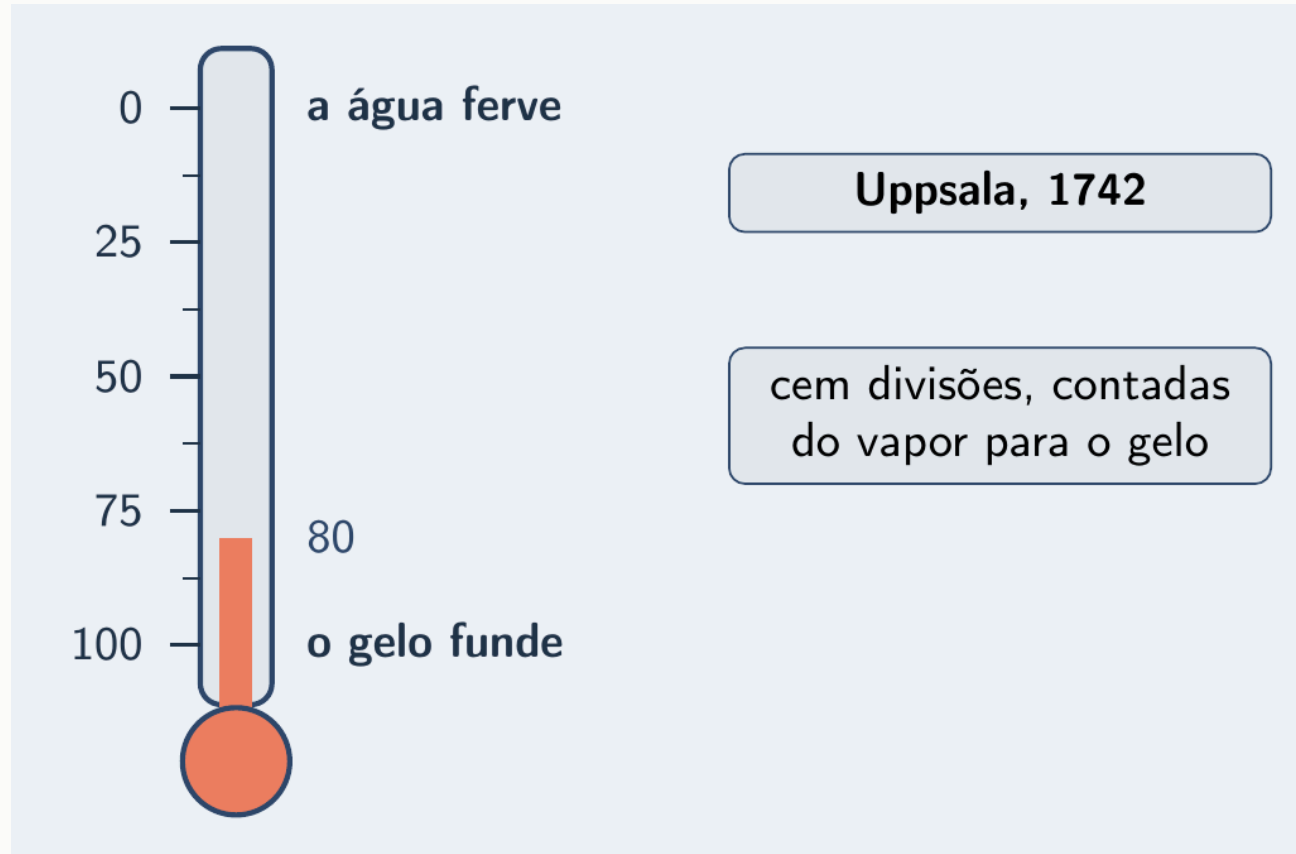


Termodinâmica I · Episódio 2

O termômetro que nasceu de cabeça para baixo

Escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin

O caso

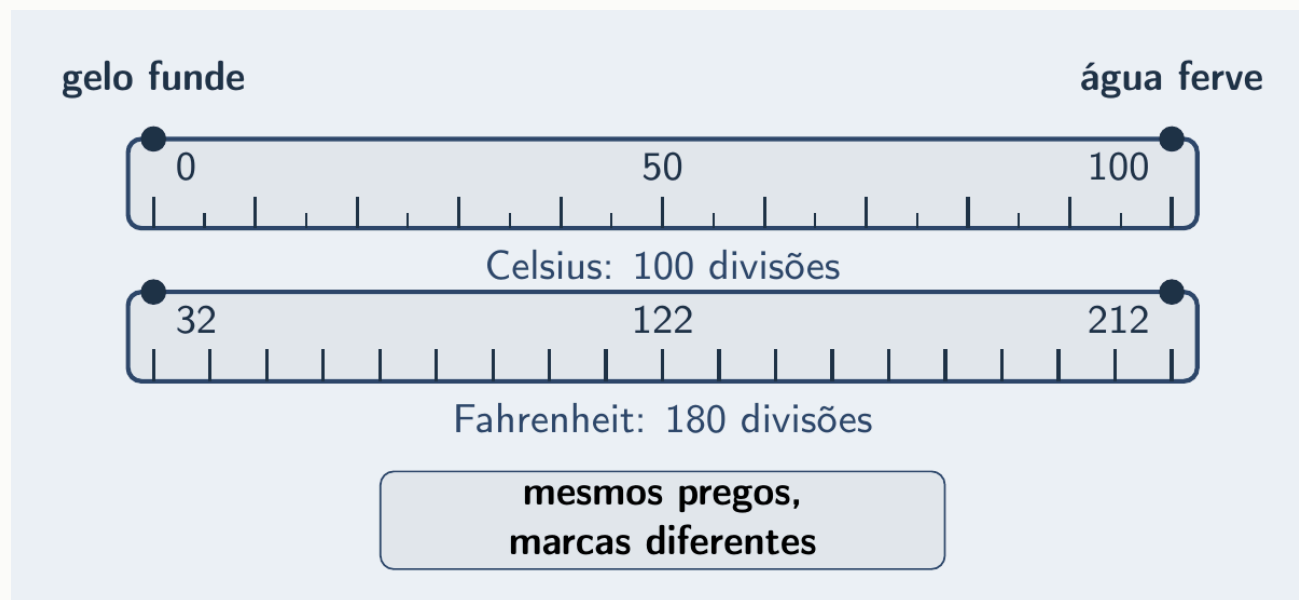


- Uppsala · 1742 · Anders Celsius
- **100 divisões** entre gelo e vapor
- original: água ferve a **0**, gelo funde a **100**
- 1745: escala virada · gelo 0 · vapor 100

Pergunta do episódio

Se cada escala dá um número, qual deles é a temperatura?

Conceito 1 – Pontos fixos



- ponto fixo: fenômeno de temperatura sempre igual
- escala: **2 pontos fixos** + n° de divisões
- grau: tamanho de uma divisão · escala muda, temperatura não

Exemplo resolvido – escala inventada

Termômetro X: 20 no gelo, 80 no vapor; lê 65 numa água

Fórmula:

$$\frac{T_C}{100} = \frac{X - 20}{80 - 20}$$

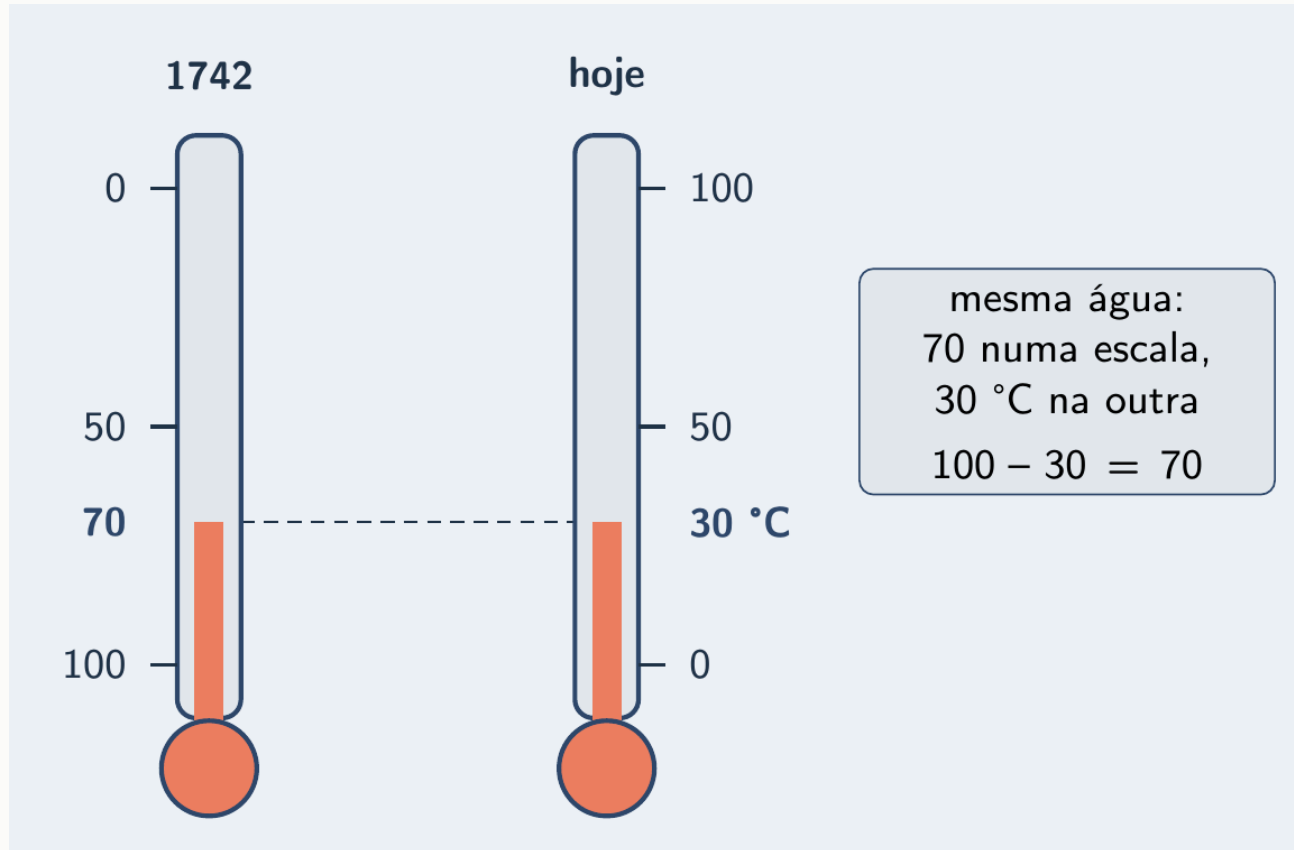
Substituição:

$$T_C = 100 \cdot \frac{65 - 20}{60}$$

Resultado:

$$T_C = \mathbf{75\text{ }^{\circ}\text{C}}$$

Conceito 2 – Celsius



- hoje: gelo **0 °C** · vapor **100 °C** (1 atm)
- abaixo do gelo: números negativos
- 1742: mesmos pregos, contagem invertida

Exemplo resolvido – a leitura de 1742

Água morna a 30 °C na escala atual; quanto marcaria a escala original?

Fórmula:

$$L_{1742} = 100 - T_C$$

Substituição:

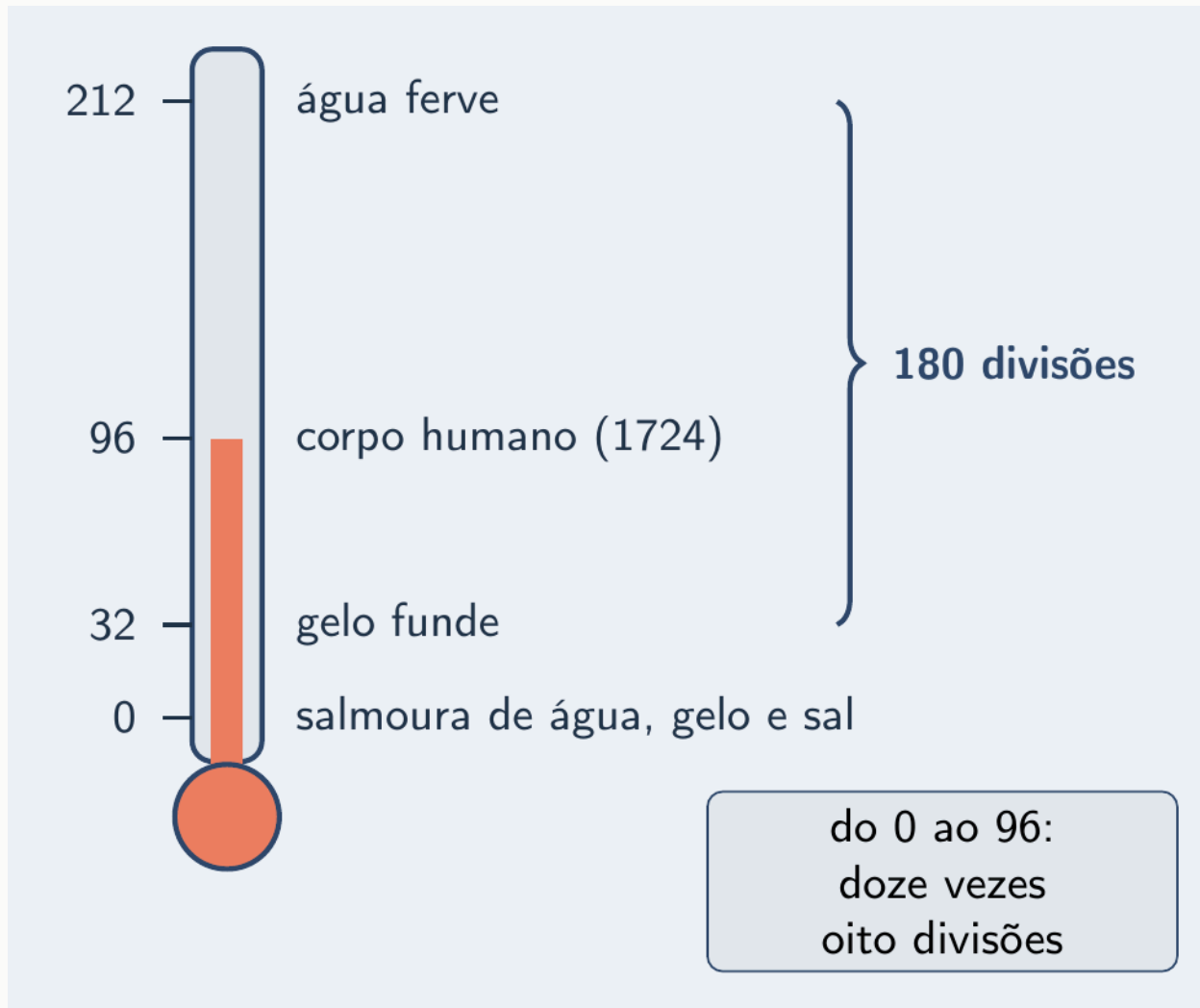
$$L_{1742} = 100 - 30$$

Resultado:

$$L_{1742} = \mathbf{70} \text{ divisões}$$

- mesma água, outra convenção

Conceito 3 – Fahrenheit



- 1724 · zero numa salmoura gelada
- gelo **32 °F** · vapor **212 °F**
- **180 divisões** onde Celsius tem 100

Exemplo resolvido – tamanho do grau

Quantos graus Fahrenheit cabem em 1 grau Celsius?

Fórmula:

$$r = \frac{n_F}{n_C}$$

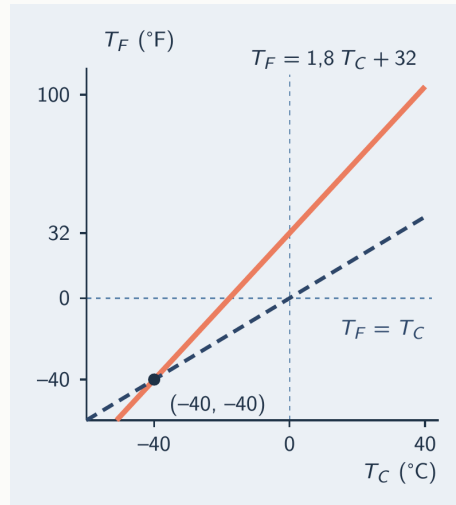
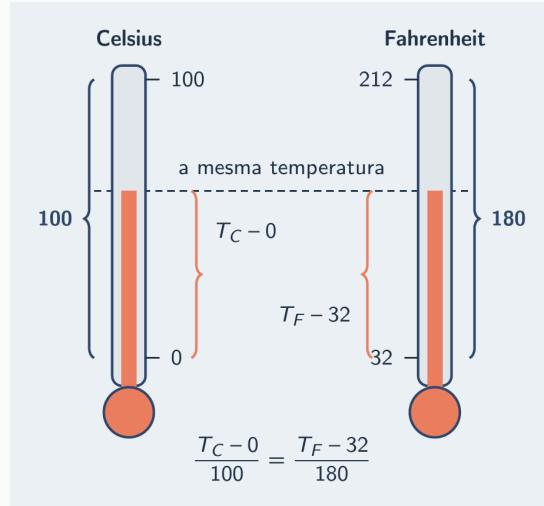
Substituição:

$$r = \frac{212 - 32}{100 - 0} = \frac{180}{100}$$

Resultado:

$$r = 1,8 \text{ } ^\circ\text{F}/^\circ\text{C}$$

Conceito 4 – Conversão por proporção



- mesma **fração do caminho**
gelo → vapor:

$$\frac{T_C}{100} = \frac{T_F - 32}{180}$$

- multiplica, depois soma:

$$T_F = 1,8 T_C + 32$$

Exemplo resolvido – febre em °F

Corpo humano a 37 °C; leitura em Fahrenheit?

Fórmula:

$$T_F = 1,8 T_C + 32$$

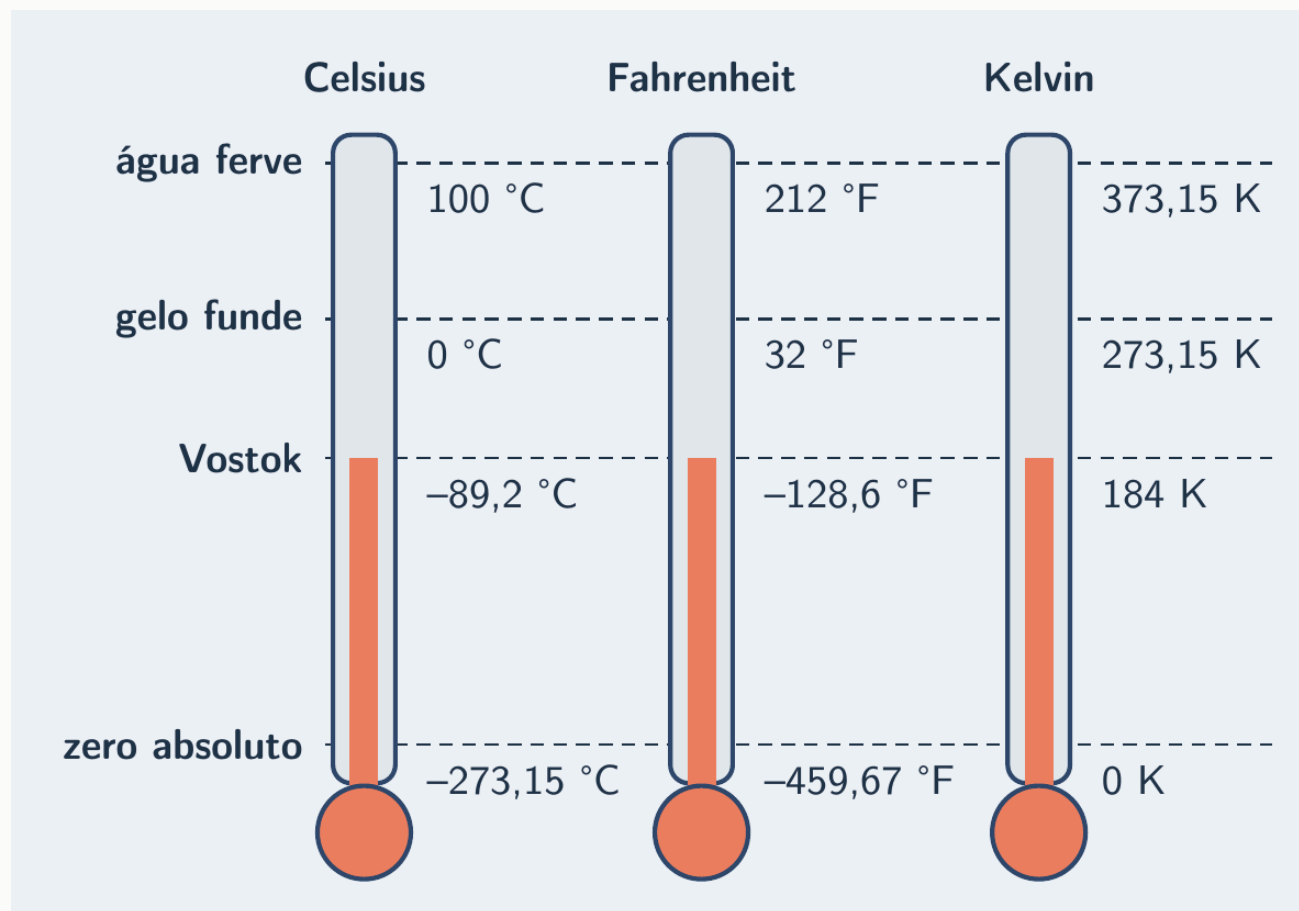
Substituição:

$$T_F = 1,8 \cdot 37 + 32$$

Resultado:

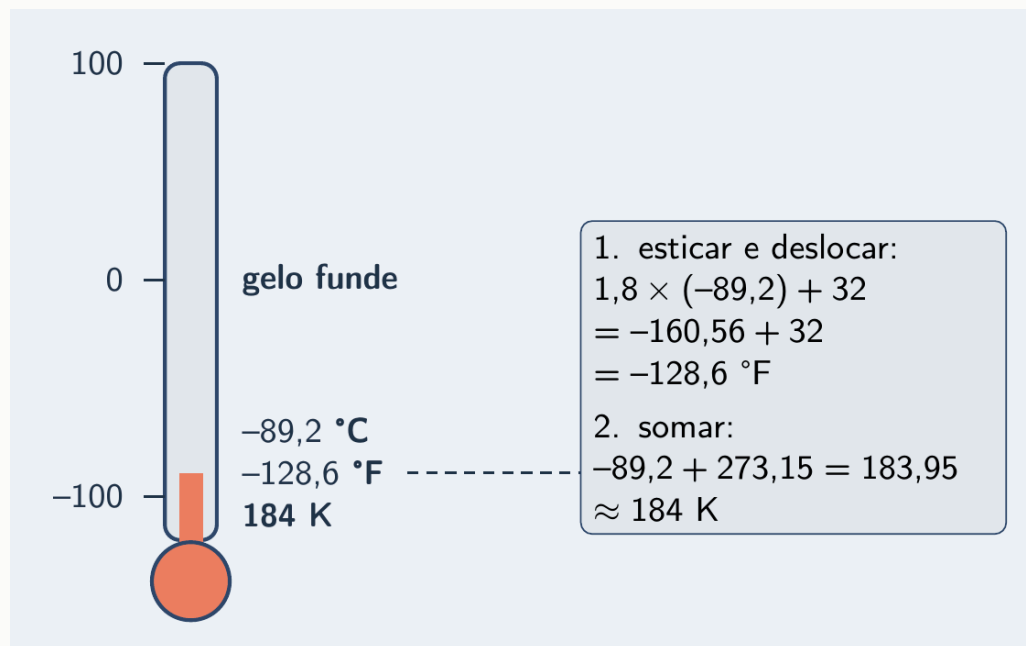
$$T_F = \mathbf{98,6 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Conceito 5 – Kelvin e zero absoluto



- Thomson, 1848 · zero em **-273,15 °C**
$$T_K = T_C + 273,15$$
- sem "grau", sem negativo
- unidade do SI · definida pela constante de Boltzmann (2019)

Exemplo resolvido – Vostok em kelvin



Ar de Vostok a $-89,2 \text{ °C}$; quanto em kelvin?

Fórmula:

$$T_K = T_C + 273,15$$

Substituição:

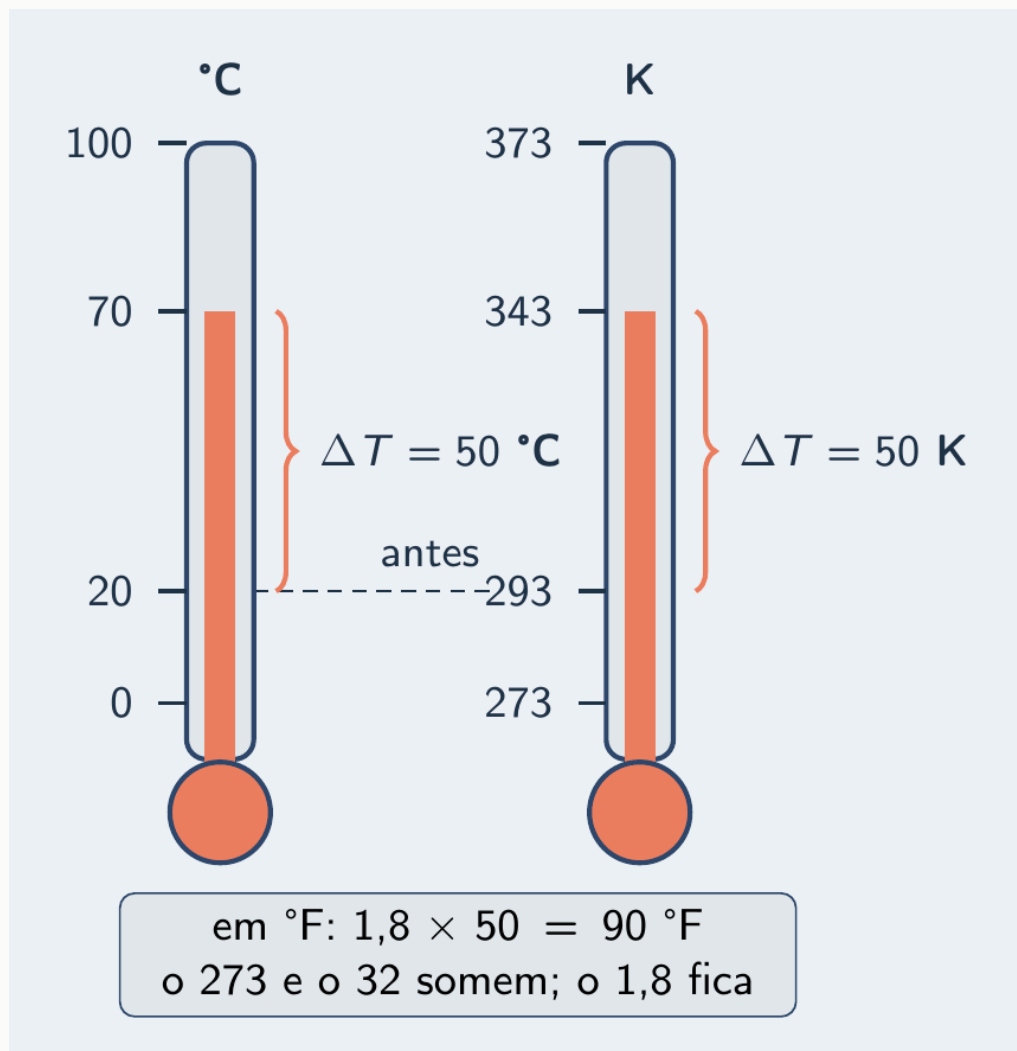
$$T_K = -89,2 + 273,15$$

Resultado:

$$T_K = \mathbf{183,95 \text{ K}}$$

- cerca de 184 K

Conceito 6 – Variação de temperatura



$$\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$$

- ΔT em °C **igual** a ΔT em K: o 273 se cancela
- ΔT em °F é **1,8 vezes** ΔT em °C: o 32 se cancela

Exemplo resolvido – a mesma subida

Água vai de 20 °C a 70 °C; ΔT em K e em °F?

Fórmula:

$$\Delta T = T - T_0$$

$$\Delta T_F = 1,8 \Delta T_C$$

Substituição:

$$\Delta T = 70 - 20$$

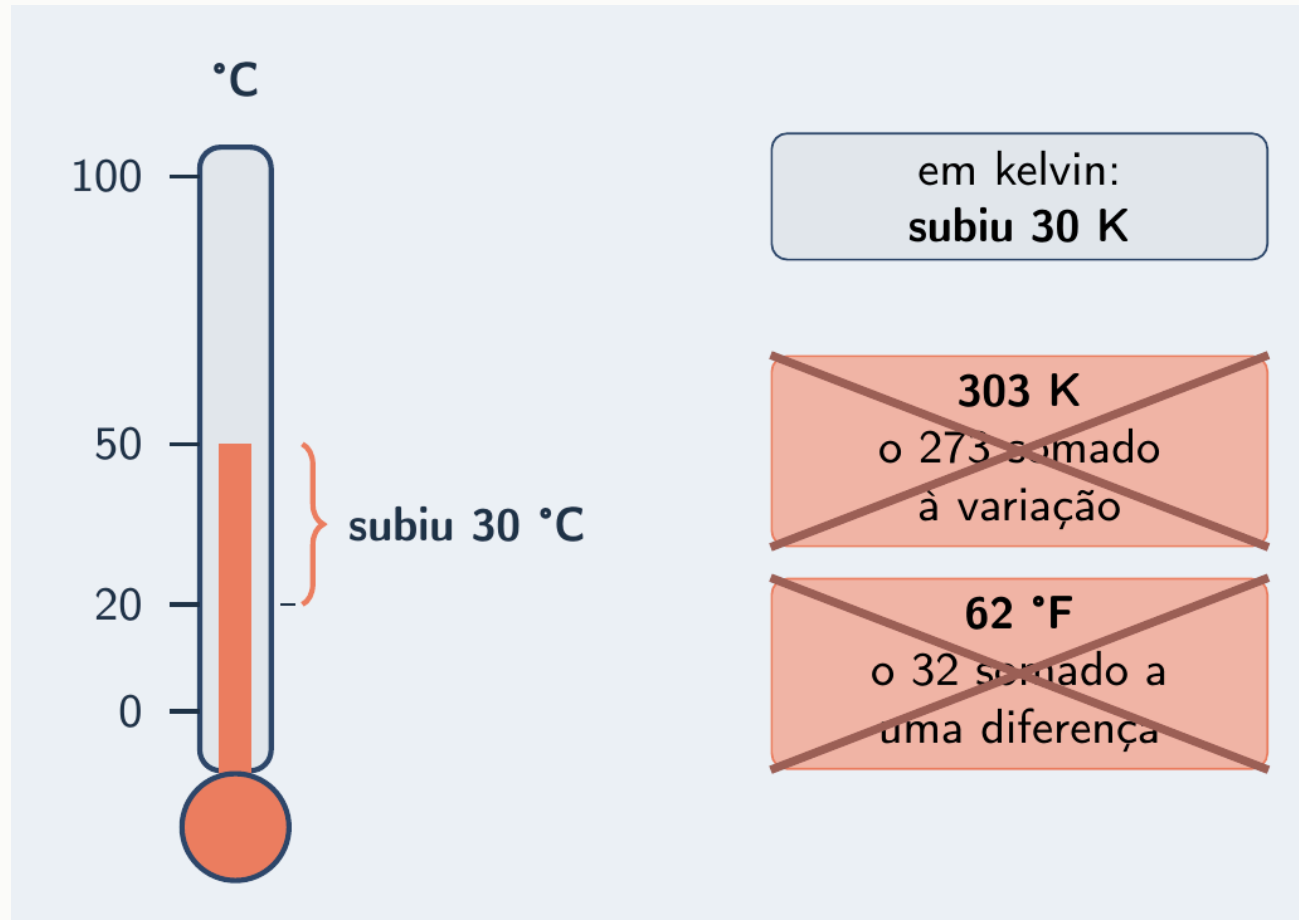
$$\Delta T_F = 1,8 \cdot 50$$

Resultado:

$$\Delta T = \mathbf{50\ K}$$

$$\Delta T_F = \mathbf{90\ ^\circ F}$$

Radar ENEM



- ✗ somar 32 antes de multiplicar por 1,8
- ✗ perder o sinal: $-89,2\text{ °C} \rightarrow +128,6\text{ °F}$
- ✗ subiu $30\text{ °C} \rightarrow "303\text{ K}"$
- ✗ ler a escala inventada como Celsius
- ✓ esticar, deslocar · ΔT igual em °C e K

Resumo em cinco peças

1 escala: dois pontos fixos + divisões

2 $T_F = 1,8 T_C + 32$
(100 contra 180)

3 $T_K = T_C + 273,15$
kelvin, sem grau

4 ΔT em $^{\circ}\text{C}$
 $= \Delta T$ em K
(em $^{\circ}\text{F}$: vezes 1,8)

5 -40 é -40
nas duas escalas

1. escala: dois pregos, n divisões

2. $T_F = 1,8 T_C + 32$

3. $T_K = T_C + 273,15$, sem grau

4. ΔT : igual em $^{\circ}\text{C}$ e K

5. -40 confere a fórmula

Treine no jogo



QR do jogo → <https://professorcanario.com.br/t1/c2/lista>

Canarinho · lista do Episódio 2

Depois da aula: o combo deste episódio

[Abrir arena](#)

Vídeo em capítulos



Vá direto ao trecho que precisa.

<https://professorcanario.com.br/t1/c2/video>

Lista no app



As questões deste episódio,
para treinar.

<https://professorcanario.com.br/t1/c2/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/](#)