

# CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE

## 1. INTRODUÇÃO

Quando um corpo recebe ou cede certa quantidade de energia térmica, podemos observar, como consequência, uma variação de sua temperatura ou uma mudança em seu estado físico.

A variação de temperatura corresponde a uma variação no estado de agitação das partículas do corpo. Nesse caso, a energia térmica transferida é denominada **calor sensível**. A mudança de estado físico corresponde a uma alteração no estado de agregação das partículas do corpo, fazendo com que um sólido, por exemplo, transforme-se em líquido. A energia térmica responsável pelas mudanças de estado denomina-se **calor latente**.

Thinkstock/Getty Images



A energia térmica fornecida pela chama do fogão foi utilizada inicialmente para aquecer a chaleira e a água. Quando ocorre a ebulição, observamos vapor de água saindo pelo bico da chaleira. Esse vapor é parte da água que passou para o estado gasoso.

É importante que fique bem clara a diferença entre **calor** e **temperatura**. Calor é a denominação que damos à energia térmica quando, e apenas enquanto, ela se encontra transitando entre dois locais de temperaturas diferentes. A temperatura é o estado termodinâmico de um corpo que associamos ao nível médio de agitação de suas partículas.

## 2. CAPACIDADE TÉRMICA (C) E CALOR ESPECÍFICO (c)

Se tomarmos um corpo de massa **m** e temperatura inicial  $\theta_1$  e fornecermos a ele uma quantidade de calor **Q**, sua temperatura passa a ser  $\theta_2$ , sofrendo uma variação correspondente a  $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ .

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

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

A unidade usual de capacidade térmica é a **caloria por grau Celsius**  $\left(\frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}}\right)$ .

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.

Suponha que um corpo precise receber 100 calorias de energia térmica para que sua temperatura aumente em  $5,0^\circ\text{C}$ . Dividindo o primeiro valor pelo segundo, encontraremos para a **capacidade térmica** desse corpo o valor  $20 \text{ cal}/^\circ\text{C}$ . Isso significa que, para variar  $1^\circ\text{C}$ , ele precisa receber (ou ceder) 20 calorias.

A capacidade térmica por unidade de massa do corpo é denominada **calor específico (c)**, dada usualmente pela unidade  $\frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$  (lê-se: **caloria por grama grau Celsius**).

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

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.

Se o corpo do exemplo anterior (cuja capacidade térmica é  $20 \text{ cal}/^\circ\text{C}$ ) tivesse 100 g de massa, seu calor específico seria  $0,20 \text{ cal}/\text{g}^\circ\text{C}$ . Para esse cálculo, dividimos sua capacidade térmica por sua massa.

Note que o calor específico não depende da massa do corpo, pois é uma característica da substância e não do corpo. Nem a capacidade térmica nem o calor

específico sensível de uma substância têm valores constantes com a temperatura. No entanto, para efeito de cálculo, costuma-se usar o valor médio de cada um no intervalo de temperatura considerado.

A água é a substância que mais aparece nos exercícios, sendo usado o valor 1,0 cal/g °C para seu calor específico. Isso significa que cada grama de água necessita de 1,0 caloria para sofrer uma variação de temperatura de um grau Celsius.

A tabela a seguir apresenta o calor específico de algumas substâncias.

### Calor específico de algumas substâncias

Substância	Calor específico (em cal/g °C)
Alumínio	0,219
Água	1,000
Álcool	0,590
Cobre	0,093
Ferro	0,119
Gelo	0,550
Mercúrio	0,033
Ouro	0,031
Prata	0,056
Vapor de água	0,480
Vidro	0,118

Fonte: <www.sofisica.com.br/conteudos/Termologia/Calorimetria/calor.php>. Acesso em: 13 abr. 2016.

## 3. CALOR SENSÍVEL

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

Para calcular a quantidade de calor sensível que um corpo recebe (ou cede), usamos a definição de calor específico sensível:

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta} \Rightarrow Q = m c \Delta\theta$$

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

Observe que a variação de temperatura é dada por:

$$\Delta\theta = \theta_{\text{final}} - \theta_{\text{inicial}}$$

Dessa forma, se a temperatura aumenta,  $\theta_f > \theta_i$  e  $\Delta\theta > 0$ , a quantidade de calor  $Q$  é positiva. Se a temperatura diminui,  $\theta_f < \theta_i$  e  $\Delta\theta < 0$ , então  $Q$  é negativa.

Considerando o calor específico ( $c$ ) uma constante

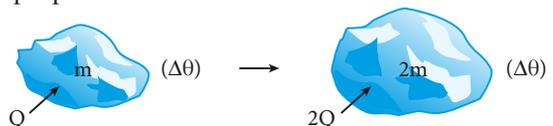
relativa à substância de que é feito o corpo, podemos concluir que, para uma mesma variação de temperatura ( $\Delta\theta$ ), a quantidade de calor ( $Q$ ) é diretamente proporcional à massa do corpo.

Ainda levando em conta a hipótese anterior, podemos concluir que:

- Para um mesmo corpo, a variação de temperatura é proporcional à quantidade de calor recebido ou cedido por ele.



- Para que corpos constituídos de igual substância sofram a mesma variação de temperatura ( $\Delta\theta$ ), a quantidade de calor recebido ou cedido deve ser proporcional à massa.



Ilustrações: C.T./Zagui

## 4. SISTEMA FÍSICO TERMICAMENTE ISOLADO

A busca do equilíbrio térmico é uma lei natural.

Os corpos tendem a ter a mesma temperatura do ambiente em que se encontram. Assim, o mais “quente” cede calor e o mais “frio” recebe calor.



Jonny Gitti

A jarra da esquerda contém água quente e a da direita, água gelada. Deixando-as sobre uma mesa, a água quente perderá calor para o meio ambiente e a água fria receberá calor.

Após algum tempo, ambas estarão na mesma temperatura do meio. Elas atingirão o equilíbrio térmico.

Em alguns casos, porém, as trocas de calor entre o sistema e o meio externo podem ser evitadas. Isso ocorre sempre que o sistema físico é **termicamente isolado**.

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

É importante observar que, na prática, por melhor que seja o isolamento térmico de um sistema, ele sempre troca calor com o meio externo.

Se você colocar, em uma caixa de isopor, algumas latas de refrigerante sem gelo com outras geladas, perceberá que o isopor irá reduzir a participação do meio externo nas trocas de calor. No entanto, após algum tempo, todas as latas estarão à mesma temperatura, pois terão atingido o **equilíbrio térmico**. Para que isso ocorra, é necessário que os corpos troquem calor entre si, de modo que os de maior temperatura forneçam calor aos de menor temperatura.

Em um sistema termicamente isolado, as trocas de calor ocorrem apenas entre os seus integrantes. Assim, toda a energia térmica que sai de alguns corpos é recebida por outros pertencentes ao próprio sistema, valendo a relação:

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

O somatório das quantidades de calor cedidas por alguns corpos de um sistema tem módulo igual ao do somatório das quantidades de calor recebidas pelos outros corpos desse mesmo sistema.

O uso do módulo na fórmula deve-se ao fato de o calor recebido ser positivo e de o calor cedido ser negativo, podendo-se também escrever essa relação da seguinte forma:

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

## 5. CALORÍMETRO

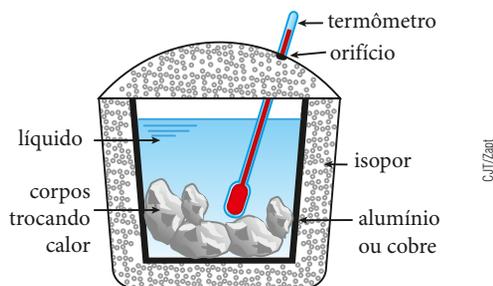
A mistura térmica de dois ou mais corpos, principalmente quando um deles está no estado líquido,

requer um recipiente adequado. Alguns desses recipientes possuem aparatos que permitem obter, de forma direta ou indireta, o valor das quantidades de calor trocadas entre os corpos.

Chamamos de **calorímetro** esse tipo de recipiente.

De modo geral, o calorímetro é metálico (de alumínio ou de cobre) e isolado termicamente por um revestimento de isopor. Em sua tampa, também de isopor, há um orifício pelo qual se introduz o termômetro, que indica a temperatura da mistura em observação.

O calorímetro representado na figura é o mais usado nos laboratórios escolares. Em experimentos que requerem tratamento especial, são usados calorímetros mais sofisticados.



Representação de um calorímetro usual.

Não podemos esquecer que o calorímetro, além de servir como recipiente, também participa das trocas de calor, cedendo calor para seu conteúdo ou recebendo calor dele.

Um calorímetro é denominado **ideal** quando, além de impedir as trocas de calor entre seu conteúdo e o meio externo, não troca calor com os corpos nele contidos. Esse tipo de calorímetro existe somente na teoria, mas aparece com frequência em exercícios. Nesses casos, os enunciados referem-se a ele dizendo que tem **capacidade térmica desprezível**.

## QUESTÕES COMENTADAS

**1** Uma garrafa térmica contém água a 60 °C. O conjunto garrafa térmica mais água possui capacidade térmica igual a 80 cal/°C. O sistema é colocado sobre uma mesa e, após algum tempo, sua temperatura diminui para 55 °C. Qual foi a perda de energia térmica para o ambiente nesse intervalo de tempo?

### RESOLUÇÃO

A energia térmica perdida para o ambiente pode ser determinada pela expressão matemática da capacidade térmica:

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} = \frac{Q}{(\theta_{\text{final}} - \theta_{\text{inicial}})}$$

$$80 = \frac{Q}{(55 - 60)} \Rightarrow 80 = \frac{Q}{-5} \Rightarrow Q = -400 \text{ cal}$$

O sinal negativo indica que essa energia saiu do sistema, foi cedida. Portanto, a energia térmica perdida pelo sistema é de 400 cal.

**Resposta:** 400 cal