

**INSTITUTO FEDERAL**

Ceará

Campus Itapipoca

# Termodinâmica

Aula 04 – Calor

Prof. Dr. F. A. Leandro Filho

# Energia Térmica

---

A energia térmica de um corpo é o somatório das energias de agitação das suas partículas e depende da temperatura do corpo e do número de partículas nele existentes.



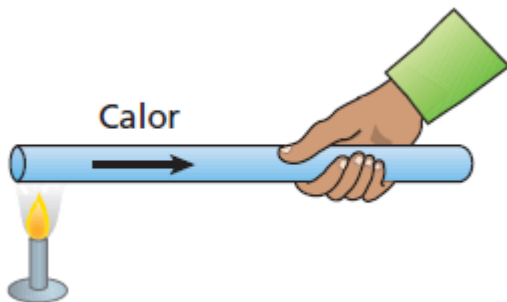
A barra de chocolate foi dividida em duas partes. Apesar de ambas estarem à mesma temperatura, a parte maior possui mais energia térmica que a menor, por ser constituída de um número maior de partículas.



# Calor

---

Calor é energia térmica em trânsito de um corpo para outro ou de uma parte para outra de um mesmo corpo, trânsito este provocado por uma diferença de temperaturas.



O calor propaga-se da extremidade esquerda da barra, em contato com o fogo, para a extremidade direita. Note que o calor flui naturalmente da região de maior temperatura para a de menor temperatura.



# Unidade usual de calor

---

Uma caloria (cal) é a quantidade de calor que 1 grama de água pura deve receber, sob pressão normal, para que sua temperatura seja elevada de 14,5 °C a 15,5 °C.

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

$$1 \text{ kcal} = 10^3 \text{ cal}$$

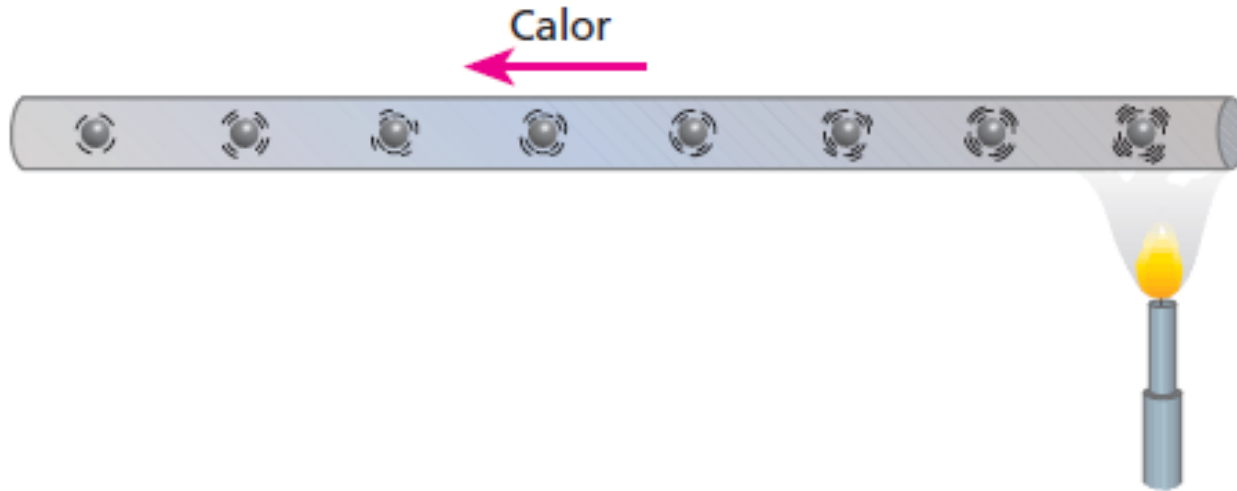
Caloria alimentar (Cal) : 1,0 Cal = 1,0 kcal



# Processos de propagação do calor

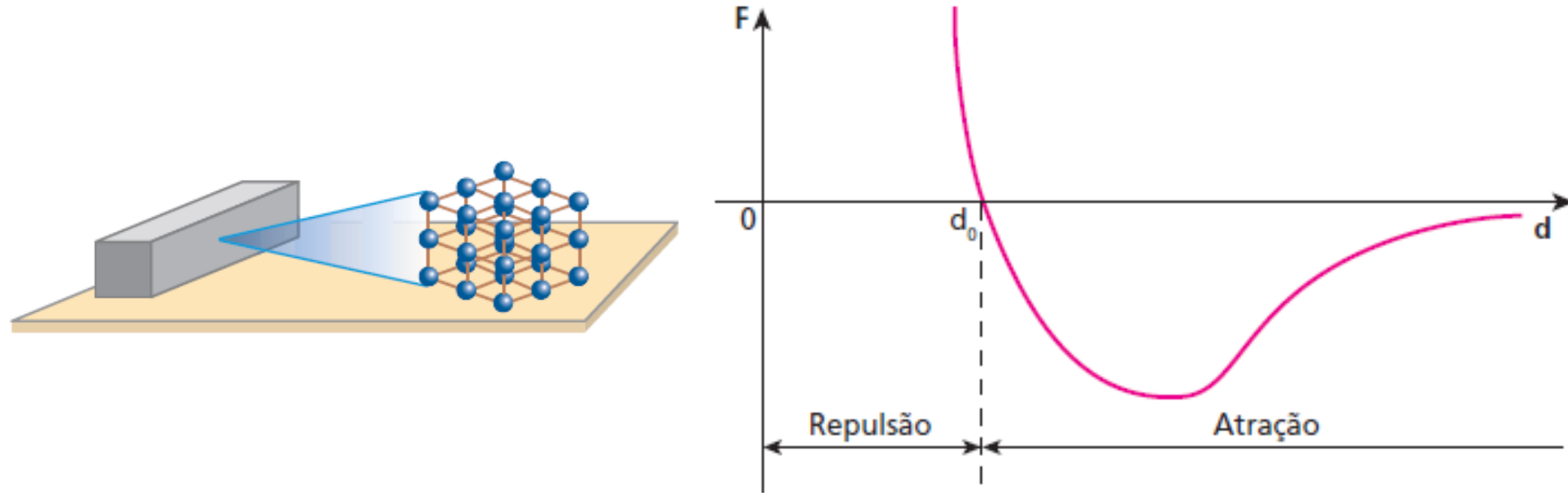
---

**Condução** é o processo de propagação de calor no qual a energia térmica passa de partícula para partícula de um meio.



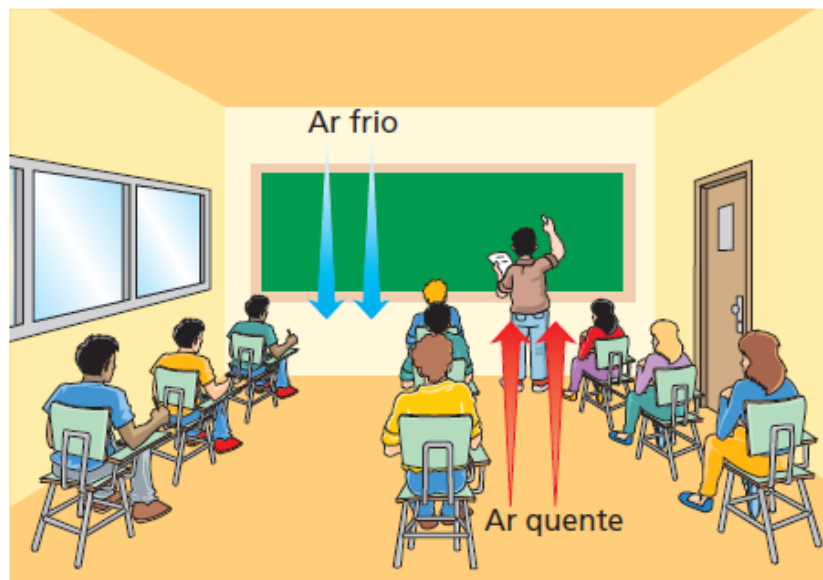
# Processos de propagação do calor

## Forças intermoleculares explicando a condução



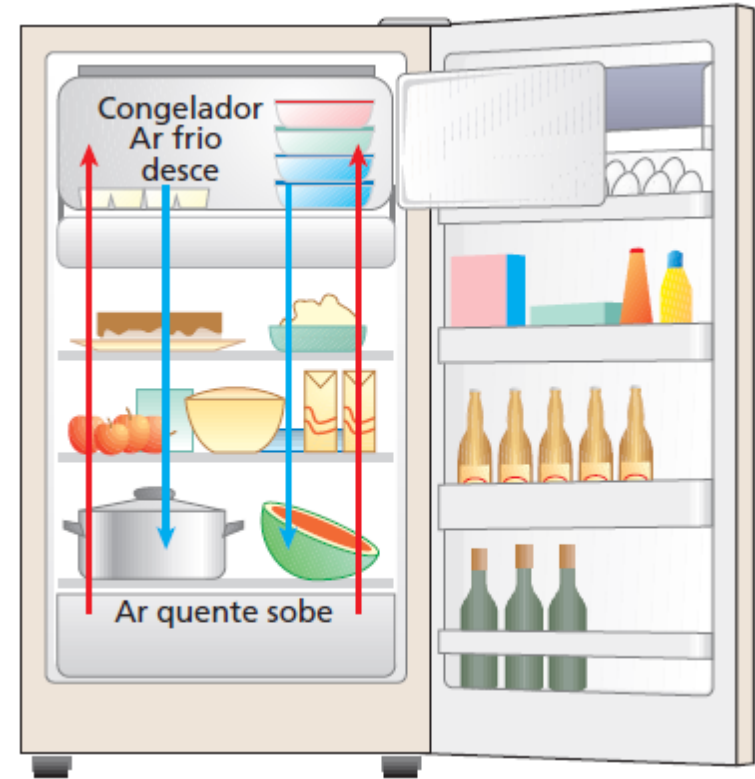
# Processos de propagação do calor

**Convecção** é o processo de propagação de calor no qual a energia térmica muda de local, acompanhando o deslocamento do próprio material aquecido.



# Processos de propagação do calor

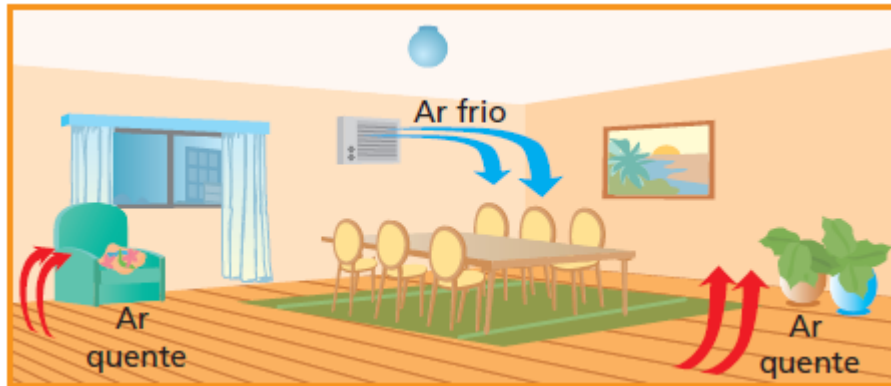
## Refrigeradores domésticos



A convecção do ar no interior de um refrigerador doméstico.

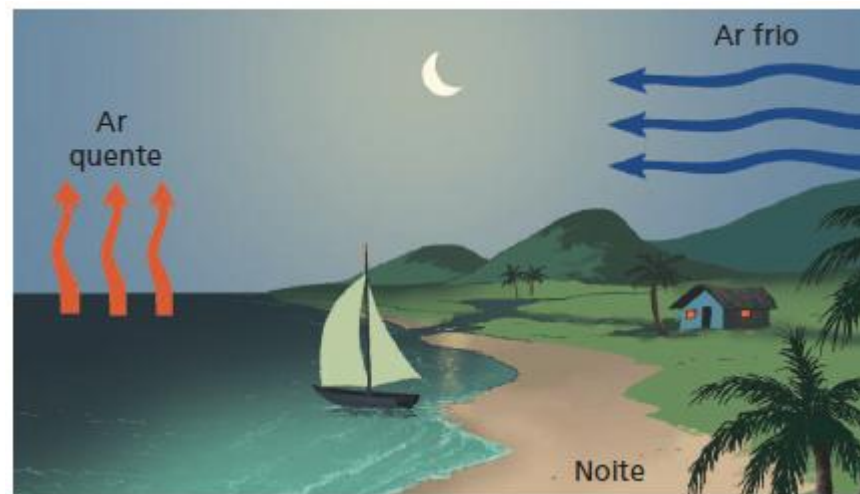
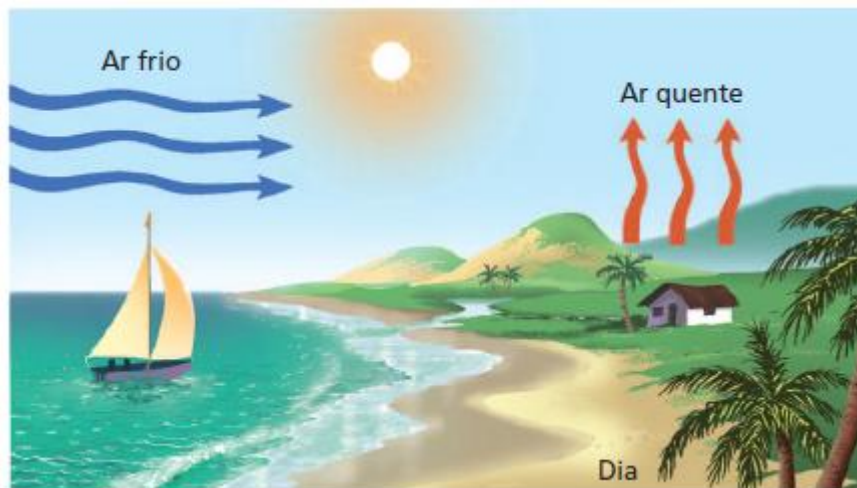
# Processos de propagação do calor

## Ar-condicionado (ar frio) e Aquecedor (ar quente)



# Processos de propagação do calor

## Brisas marinhas

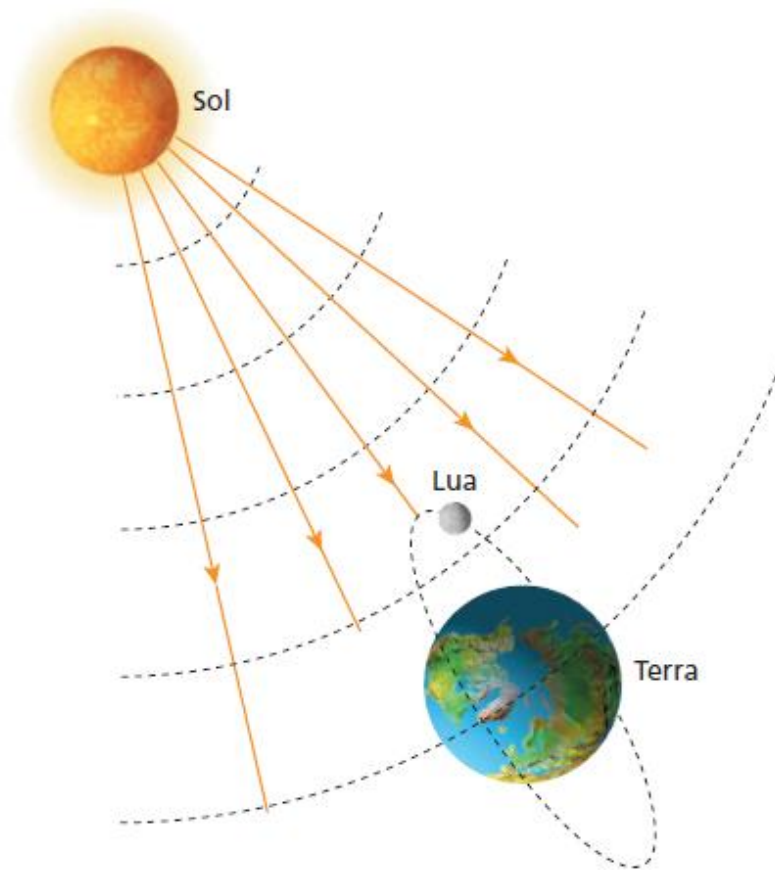


INSTITUTO FEDERAL

Ceará  
Campus Itapipoca

# Processos de propagação do calor

**Radiação** é o processo de propagação de energia na forma de ondas eletromagnéticas. Ao serem absorvidas, essas ondas se transformam em energia térmica.



# Algumas aplicações tecnológicas

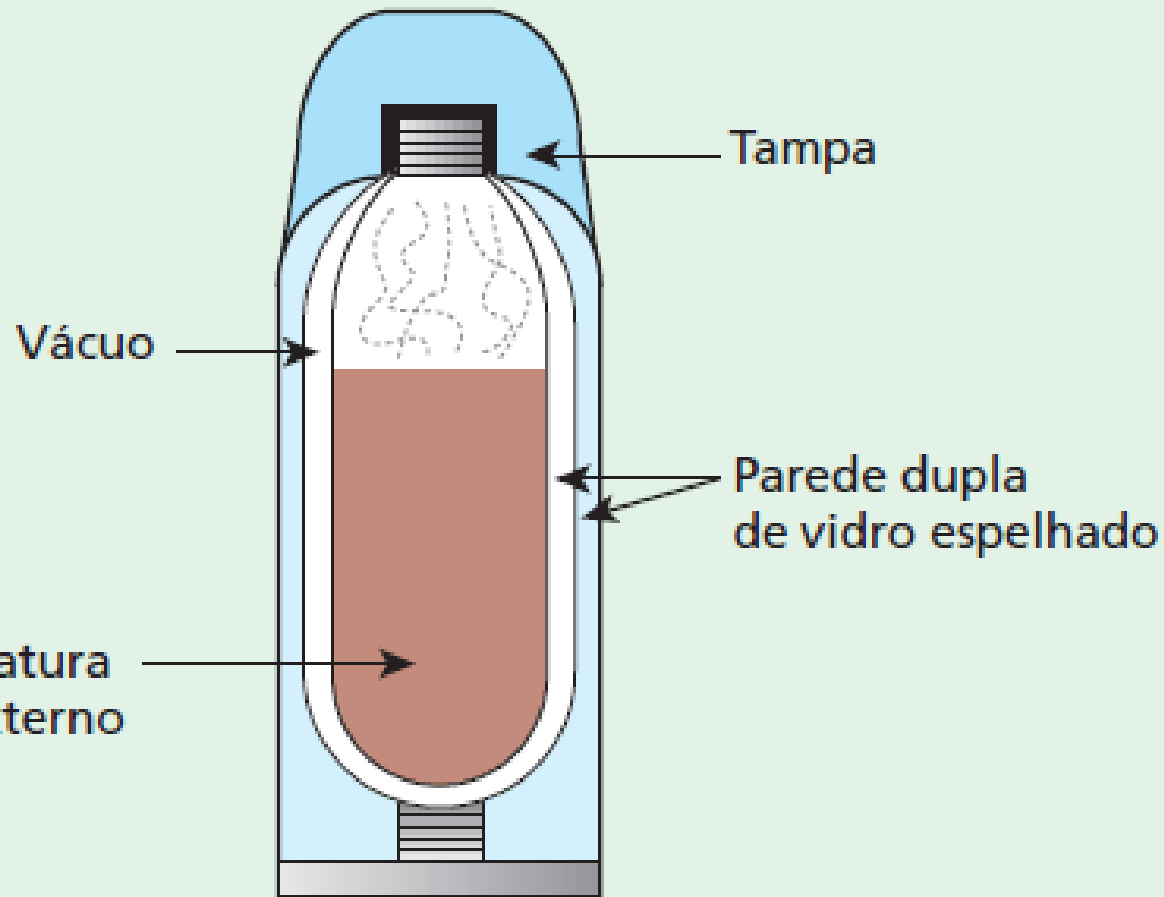
---



**INSTITUTO FEDERAL**

Ceará  
Campus Itapipoca

# Garrafa Térmica



# Estufas

---



# O efeito estufa na atmosfera terrestre

---



**INSTITUTO FEDERAL**

Ceará  
Campus Itapipoca

# Calor Sensível x Calor Latente

---



**INSTITUTO FEDERAL**

Ceará  
Campus Itapipoca

# Capacidade térmica (C) e calor específico (c)

---

Define-se capacidade térmica (C) ou capacidade calorífica desse corpo como sendo:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

A **capacidade térmica (C)** de um corpo indica a quantidade de calor que ele precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade.



# Capacidade térmica (C) e calor específico (c)

---

A capacidade térmica por unidade de massa do corpo é denominada calor específico (c), dado por:

$$c = \frac{C}{m} = \frac{Q}{m \Delta T}$$

O **calor específico (c)** indica a quantidade de calor que cada unidade de massa do corpo precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade.



# Capacidade térmica (C) e calor específico (c)

| Substâncias            | Calor específico<br>em cal/g °C |
|------------------------|---------------------------------|
| Alumínio               | 0,219                           |
| Água                   | 1,000                           |
| Alcool                 | 0,590                           |
| Bronze (liga metálica) | 0,090                           |
| Cobre                  | 0,093                           |
| Chumbo                 | 0,031                           |
| Estanho                | 0,055                           |
| Ferro                  | 0,119                           |
| Gelo                   | 0,550                           |
| Mercúrio               | 0,033                           |
| Ouro                   | 0,031                           |
| Platina                | 0,032                           |
| Prata                  | 0,056                           |
| Vapor de água          | 0,480                           |
| Vidro                  | 0,118                           |
| Zinco                  | 0,093                           |



# O calor sensível e o seu cálculo

---

Calor sensível é o calor que, recebido ou cedido por um corpo, provoca nele uma variação de temperatura.

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \quad \longrightarrow \quad Q = m c \Delta T$$

Essa equação é também denominada **Equação Fundamental da Calorimetria**.



# Sistema físico termicamente isolado

A busca do equilíbrio térmico é uma lei natural.



Um sistema físico é **termicamente isolado** quando não existe troca de calor entre seus componentes e o meio externo.

$$|\Sigma Q_{\text{cedido}}| = |\Sigma Q_{\text{recebido}}|$$

$$\Sigma Q_{\text{cedido}} + \Sigma Q_{\text{recebido}} = 0$$

# As mudanças de estado físico

---

Dependendo do estado de agregação de suas partículas, uma substância pode ser encontrada em três estados físicos fundamentais: sólido, líquido e gasoso.



# As mudanças de estado físico

---

No **estado sólido**, as partículas de uma substância não têm grande liberdade de movimentação e não vão além de vibrações em torno de posições definidas. Assim, os sólidos possuem volume e forma bem definidos.



# As mudanças de estado físico

No **estado líquido**, há maior liberdade de agitação das partículas de uma substância do que no estado sólido, mas elas ainda apresentam uma coesão considerável. Assim, os líquidos possuem volume bem definido, porém forma variável, ou seja, a forma é a do recipiente que os contém.



# As mudanças de estado físico

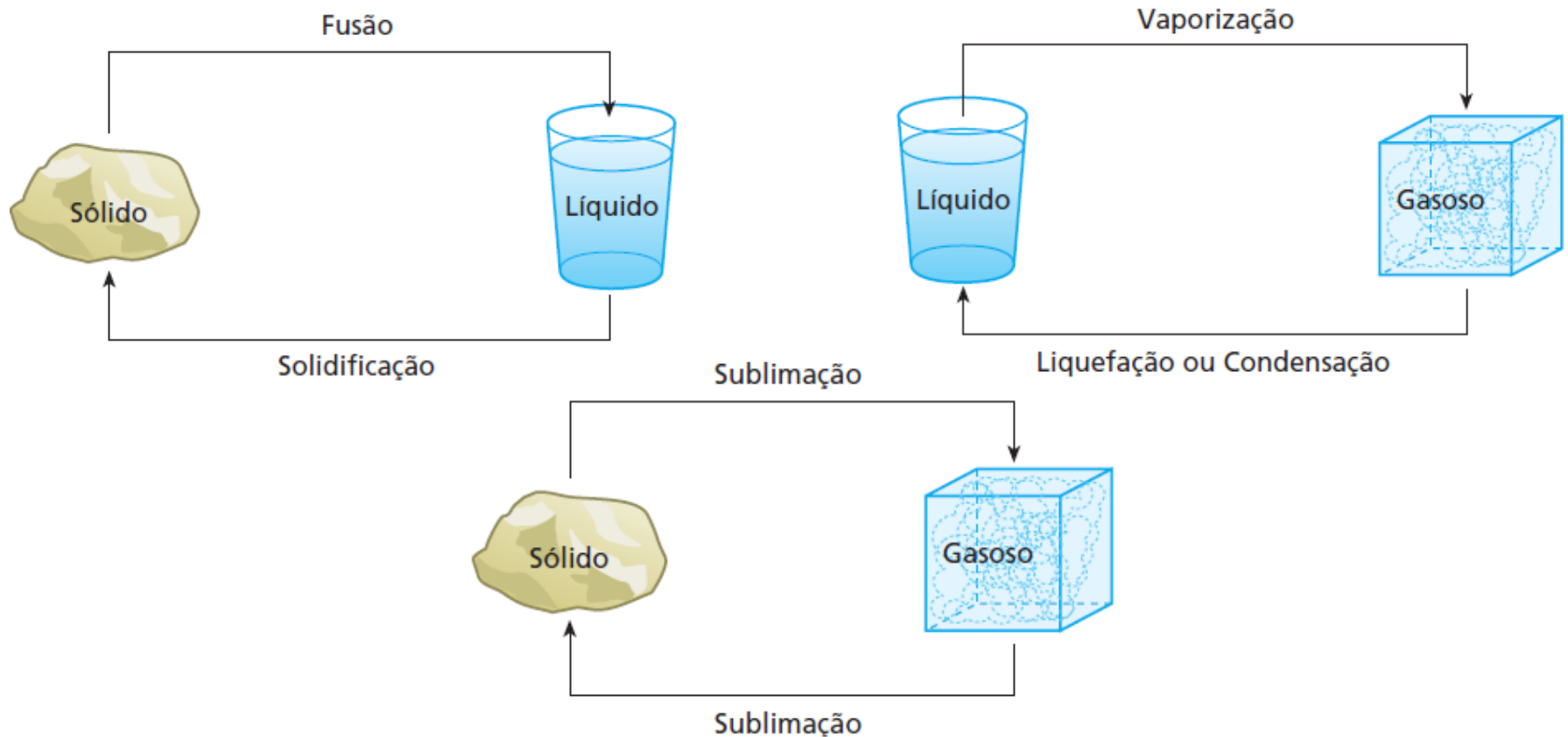
---

No **estado gasoso**, as partículas de uma substância estão afastadas umas das outras o suficiente para que as forças de coesão entre elas sejam muito fracas. Por isso, elas se movimentam com liberdade muito maior do que no estado líquido. Substâncias no estado gasoso (vapores e gases) não possuem volume nem forma definidos.



# As mudanças de estado físico

Vejamos as possíveis mudanças de estado:



# As mudanças de estado físico

---

As transformações, as que ocorrem por recebimento de calor são denominadas **transformações endotérmicas**.

Fusão, a vaporização e a sublimação (sólido  $\rightarrow$  gasoso).

As transformações, as que ocorrem por perda de calor são denominadas **transformações exotérmicas**.

Solidificação, a liquefação e a sublimação (gasoso  $\rightarrow$  sólido).



# O calor latente

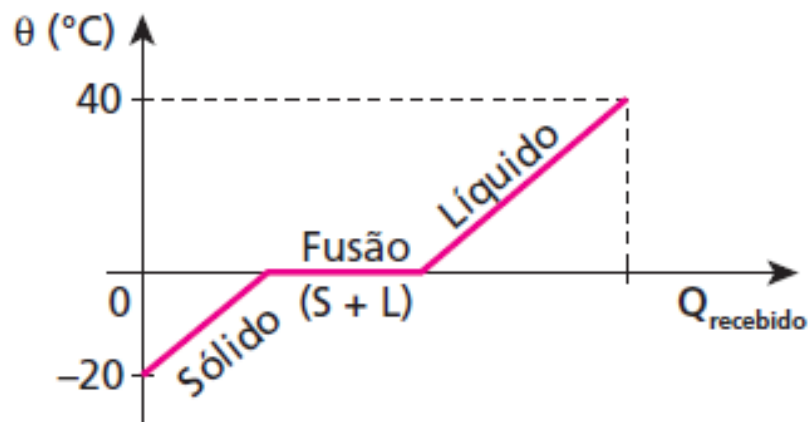
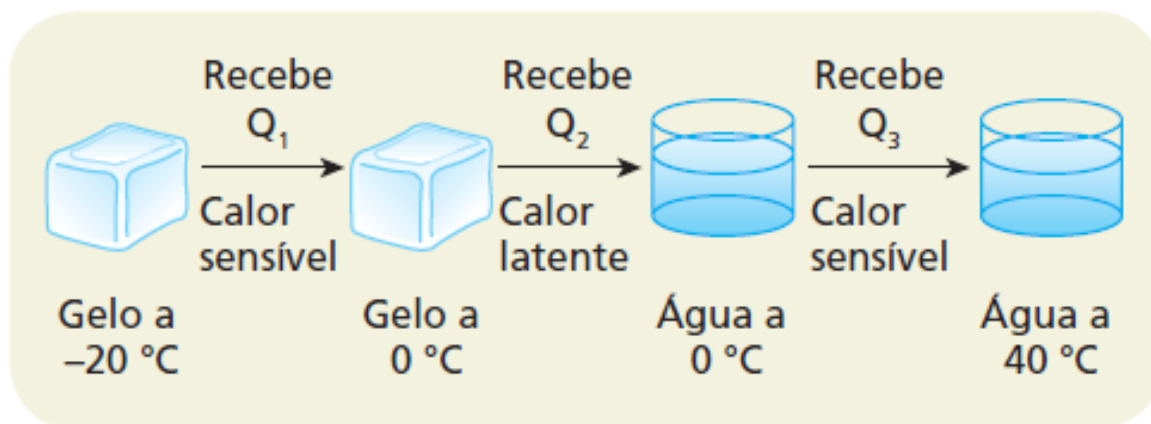
A denominação **calor latente** é dada à energia térmica que se transforma em energia potencial de agregação. Essa transformação altera o arranjo físico das partículas do sistema e provoca uma mudança de estado – por exemplo, de sólido para líquido (fusão) –, sem, no entanto, alterar a temperatura.

$$\frac{Q}{m} = L \Rightarrow Q = m L$$

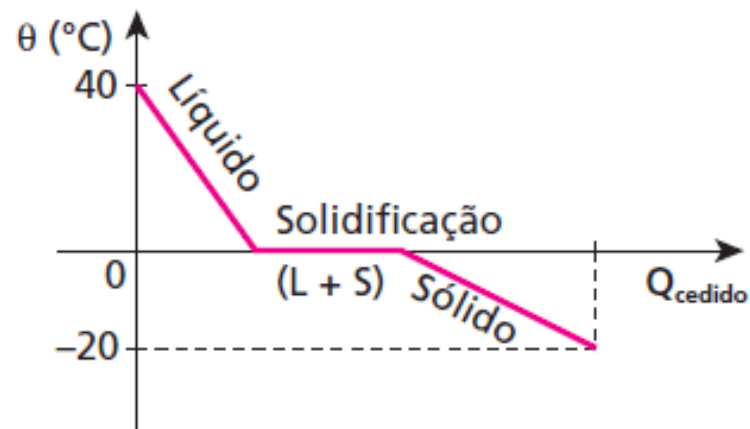
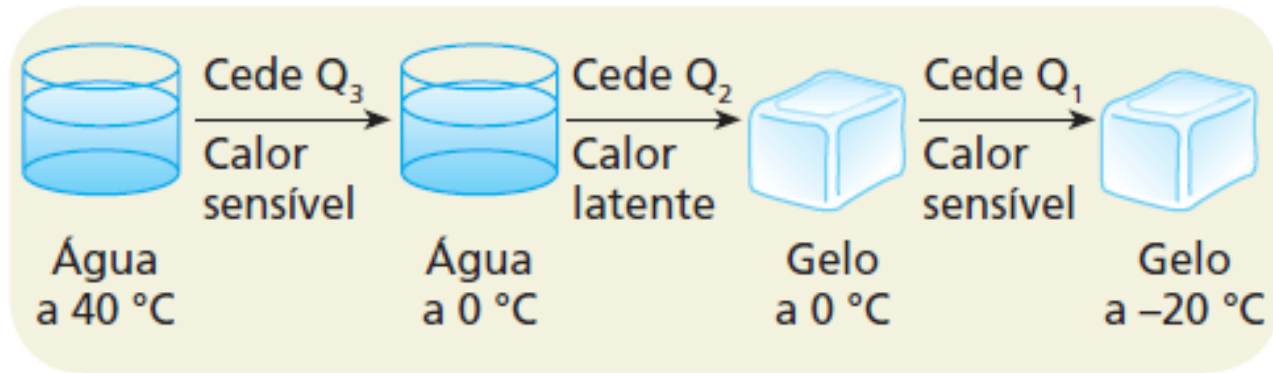
Calor Latente de Fusão-Solidificação.  
Calor Latente de Vaporização-Liquefação.



# A fusão e a solidificação



# A fusão e a solidificação



# A vaporização e a liquefação

---

**Liquefação** ou **condensação** é a passagem de uma substância do estado gasoso para o estado líquido. Esse processo é **exotérmico**, isto é, ocorre com liberação de calor.

**Vaporização** é a passagem de uma substância do estado líquido para o estado gasoso. Esse processo é **endotérmico**, isto é, ocorre com recebimento de calor.



# Ebulição

A energia recebida pelo líquido é usada para a mudança na estrutura molecular, e o líquido é transformado em vapor.

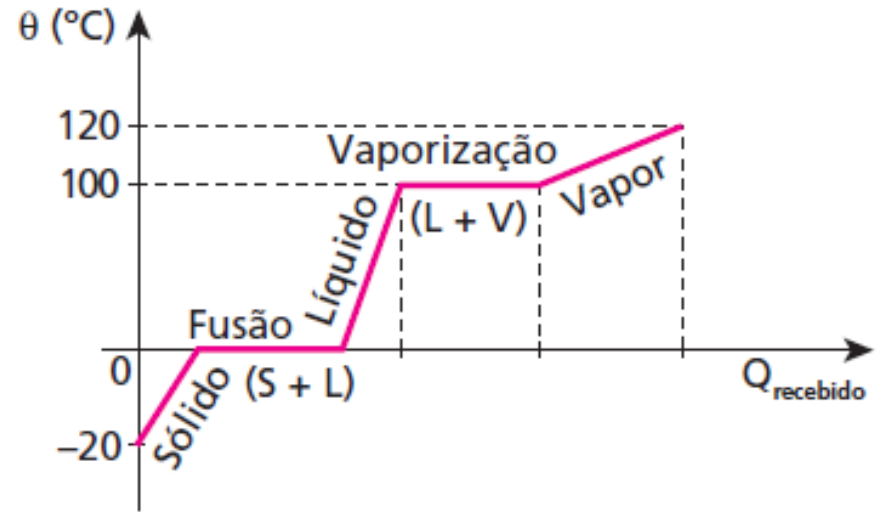
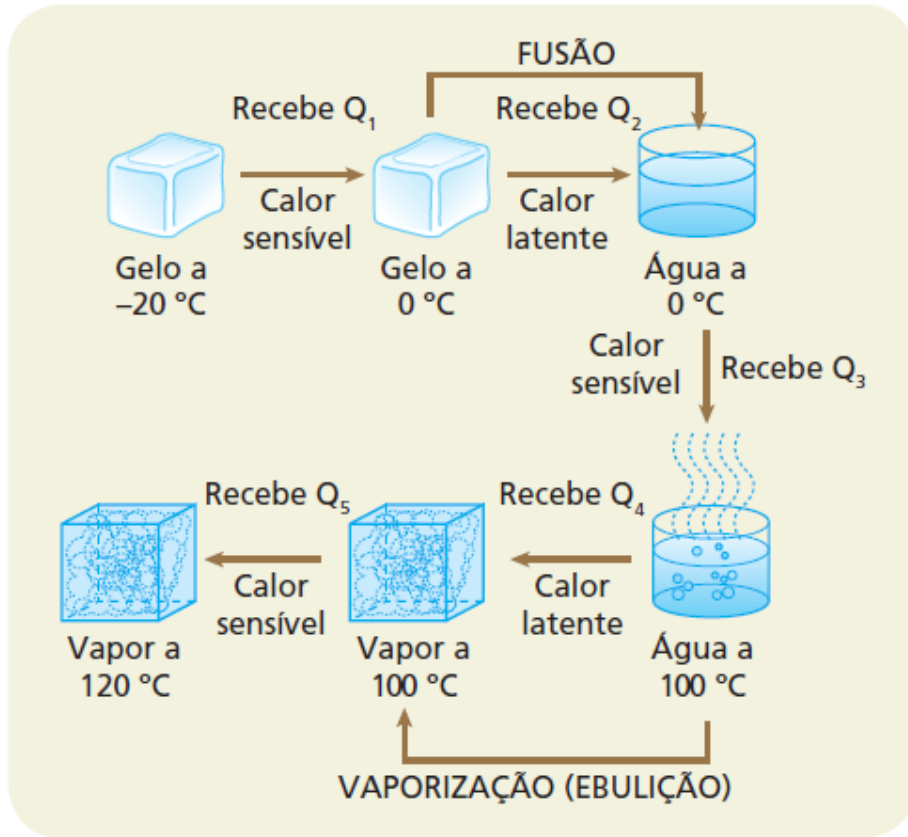
Por que a panela de pressão cozinha  
mais rápido os alimentos?



Jonny Gitti



# Ebulição



# Evaporação

---

A **evaporação**, ao contrário da ebulição, não depende de uma temperatura determinada para acontecer. É um processo lento, que ocorre apenas na superfície livre de um líquido.

A rapidez com que ocorre a evaporação de um líquido depende de cinco fatores:

- 1º) Natureza do líquido.
  - 2º) Temperatura.
  - 3º) Área da superfície livre.
  - 4º) Pressão na superfície livre.
  - 5º) Pressão de vapor do líquido.
-

# Exercícios

---

01 – Nos condicionadores de ar domésticos usados em climas secos, o ar é esfriado forçando-se a sua circulação através de um filtro embebido em água, ocorrendo vaporização de parte da água. Como o ar esfria? Esse dispositivo funcionaria em um local de clima muito úmido? Por quê?



# Exercícios

---

02 – Por que um dia quente e úmido nos trópicos costuma ser mais desconfortável para os seres humanos que um dia quente e seco no deserto?



# Exercícios

---

03 – Um pedaço de folha de alumínio que enrola uma batata assada pode, em geral, ser manuseado sem riscos alguns segundos depois que a batata é retirada do forno. Contudo, o mesmo não é verdade a respeito da batata! Dê duas razões para essa diferença.



# Exercícios

---

04 – Assim que sai do chuveiro, você sente frio. Quando você se enxuga, contudo, deixa de sentir frio, embora a temperatura externa não sofra nenhuma variação. Por quê?



# Exercícios

---

05 – Um velho provérbio culinário diz que os alimentos cozinham melhor (mais uniformemente e sem queimar) em panelas pesadas de ferro fundido. Que características tomam essas panelas preferíveis?



# Exercícios

---

06 – Nas regiões litorâneas, no inverno, a temperatura sobre a terra costuma ser mais fria que a temperatura sobre o oceano próximo; no verão, ocorre o contrário. Explique.



## Exercícios

---

07 – Uma panela de cobre de 150 g contém 220 g de água, ambas a  $20,0^{\circ}\text{C}$ . Um cilindro de cobre muito quente de 300 g é colocado dentro da água, fazendo com que ela ferva, com 5,00 g sendo convertidos em vapor. A temperatura final do sistema é  $100^{\circ}\text{C}$ . (a) Quanto calor foi transferido para a água? (b) E para a panela? (c) Qual era a temperatura inicial do cilindro?



# Exercícios

---

08 – Calcule o calor específico de um metal a partir dos seguintes dados. Um recipiente feito do metal tem massa 3,6 kg e contém 14 kg de água. Uma peça de 1,8 kg deste metal, inicialmente a  $180^{\circ}\text{C}$ , é colocada dentro da água. O recipiente e a água tinham inicialmente a temperatura de  $16^{\circ}\text{C}$  e a final do sistema foi de  $18^{\circ}\text{C}$ .



# Exercícios

---

09 – Um atleta precisa perder peso e decide fazê-lo praticando halterofilismo. (a) Quantas vezes um peso de 80,0 kg precisa ser levantado à distância de 1,00 m para queimar 1 lb de gordura, supondo que o processo necessite de 3.500 Cal? (b) Se o peso for levantado uma vez a cada 2,00 s, quanto tempo levará para queimar tal quantidade de gordura?



# Exercícios

---

10 – Que massa de vapor a  $100^{\circ}\text{C}$  deve ser misturada com 150 g de gelo no ponto de fusão, em um recipiente isolado termicamente, para produzir água a  $50^{\circ}\text{C}$ ?



# Exercícios

---

11 – Uma garrafa térmica contém  $130 \text{ cm}^3$  de café a  $80,0^\circ\text{C}$ . Um cubo de gelo de  $12,0 \text{ g}$  à temperatura de fusão é usado para esfriar o café. De quantos graus o café esfria depois que todo o gelo derrete e o equilíbrio térmico é atingido? Trate o café como se fosse água pura e despreze as trocas de energia com o ambiente.



# Exercícios

---

12 – Dois cubos de gelo de 50 g são misturados com 200 g de água em um recipiente termicamente isolado. Se a água está inicialmente a  $25^{\circ}\text{C}$  e o gelo foi removido de um congelador a  $-15^{\circ}\text{C}$ , qual é a temperatura final em equilíbrio térmico?

