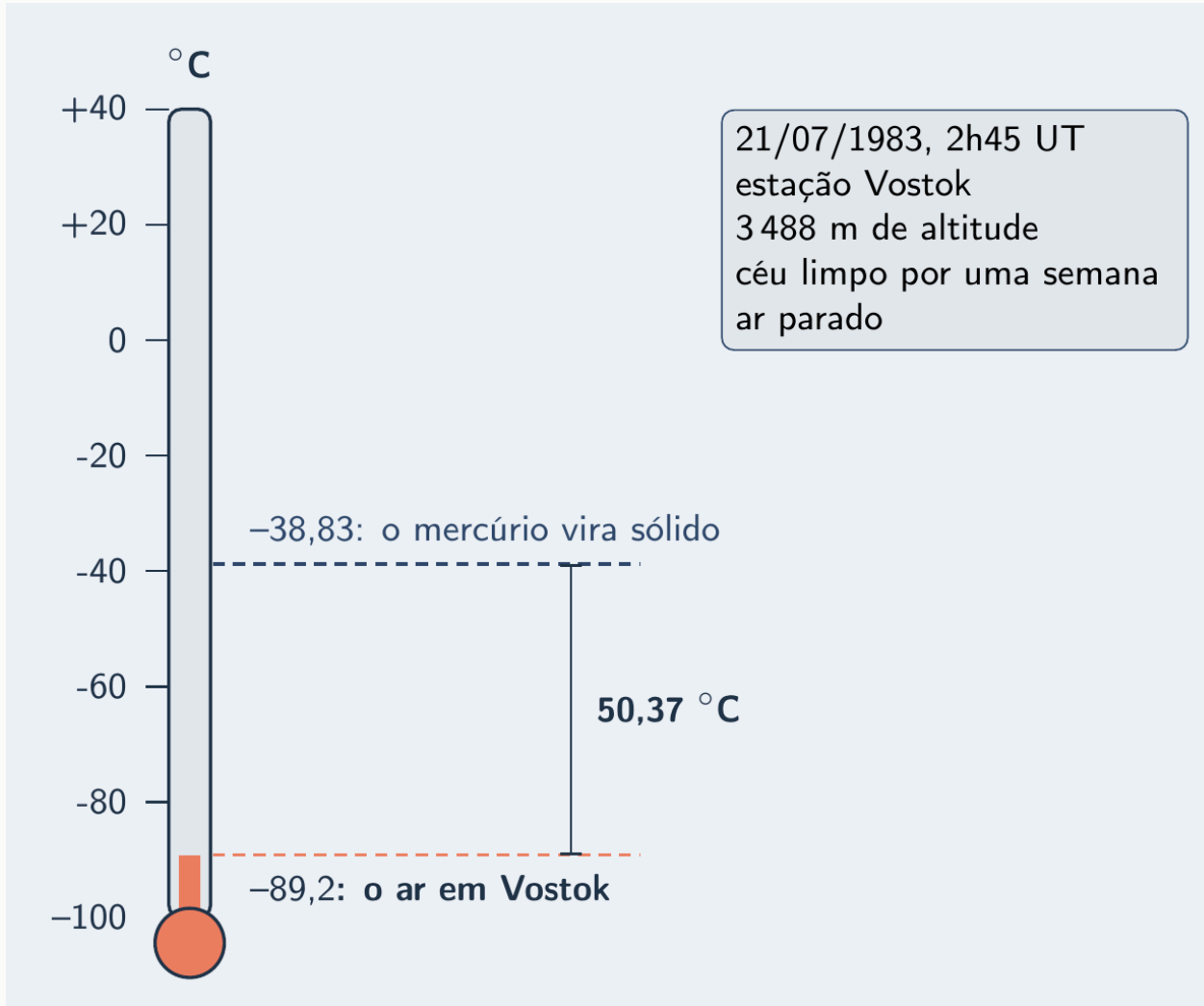


## Termodinâmica I · Episódio 1

# O ar que congela o termômetro

Temperatura, equilíbrio térmico e lei zero

# O caso



- Vostok, Antártida ·  
21/07/1983, a 3 488 m de altitude
- ar a **-89,2  $^{\circ}\text{C}$** : recorde medido na superfície
- uma semana de céu limpo, ar parado, vento fraco
- mercúrio sólido a -38,83  $^{\circ}\text{C}$  ·  
estação mede com álcool

## Pergunta do episódio

---

**O que, afinal, um termômetro mede — e o que a mão sente?**

# Conceito 1 – A mão não mede

a mão 1 vem daqui   as duas entram aqui   a mão 2 vem daqui



0 °C (gelo)



30 °C (morna)



45 °C (quente)

mão 1 (do gelo, 0 °C):  $30 - 0 = +30$  °C → recebe calor da água: "quente"

mão 2 (da água quente, 45 °C):  $30 - 45 = -15$  °C → cede calor à água: "fria"

- experiência de Locke (1690): três bacias
- pele registra **diferença** e **sentido** do calor
- "quente" é calor entrando ·  
"frio" é calor saindo

# Exemplo resolvido – as bacias de Locke

---

Água a 30 °C; uma mão vem a 0 °C, a outra a 45 °C

Fórmula:

Substituição:

Resultado:

$$\Delta T_1 = T_{\text{água}} - T_{\text{mão } 1}$$

$$\Delta T_1 = 30 - 0$$

$$\Delta T_1 = +30\text{ °C}$$

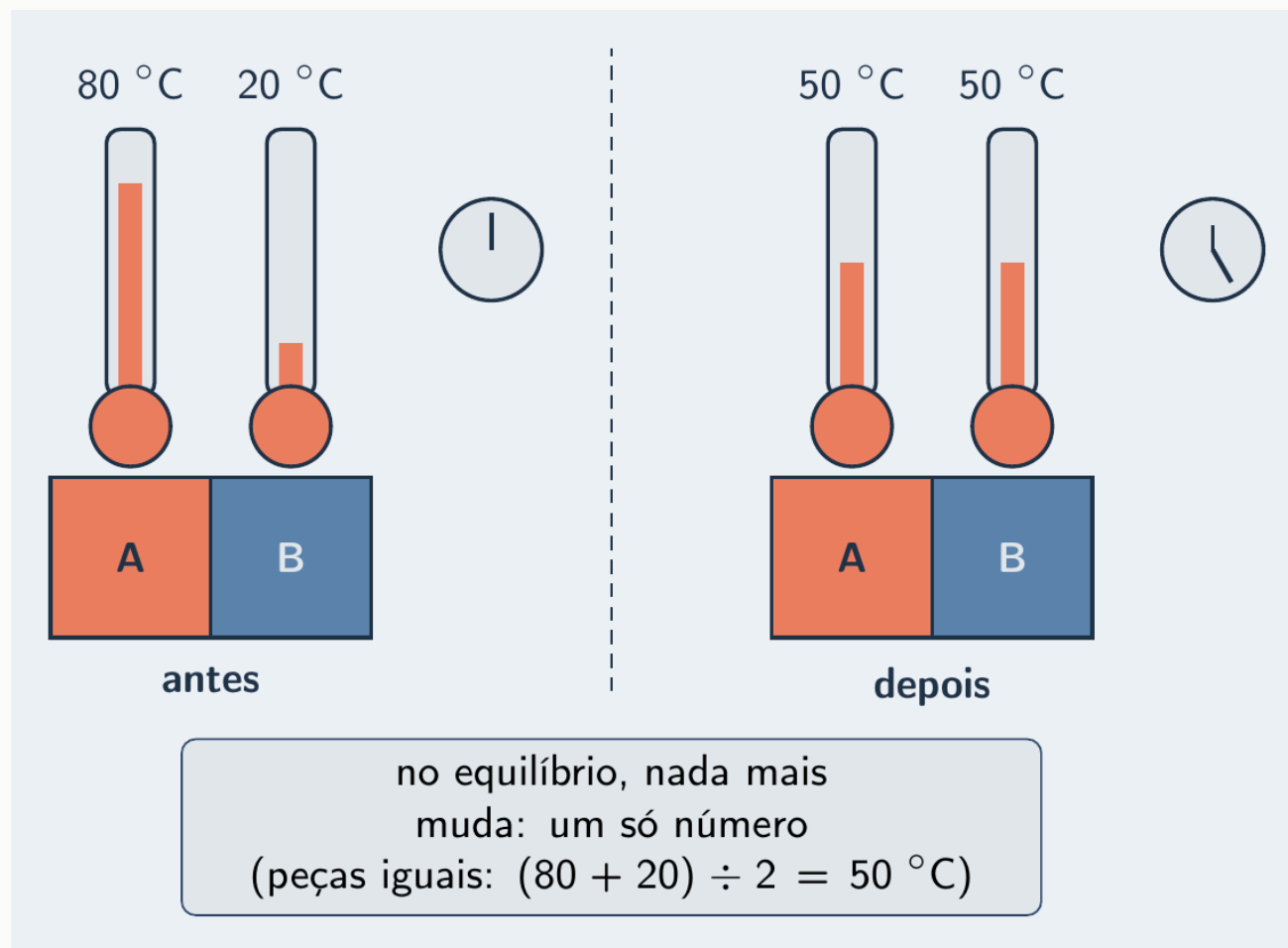
$$\Delta T_2 = T_{\text{água}} - T_{\text{mão } 2}$$

$$\Delta T_2 = 30 - 45$$

$$\Delta T_2 = -15\text{ °C}$$

- mão 1 sente quente · mão 2 sente fria

## Conceito 2 – Equilíbrio térmico



- contato → troca de calor → valores param de mudar
- **temperatura**: o número comum no equilíbrio
- final sempre **entre** as duas iniciais · leva tempo

## Exemplo resolvido – duas peças gêmeas

---

Duas peças iguais, mesmo metal, a 80 °C e 20 °C, numa caixa isolada

Fórmula:

$$T_{\text{final}} = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

Substituição:

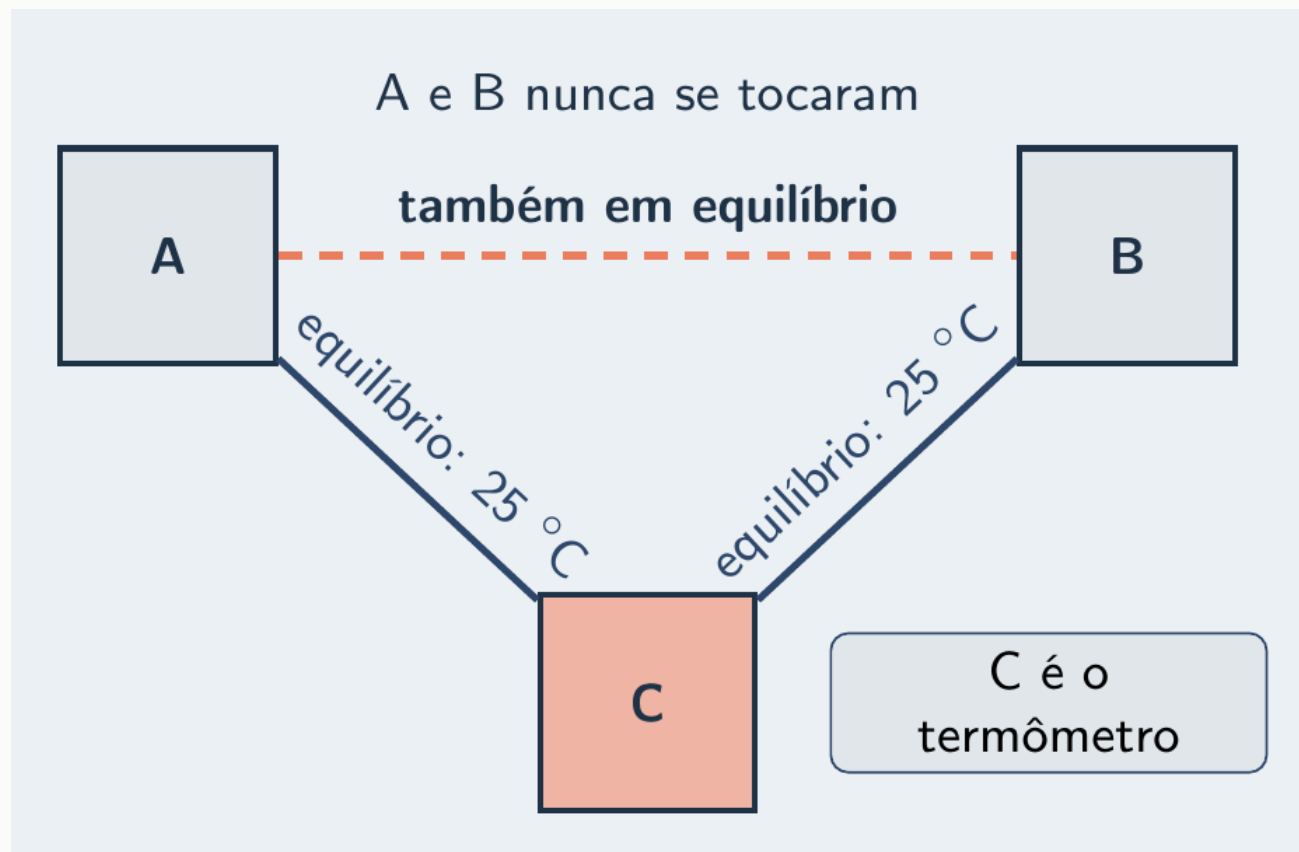
$$T_{\text{final}} = \frac{80 + 20}{2}$$

Resultado:

$$T_{\text{final}} = \mathbf{50\text{ °C}}$$

- só vale para peças iguais

# Conceito 3 – Lei zero



- A em equilíbrio com C, B com C → **A com B**
- C é o termômetro: compara sem juntar
- mesma temperatura não é mesma energia térmica

## Exemplo resolvido – leite e banho

---

Termômetro: 38 °C no leite, 38 °C na água do banho

Fórmula:

$$\Delta T = T_{\text{leite}} - T_{\text{água}}$$

Substituição:

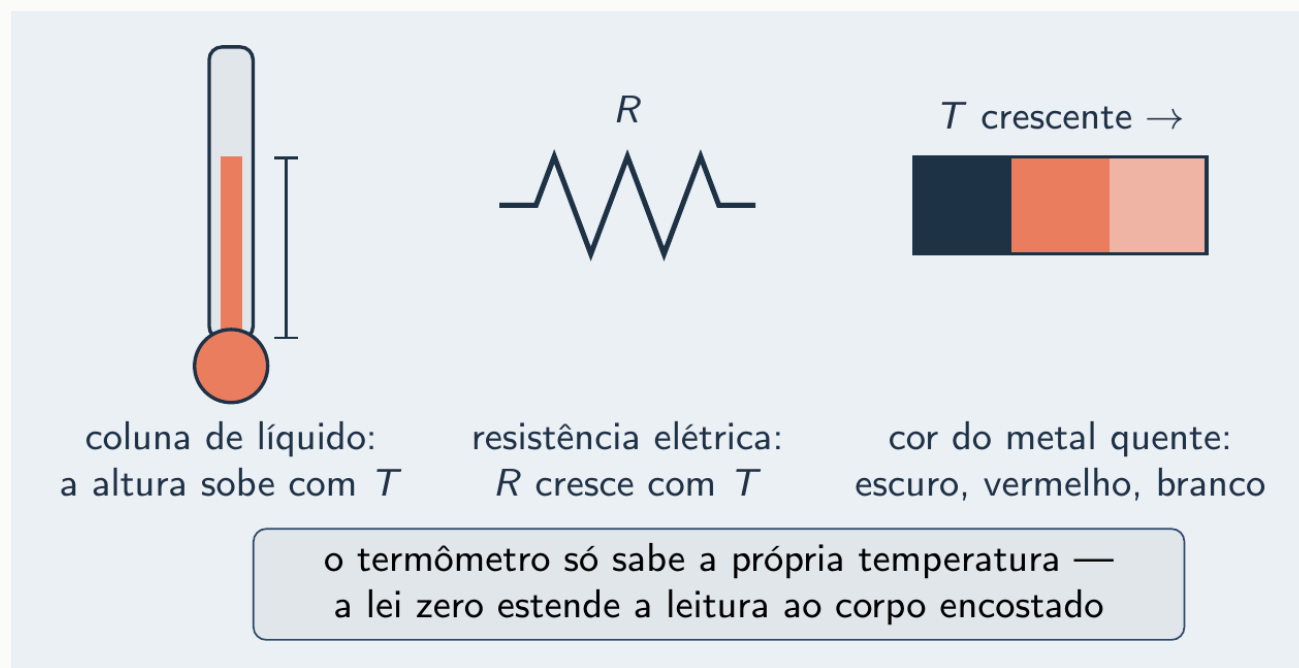
$$\Delta T = 38 - 38$$

Resultado:

$$\Delta T = \mathbf{0\text{ }^{\circ}\text{C}}$$

- misturados, não trocam calor

# Conceito 4 – O termômetro



- só conhece a **própria** temperatura
- propriedade termométrica: coluna, resistência, cor, pressão
- ler só com a coluna **parada**

## Exemplo resolvido – a folga do álcool

---

Álcool solidifica a  $-114\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; ar de Vostok a  $-89,2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Fórmula:

$$\Delta T = T_{\text{ar}} - T_{\text{fusão}}$$

Substituição:

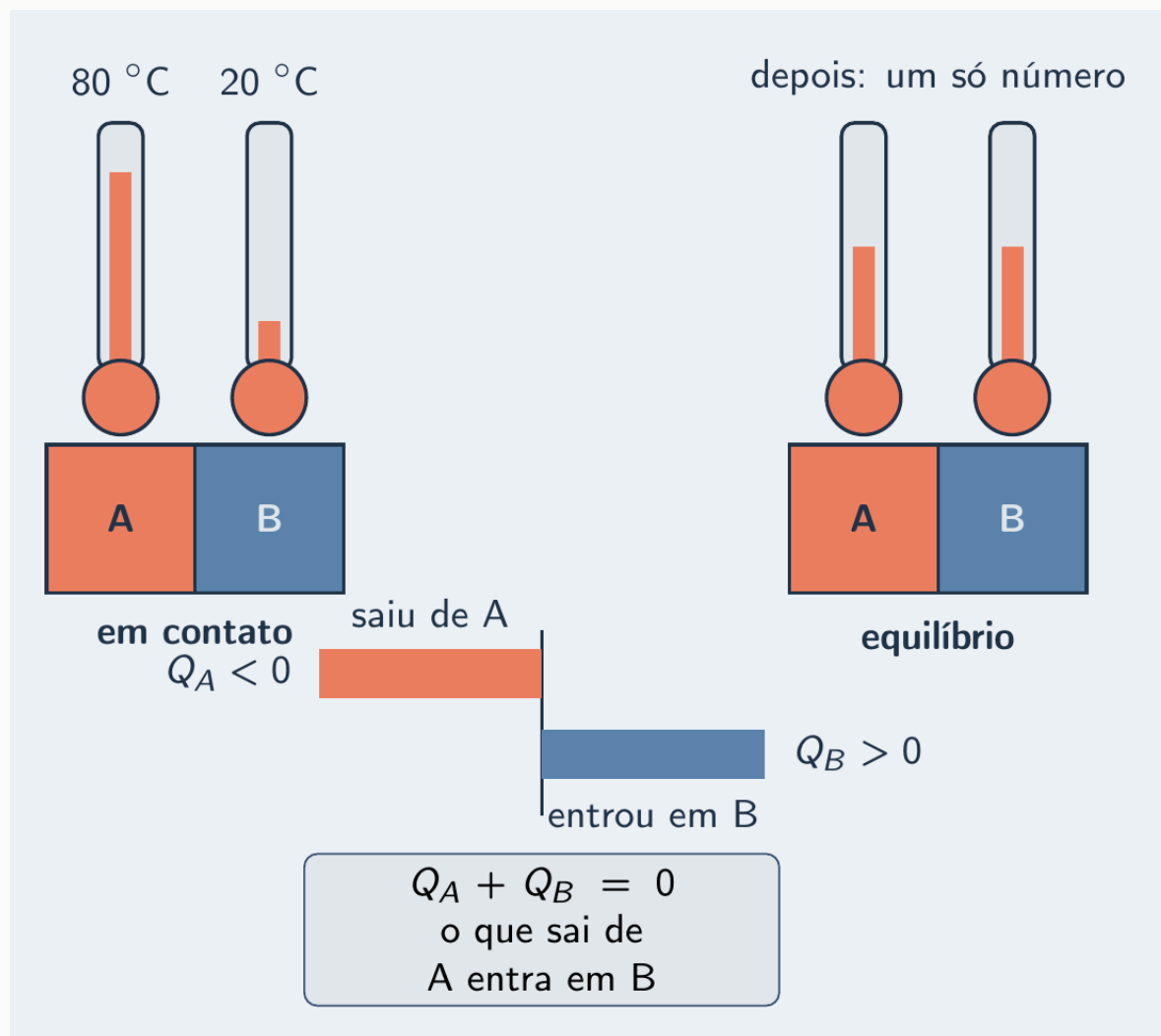
$$\Delta T = -89,2 - (-114)$$

Resultado:

$$\Delta T = +24,8\text{ }^{\circ}\text{C}$$

- cerca de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  de folga

# Conceito 5 – Calor × temperatura



- **calor**: energia em trânsito, do mais quente ao mais frio
- J ou cal:  
 $1\text{ cal} = 4,186\text{ J}$
- $Q > 0$ : recebe
- $Q < 0$ : cede · corpo **não tem** calor

## Exemplo resolvido – o que sai, entra

---

Na caixa isolada, B recebe 2 000 J de A

Fórmula:

$$Q_A + Q_B = 0$$

Substituição:

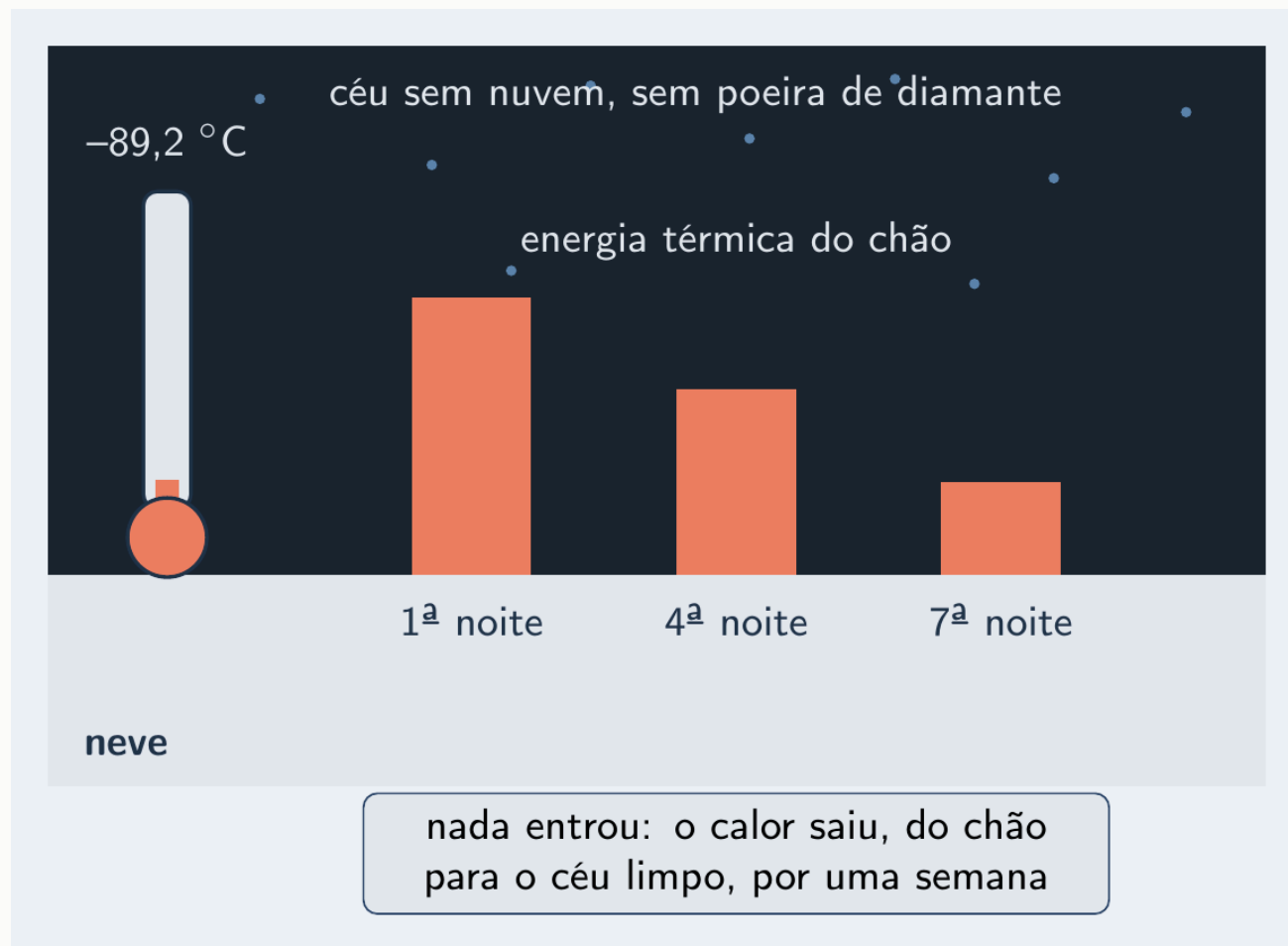
$$Q_A + 2\,000 = 0$$

Resultado:

$$Q_A = -2\,000\text{ J}$$

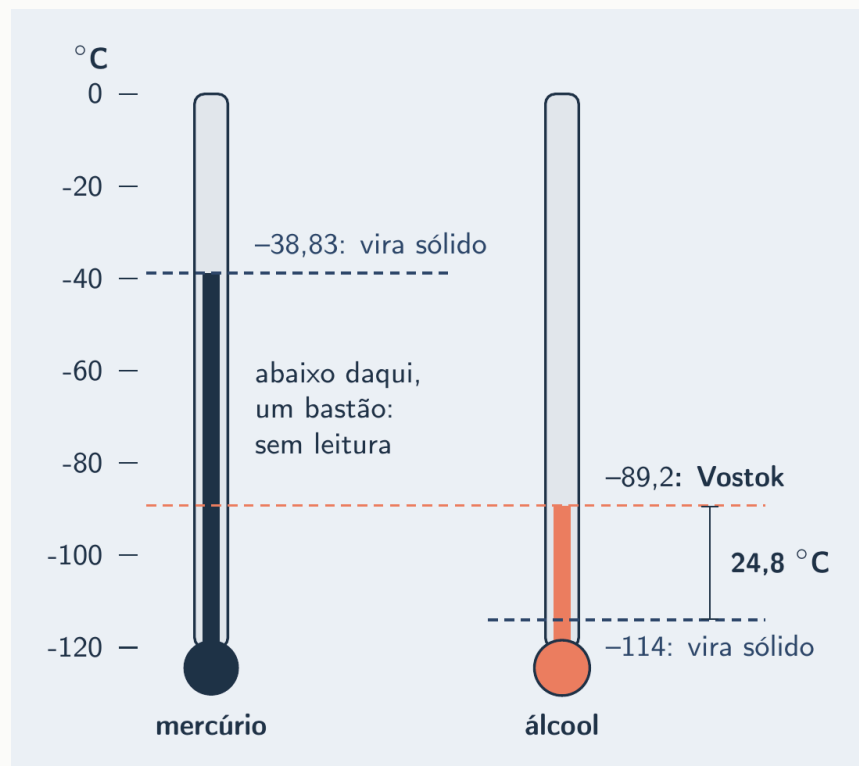
- A cede

# Conceito 6 – Frio não entra



- chão irradia para o céu sem nuvem
- nada devolve: semana inteira de saída
- chão → ar → termômetro: três equilíbrios em cadeia

# Exemplo resolvido – abaixo do mercúrio



Mercúrio solidifica a  $-38,83$  °C; ar a  $-89,2$  °C

**Fórmula:**

$$\Delta T = T_{\text{ar}} - T_{\text{fusão}}$$

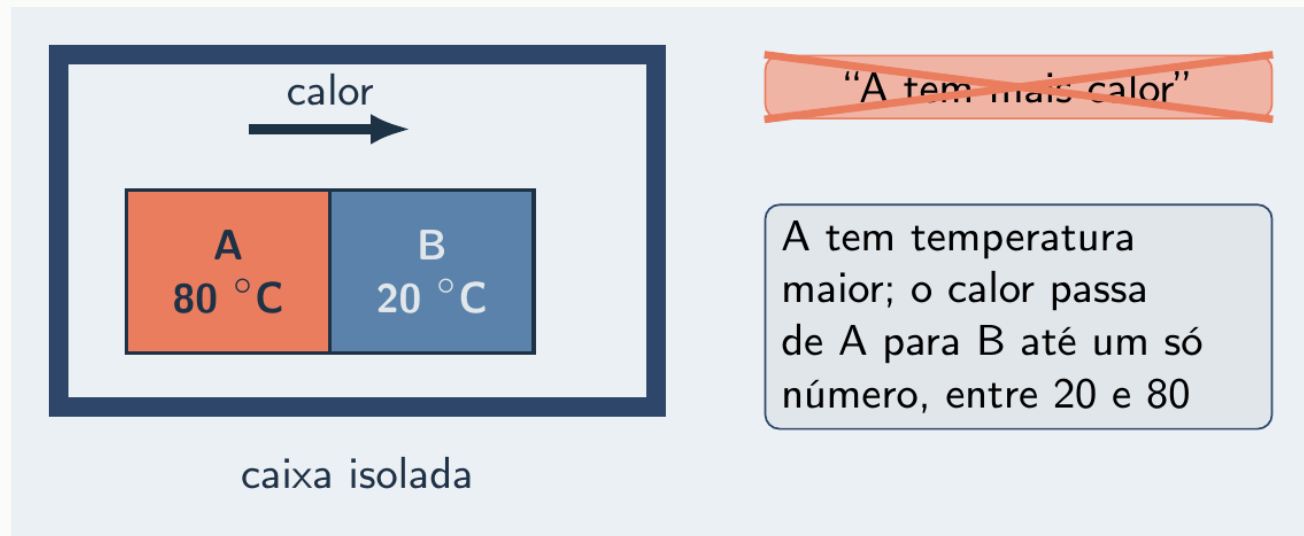
**Substituição:**

$$\Delta T = -89,2 - (-38,83)$$

**Resultado:**

$$\Delta T = -50,37$$

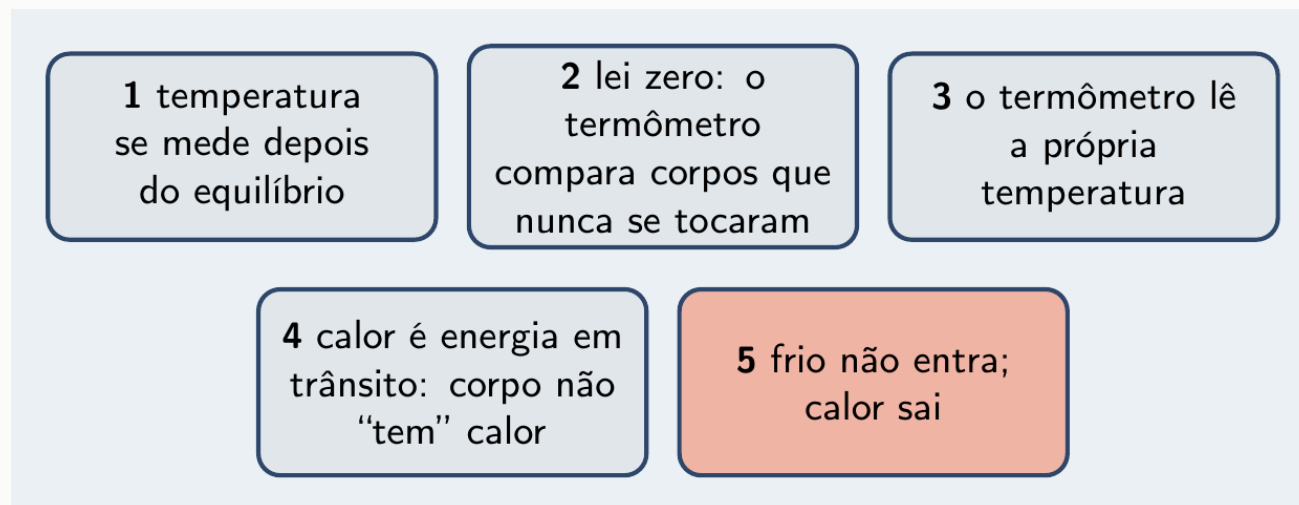
# Radar ENEM



- ~~X~~ "A tem mais calor que B"
- ~~X~~ "B cede frio a A"
- ~~X~~ final de  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (somou temperaturas)
- ~~X~~ cerâmica "mais fria" que o tapete
- ✓ calor de A para B · final entre  $20$  e  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$

# Resumo em cinco peças

---



1. temperatura: lida após o equilíbrio
2. lei zero: termômetro compara sem juntar
3. termômetro lê a si mesmo
4. calor: energia em trânsito
5. frio não entra; calor sai

# Treine no jogo

---



QR do jogo → <https://professorcanario.com.br/t1/c1/lista>

Canarinho · lista do Episódio 1

# Depois da aula: o combo deste episódio

[Abrir arena](#)

## Vídeo em capítulos



Vá direto ao trecho que precisa.

<https://professorcanario.com.br/t1/c1/video>

## Lista no app



As questões deste episódio,  
para treinar.

<https://professorcanario.com.br/t1/c1/lista>

## Livro da minissérie



Com QR em cada capítulo, que  
leva ao vídeo e à lista daquele  
tema.

<https://professorcanario.com.br/termodinamica1/li>  
[vro/](#)