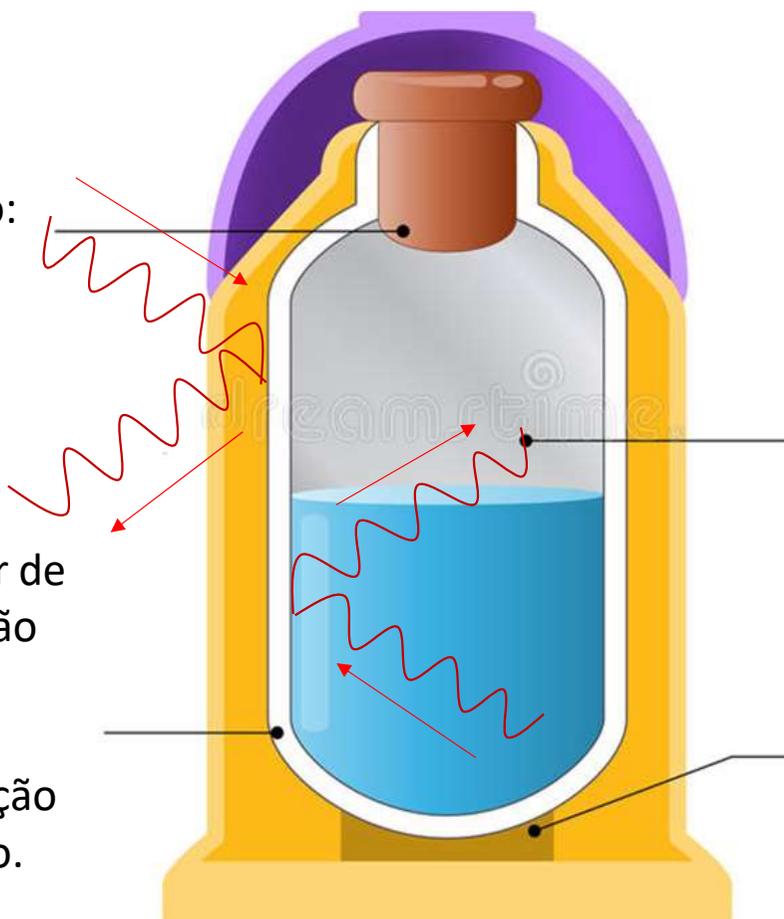


Radiação solar

Radiação infravermelha  
(não atravessa o vidro)

## 4. Vaso de Dewar (garrafa térmica)

Tampa constituída de material isolante térmico: redução da condução.



Paredes espelhadas refletem parte das ondas eletromagnéticas: redução da transmissão por irradiação.

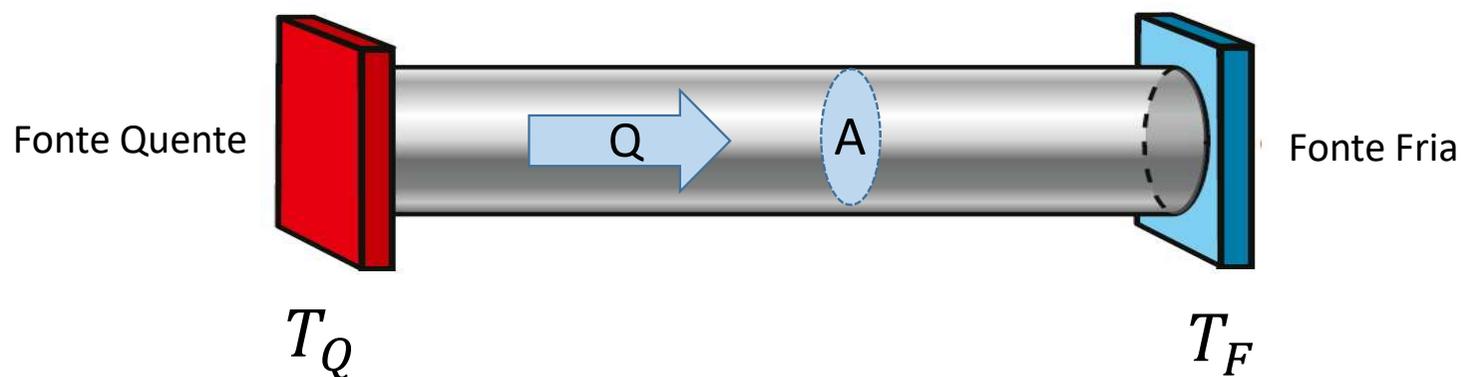
Paredes duplas (mau condutor de calor): redução da transmissão por condução

Vácuo entre as paredes: redução da condução e da convecção.

Material isolante térmico: redução da transmissão por condução.

## 5. Taxa de transferência de calor ou fluxo de calor ou taxa de condução de calor ( $\Phi$ )

- Mede a quantidade de calor transferida por unidade de tempo
- Indica a rapidez com a qual o calor é transferido

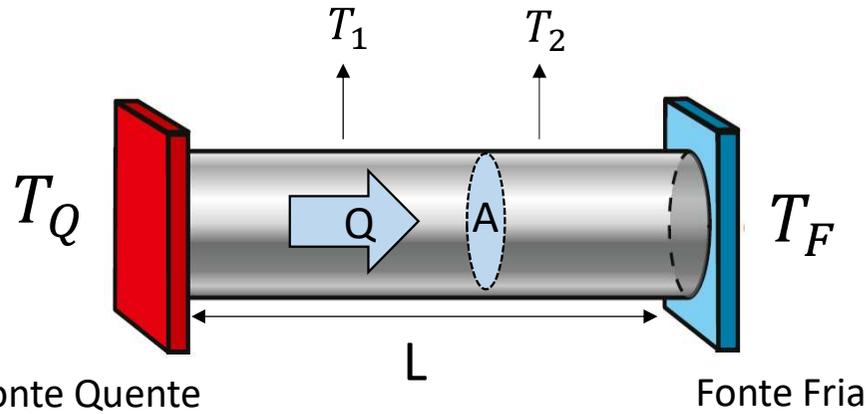


$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\text{SI: } [\Phi] = \frac{\text{J}}{\text{s}} \quad (1\text{W} = \frac{\text{J}}{\text{s}})$$

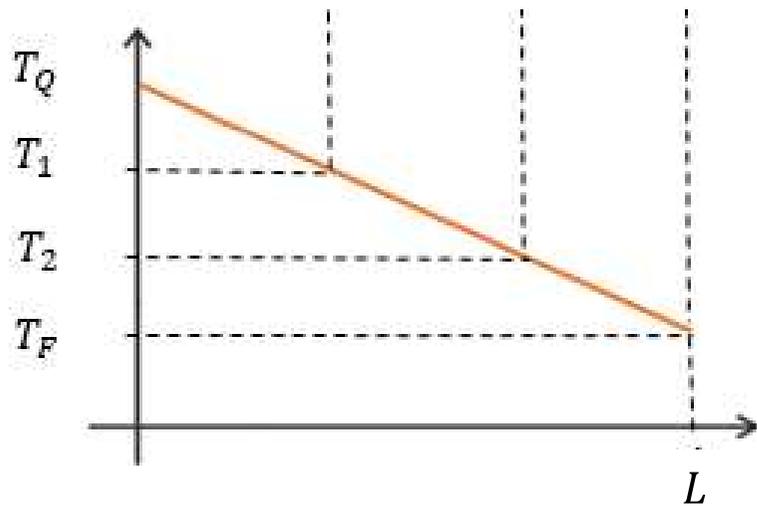
$$\text{SU: } [\Phi] = \frac{\text{cal}}{\text{s}}$$

## 6. Lei de Fourier



Regime estacionário ou regime permanente ( $\Phi_{cte}$ )

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k \cdot A \cdot (T_Q - T_F)}{L}$$



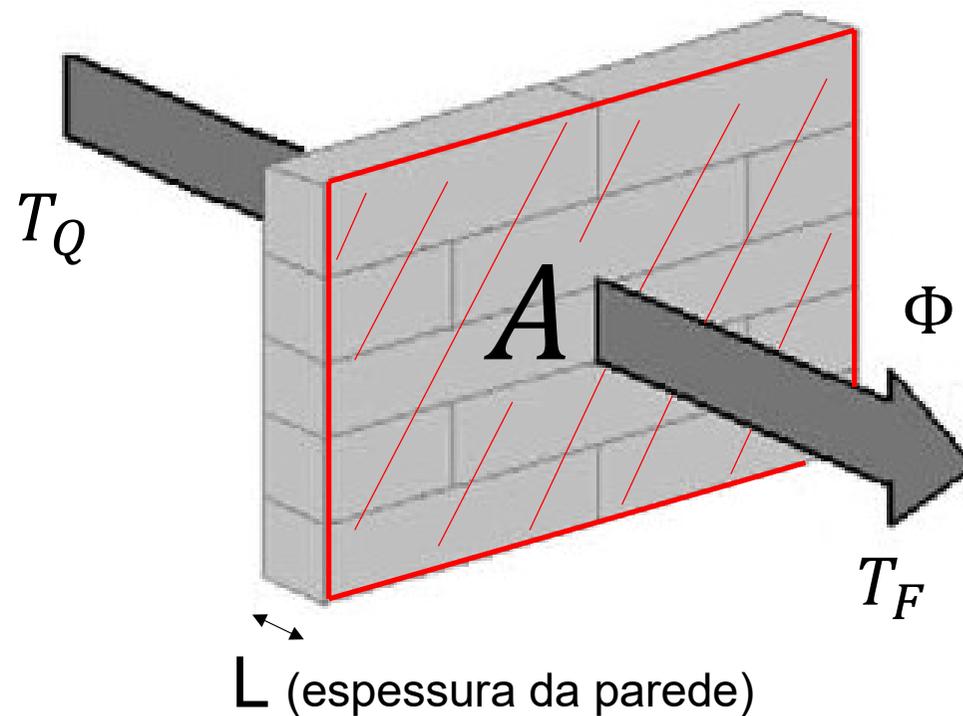
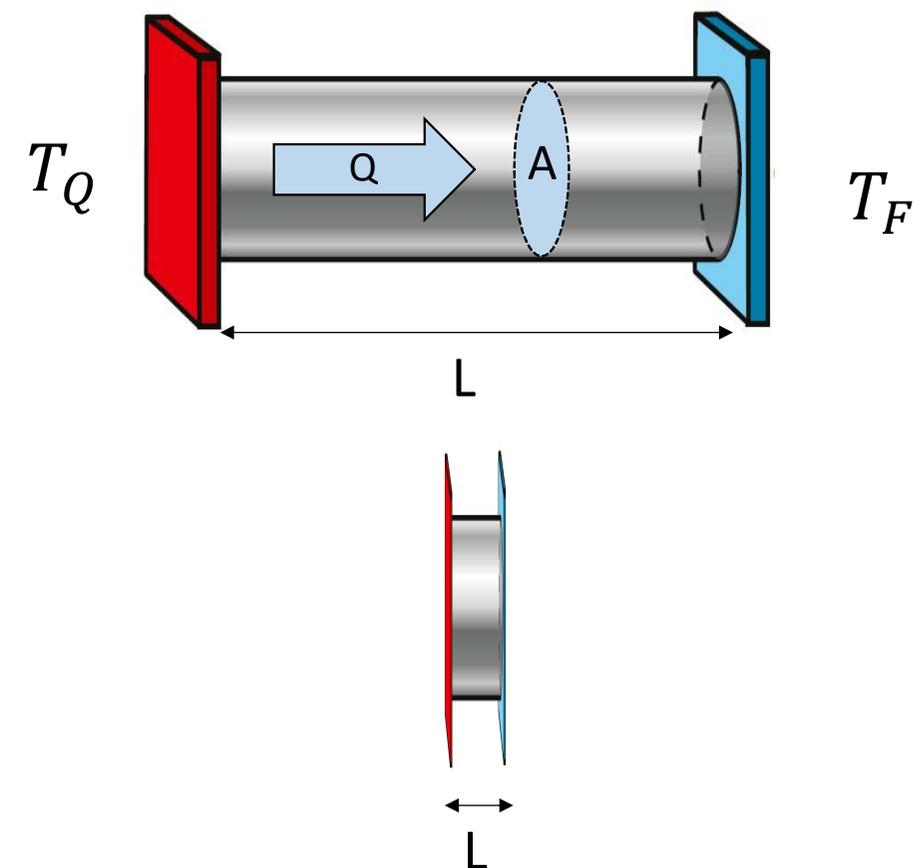
Unidades no SI

- $\Phi$ : fluxo de calor (J/s ou W)
- k: condutividade térmica (J/s.m.K)
- A: área da seção transversal (m<sup>2</sup>)
- L: distância (m)
- $T_Q - T_F$ : diferença entre temperaturas (K)

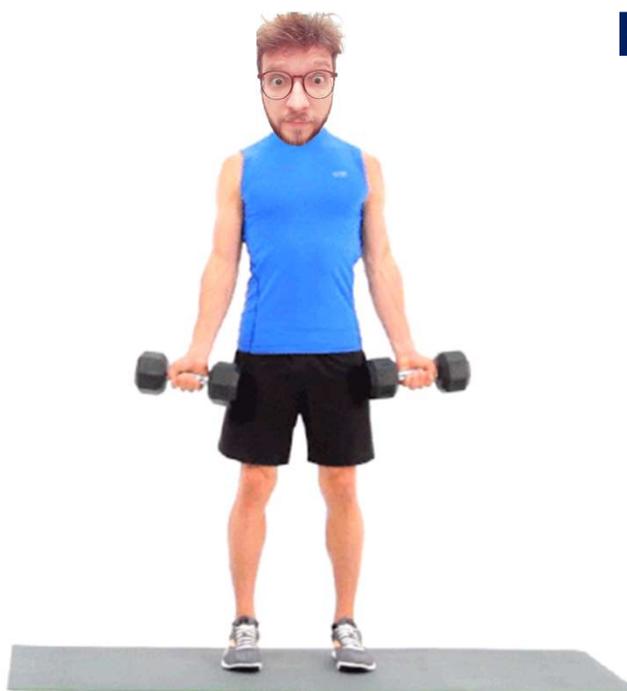
## 6. Lei de Fourier

### Exemplo da parede

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k.A.(T_Q - T_F)}{L}$$



## Exercícios do Caio

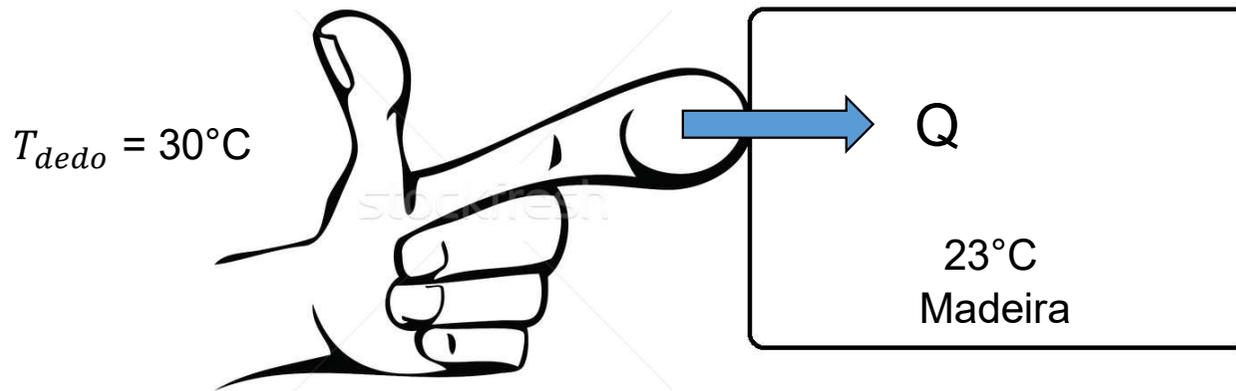


(Enem) É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e temos a sensação de que ela está mais fria que o ambiente. Um fato semelhante pode ser observado se colocarmos uma faca metálica com cabo de madeira dentro de um refrigerador. Após longo tempo, ao encostarmos uma das mãos na parte metálica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

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

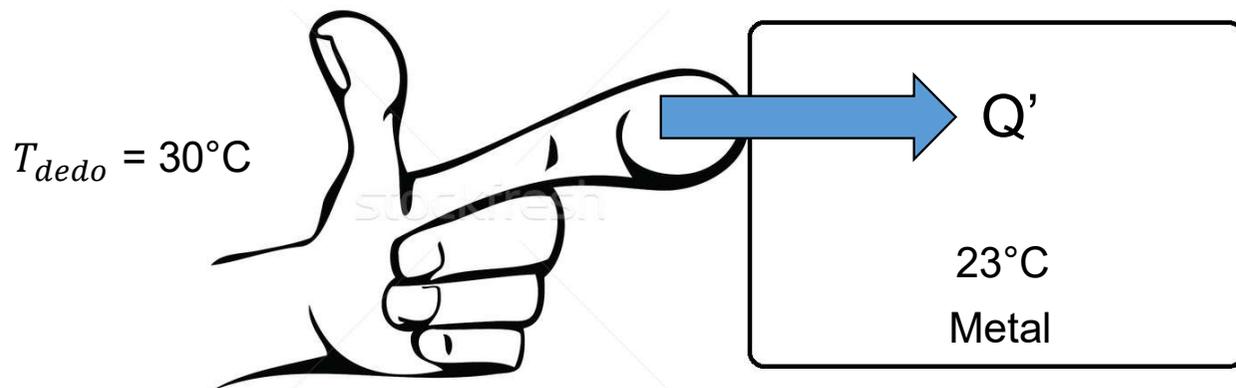
- a) A madeira é um bom fornecedor de calor e o metal, um bom absorvedor.
- b) O metal absorve mais temperatura que a madeira.
- c) O fluxo de calor é maior no metal que na madeira.
- d) A madeira retém mais calor que o metal.
- e) O metal retém mais frio que a madeira.

- Perda de calor → sensação de frio / maior fluxo → maior sensação de frio
- Metais são os melhores condutores de calor



$$fluxo_1 = \frac{Q}{\Delta t} \left( \frac{cal}{s} \right)$$

$$fluxo_2 > fluxo_1$$



$$fluxo_2 = \frac{Q'}{\Delta t} \left( \frac{cal}{s} \right)$$

(Enem) É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e temos 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) A madeira é um bom fornecedor de calor e o metal, um bom absorvedor.
- b) O metal absorve mais temperatura que a madeira.
- c) O fluxo de calor é maior no metal que na madeira. 
- d) A madeira retém mais calor que o metal.
- e) O metal retém mais frio que a madeira.

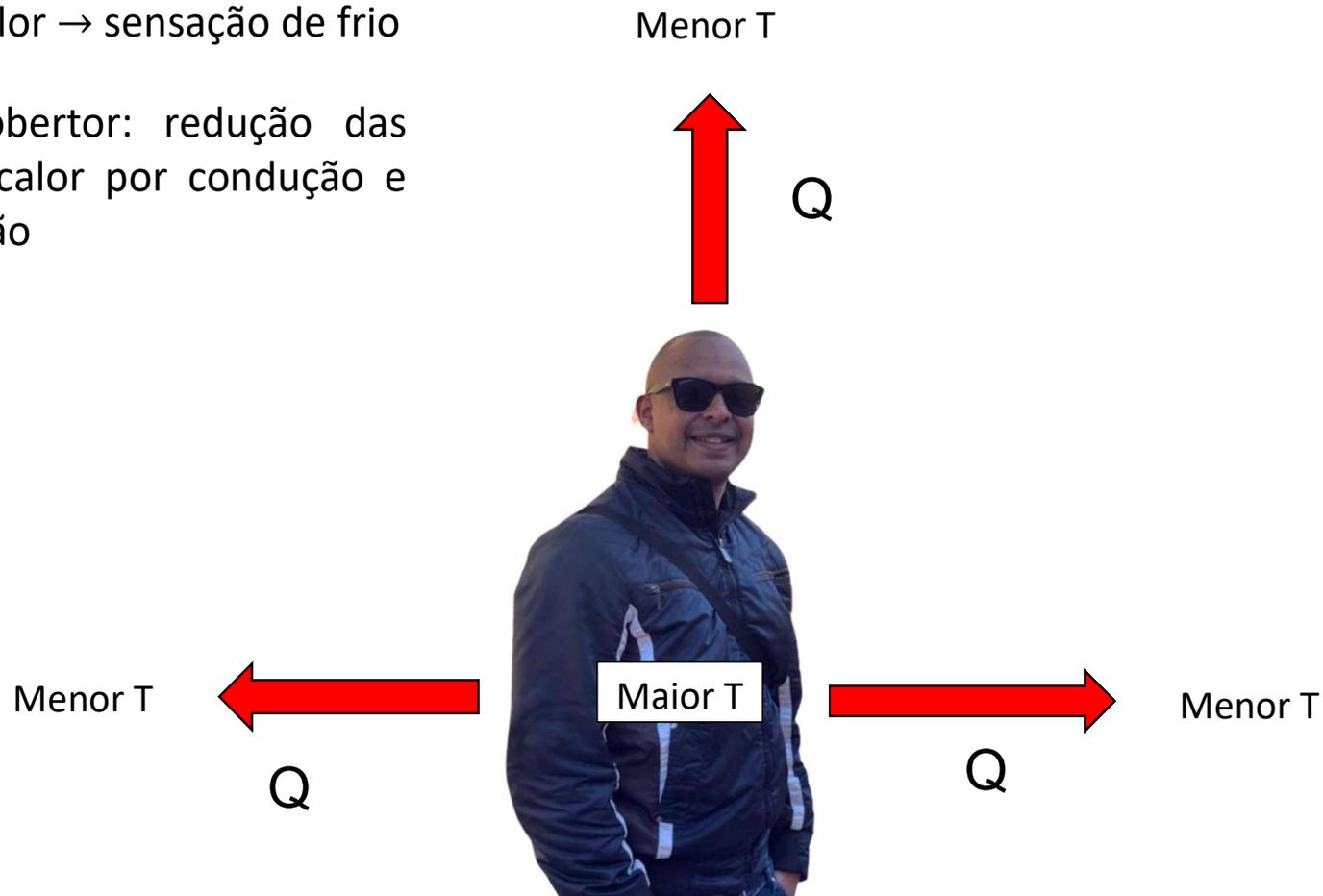
(Enem) Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles.

A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque

- a) possui a propriedade de gerar calor.
- b) é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.
- c) diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo.
- d) tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.
- e) está em contato direto com o corpo humano, facilitando a transferência de calor por condução.

A utilização de blusa / vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque ?

- Perda de calor → sensação de frio
- Blusa / cobertor: redução das perdas de calor por condução e da convecção



Cobertor aluminizado – redução das perdas de calor por irradiação



(Enem) Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles.

A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque

- a) possui a propriedade de gerar calor.
- b) é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.
- c) diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo. 
- d) tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.
- e) está em contato direto com o corpo humano, facilitando a transferência de calor por condução.

Menor T (exterior)



Maior T (interior)