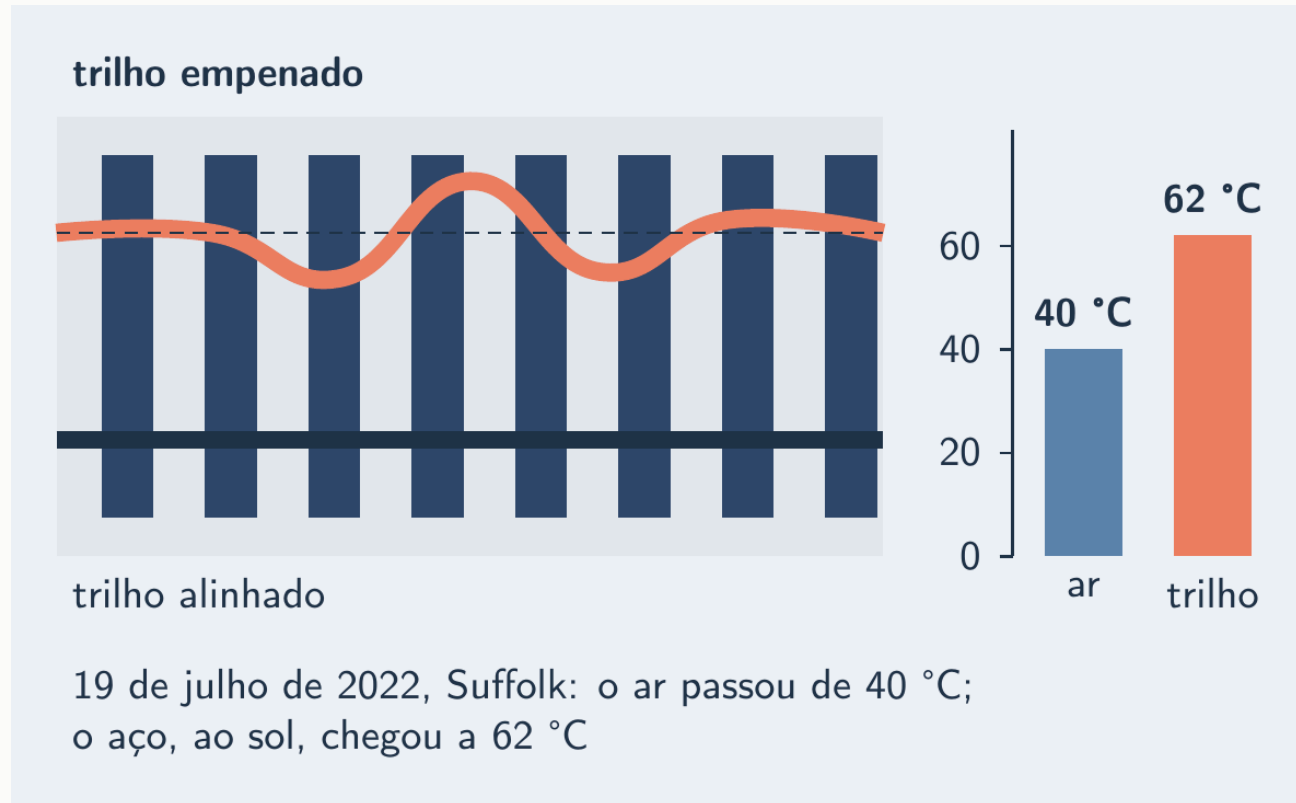


Termodinâmica I · Episódio 3

O trilho que entortou a sessenta e dois graus

Dilatação linear

O caso

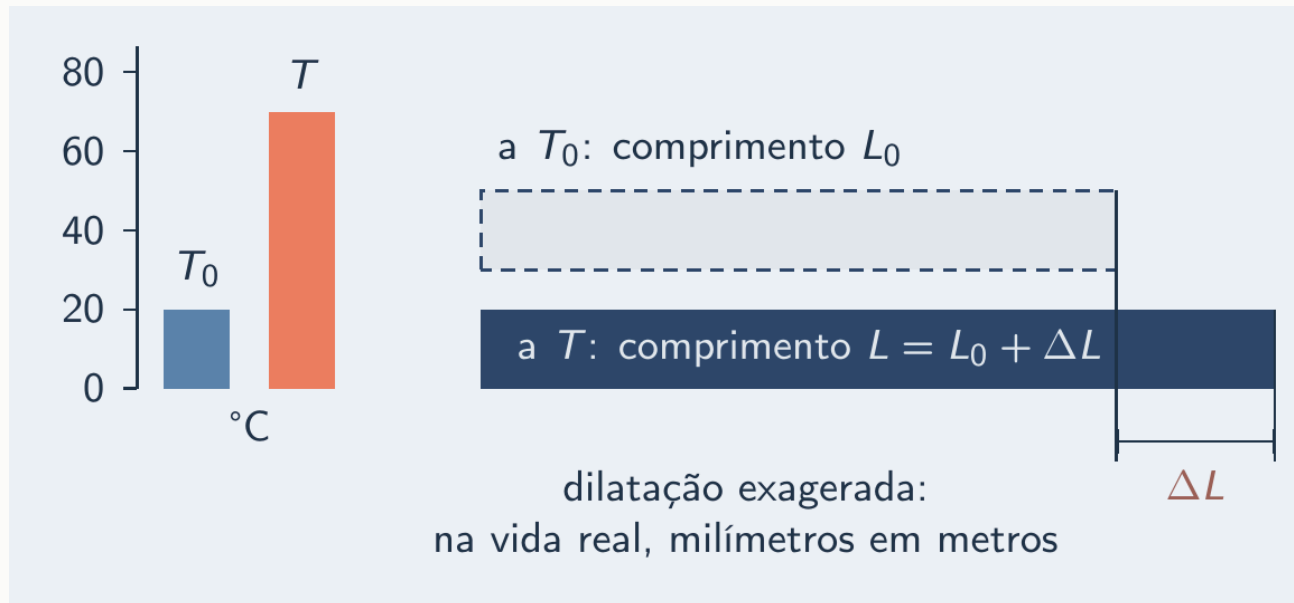


- Reino Unido · 19/07/2022 · ar a **40,3 °C** (recorde)
- trilho em Suffolk: **62 °C** no aço
- aço ao sol cerca de **20 °C** acima do ar
- trilho preso, sem folga → empenou (*buckling*)

Pergunta do episódio

Quanto cresce um trilho de 60 m entre o inverno e 62 °C?

Conceito 1 – Sólidos crescem



- esquentar → cresce · esfriar → volta
- **linear**: uma dimensão (barra, fio, trilho)
- ΔL é comprimento: escalar, cota, sem seta

Exemplo resolvido – um metro de aço

Barra de aço de 1 m aquecida 100 °C, com $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Fórmula:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Substituição:

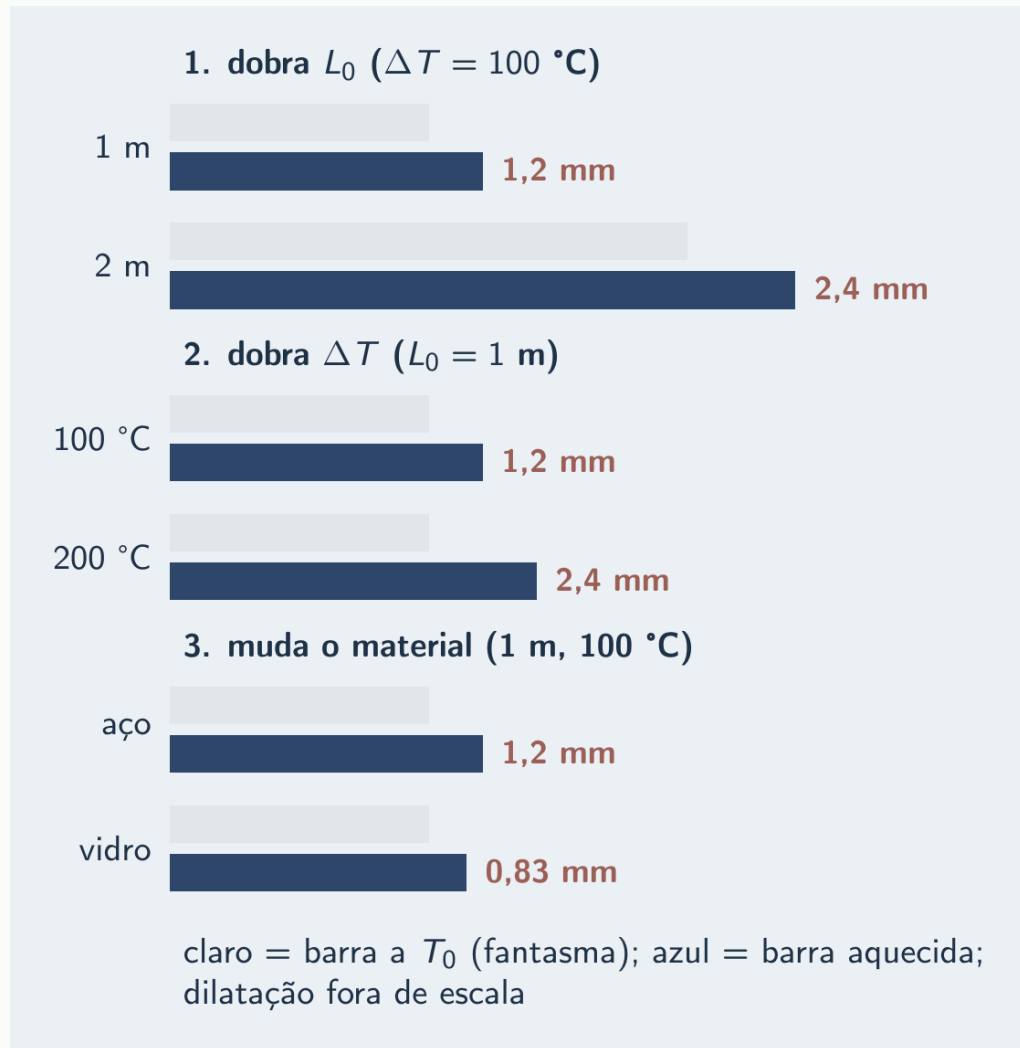
$$\Delta L = 1 \cdot 12 \times 10^{-6} \cdot 100$$

Resultado:

$$\Delta L = \mathbf{0,0012 \text{ m}}$$

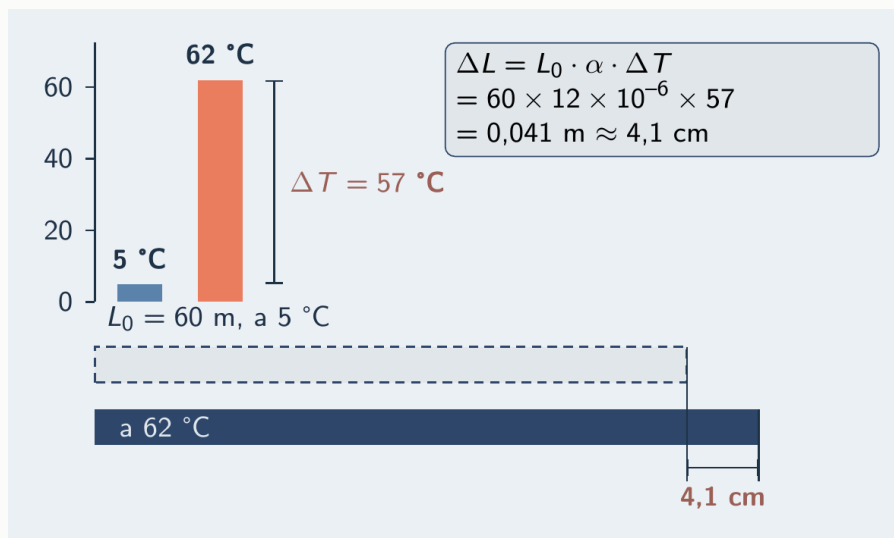
- isto é, 1,2 mm

Conceito 2 – A lei $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$



- dobra $L_0 \rightarrow$ dobra ΔL · dobra $\Delta T \rightarrow$ dobra ΔL
- material entra pelo α
- comprimento final:
$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$
- $\Delta T < 0 \rightarrow$ encolhe

Exemplo resolvido – o trilho de Suffolk



Trilho de aço, 60 m, assentado a 5 °C, chega a 62 °C

Fórmula:

$$\Delta T = T - T_0$$

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Substituição:

$$\Delta T = 62 - 5$$

$$\Delta L = 60 \cdot 12 \times 10^{-6} \cdot 57$$

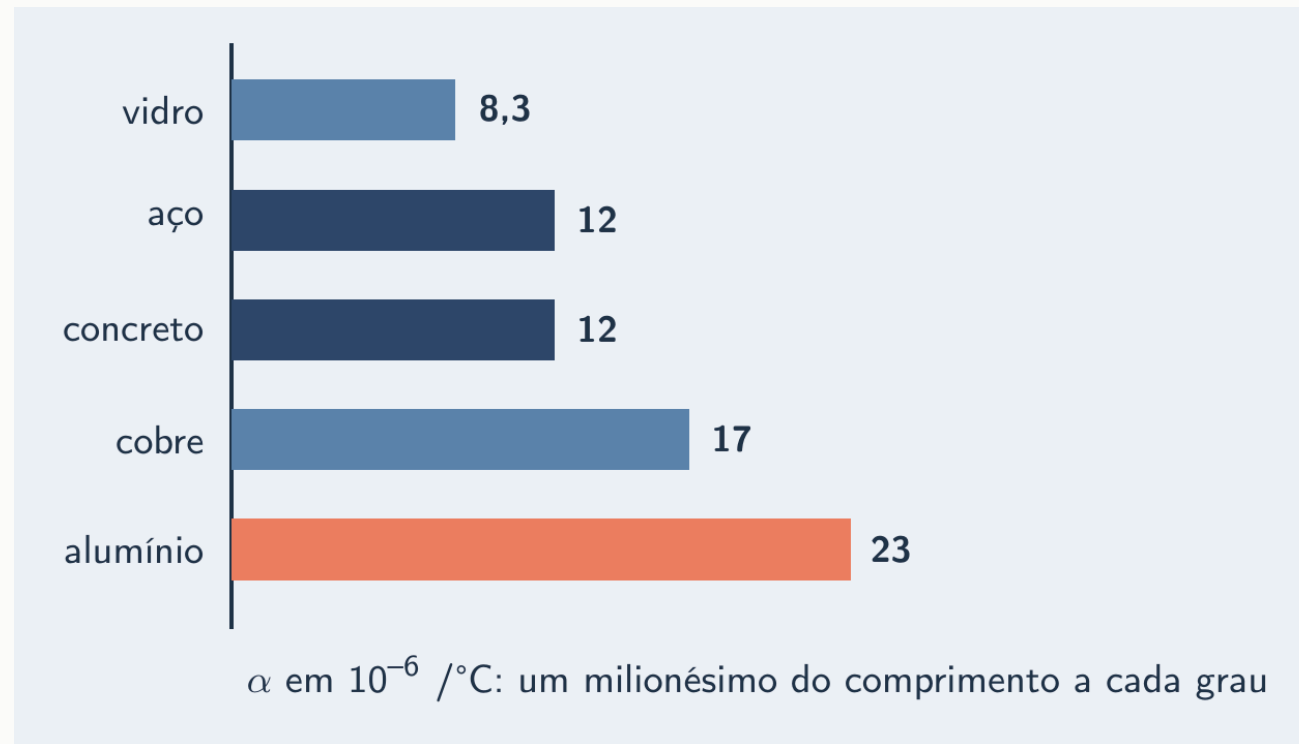
Resultado:

$$\Delta T = \mathbf{57\text{ °C}}$$

$$\Delta L \approx \mathbf{0,041 \text{ m}}$$

- cerca de 4,1 cm

Conceito 3 – O coeficiente α



- fração do comprimento ganha **por grau**
- unidade **$/^\circ\text{C}$** (o mesmo que $/\text{K}$) · ordem de 10^{-6}
- vidro 8,3 · aço 12 · concreto 12 · cobre 17 · alumínio 23

Exemplo resolvido – alumínio × aço

Barra de alumínio de 1 m aquecida 100 °C, com $\alpha = 23 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Fórmula:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Substituição:

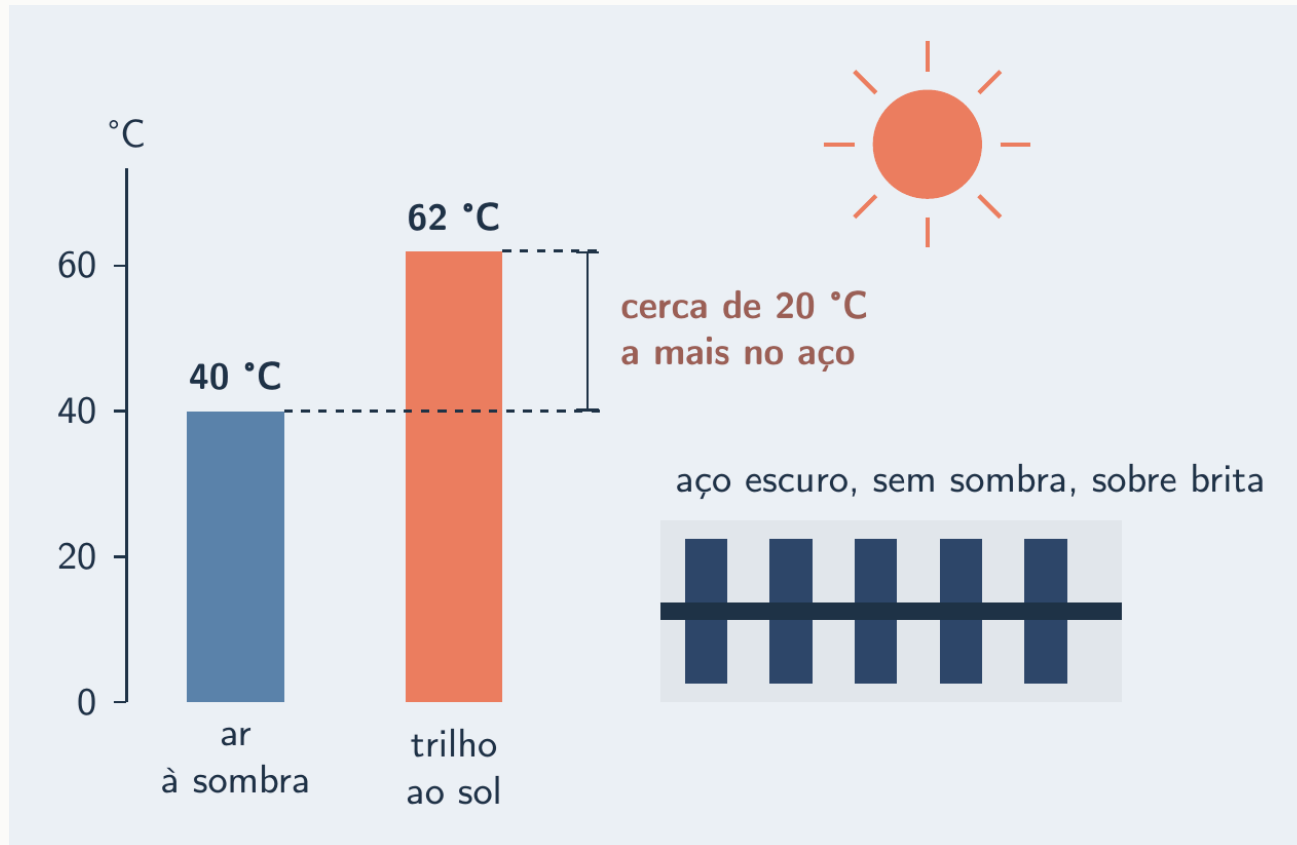
$$\Delta L = 1 \cdot 23 \times 10^{-6} \cdot 100$$

Resultado:

$$\Delta L = \mathbf{0,0023 \text{ m}}$$

- 2,3 mm · aço: 1,2 mm

Conceito 4 – O ΔT é o do aço



- ar: à sombra, ventilado · trilho: ao sol, escuro
- conta usa a temperatura **do corpo**
- ΔT : final menos inicial do próprio objeto

Exemplo resolvido – a conta pelo ar

Mesmo trilho, mas com o ar: 5 °C → 40 °C

Fórmula:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Substituição:

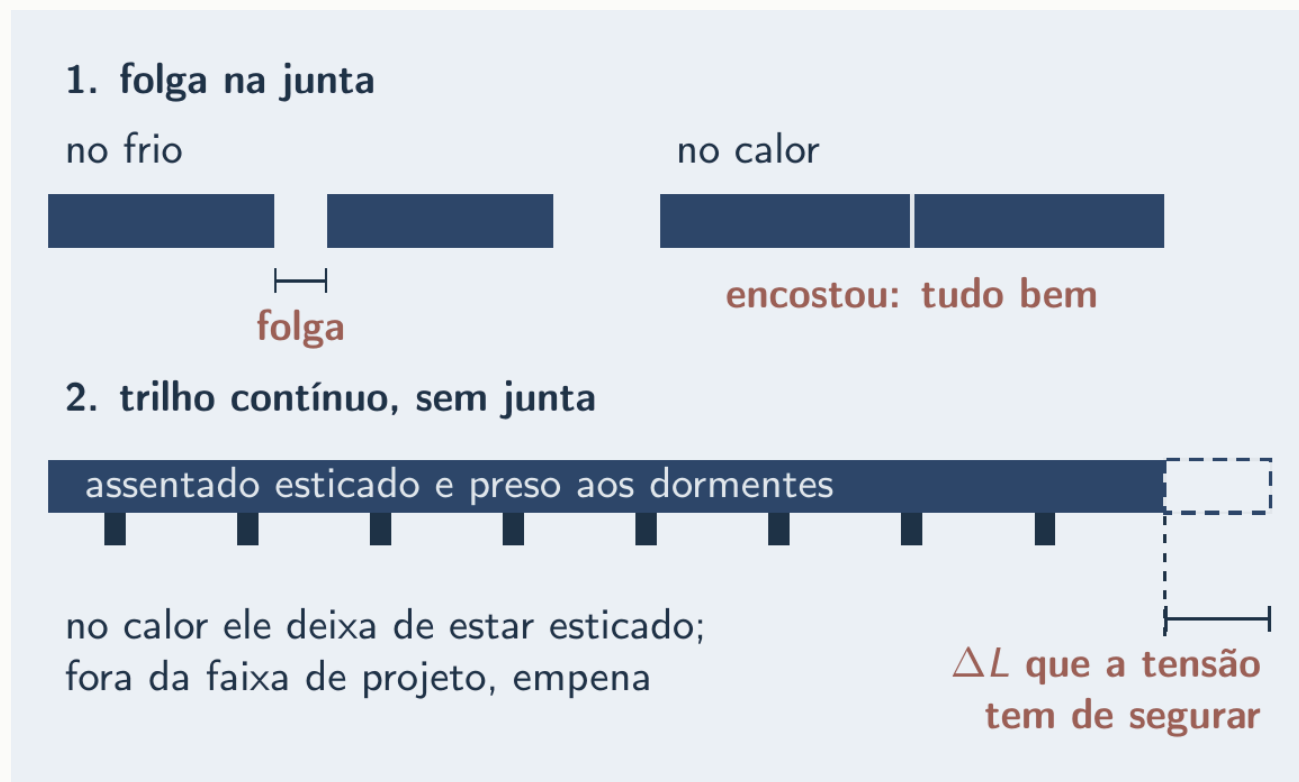
$$\Delta L = 60 \cdot 12 \times 10^{-6} \cdot 35$$

Resultado:

$$\Delta L \approx \mathbf{0,025 \text{ m}}$$

- 2,5 cm: subestima (o certo é 4,1 cm)

Conceito 5 – Folga ou pré-tensão



- **folga**: espaço para crescer (juntas, pontes, calçadas)
- **pré-tensão**: trilho contínuo assentado esticado
- nenhuma impede a dilatação · sem as duas → empena

Exemplo resolvido – a folga do inverno

Trilho de 60 m, assentado a 5 °C, numa madrugada a -10 °C

Fórmula:

$$\Delta T = T - T_0$$

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Substituição:

$$\Delta T = -10 - 5$$

$$\Delta L = -15 \cdot 60 \cdot 12 \times 10^{-6}$$

Resultado:

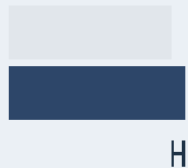
$$\Delta T = -15 \text{ °C}$$

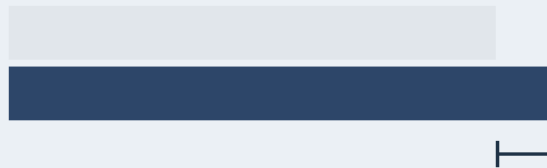
$$\Delta L \approx -1,1 \text{ cm}$$

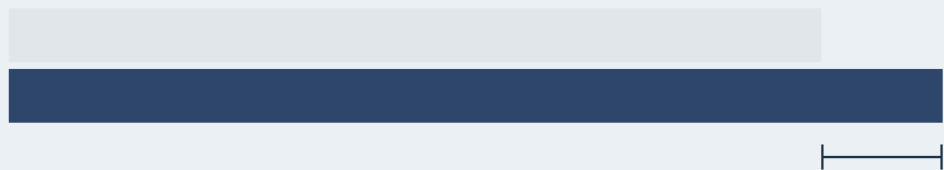
- sinal negativo: encolhe

Conceito 6 – Pequeno por metro, grande por km

aço, $\Delta T = 40\text{ °C}$, fora de escala

 $L_0 = 1\text{ m}$ (uma régua)
 $\Delta L = 0,48\text{ mm}$
H

 $L_0 = 300\text{ m}$ (Torre Eiffel)
 $\Delta L = 14,4\text{ cm}$
H

 $L_0 = 1\,000\text{ m}$
 $\Delta L = 48\text{ cm}$
H

mesmo α , mesmo ΔT : a dilatação cresce junto com L_0

- 1 m de aço, $\Delta T = 40\text{ °C} \rightarrow$ **0,48 mm**
- $\Delta L \propto L_0 \rightarrow$ regra de três
- 1 km de trilho $\rightarrow$ **48 cm**

Exemplo resolvido – a Torre Eiffel

Ferro da torre, cerca de 300 m, aquece 40 °C, com $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Fórmula:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Substituição:

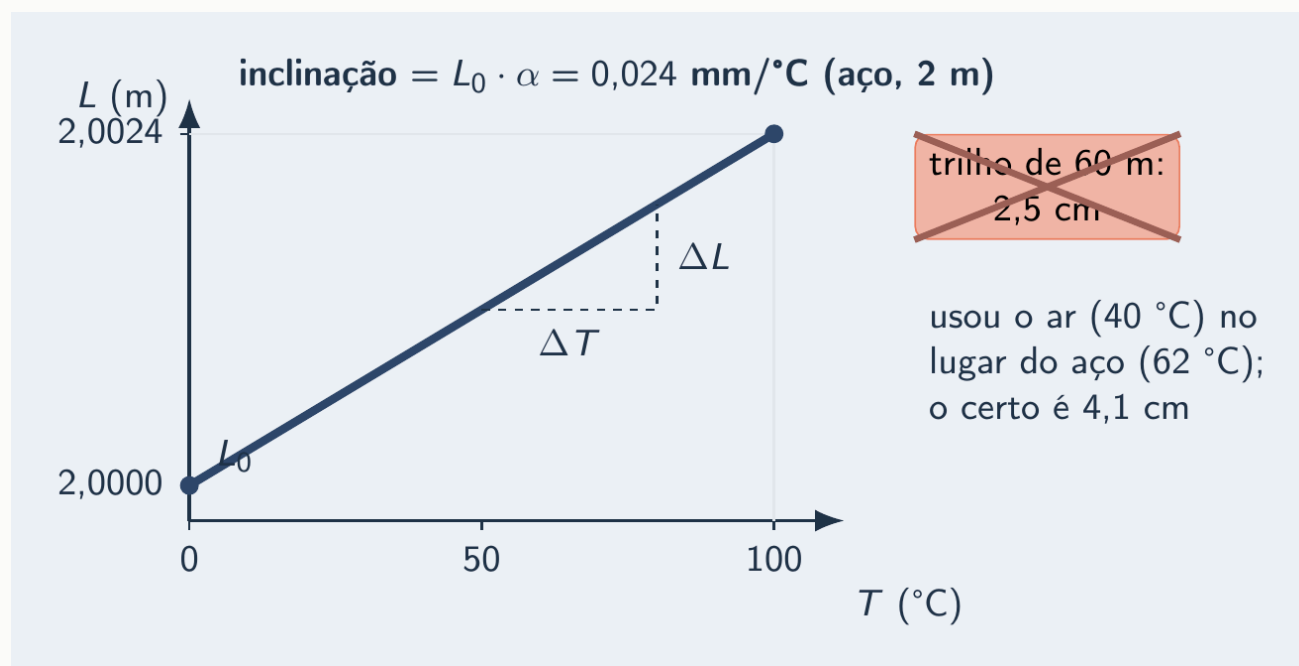
$$\Delta L = 300 \cdot 12 \times 10^{-6} \cdot 40$$

Resultado:

$$\Delta L = \mathbf{0,144\ m}$$

- cerca de 14 cm

Radar ENEM



- ✗ ΔT do ar no lugar do aço
- ✗ temperatura final no lugar de ΔT
- ✗ perder o 10^{-6} · misturar m e cm
- ✗ α em $\text{m/}^\circ\text{C}$ (isso é a inclinação $L_0 \alpha$)
- ✗ "sem folga não dilata"
- ✓ declarar $L_0, \alpha, \Delta T$ com unidade · sinal na contração

Resumo em cinco peças

1 $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$:
comprimento, ΔT
e material

2 α é do material,
em $/^{\circ}\text{C}$, da ordem
de 10^{-6}

3 trilho ao sol:
cerca de 20°C
acima do ar

4 folga ou
pré-tensão —
nunca “sem espaço”

5 pequeno
por metro,
grande por
quilômetro

1. $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$

2. α : material, $/^{\circ}\text{C}$, 10^{-6}

3. ΔT do aço, não do ar

4. dar lugar ou segurar

5. milímetros por metro,
centímetros por km

Treine no jogo



QR do jogo → <https://professorcanario.com.br/t1/c3/lista>

Canarinho · lista do Episódio 3

Depois da aula: o combo deste episódio

[Abrir arena](#)

Vídeo em capítulos



Vá direto ao trecho que precisa.

<https://professorcanario.com.br/t1/c3/video>

Lista no app



As questões deste episódio,
para treinar.

<https://professorcanario.com.br/t1/c3/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/](#)