



Prof. Paula Rocha

# Calorimetria

## 1. INTRODUÇÃO

A calorimetria é a parte da física que estuda os fenômenos decorrentes da transferência da forma de energia chamada calor.

Calor é a energia térmica em trânsito, que se transfere do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Nessa transferência pode ocorrer apenas uma mudança de temperatura (calor sensível) ou uma mudança de estado físico (calor latente).

Vamos admitir que, num processo em que não ocorra mudança de estado, um sistema recebe uma **quantidade de calor  $Q$**  e sofre uma **variação de temperatura  $\Delta\theta$** . Isto é,  $Q$  é uma quantidade de calor sensível.

Podemos definir então, uma grandeza chamada **capacidade térmica**.

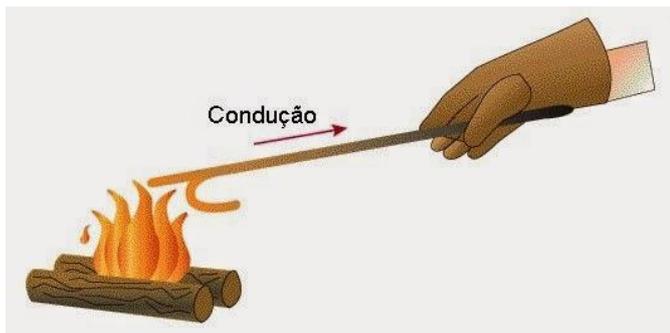
## 2. A PROPAGAÇÃO DO CALOR

O calor pode se propagar de três formas: por **condução**, por **convecção** e por **irradiação**. Passaremos a discutir cada uma dessas propriedades.

### 2.1. Condução

A condução de calor ocorre sempre que há diferença de temperatura, do ponto de maior para o de menor temperatura, sendo esta forma típica de propagação de calor nos sólidos.

As partículas que constituem o corpo, no ponto de maior temperatura, vibram intensamente, transmitindo sua energia cinética às partículas vizinhas. O calor é transmitido do ponto de maior para o de menor temperatura, sem que a posição relativa das partículas varie. Somente o calor caminha através do corpo.

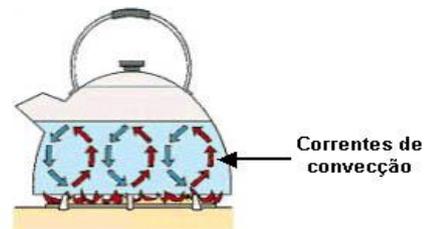


Na natureza existem bons e maus condutores de calor. Os metais são **bons condutores** de calor. Borracha, cortiça, isopor, vidro, amianto etc. são **maus condutores** de calor (isolantes térmicos).

### 2.2. Convecção

Convecção é a forma típica de propagação do calor nos fluidos, onde a própria matéria aquecida é que se desloca, isto é, há transporte de matéria.

Quando aquecemos um recipiente sobre uma chama, a parte do líquido em seu interior em contato com o fundo do recipiente se aquece e sua densidade diminui. Com isso ele sobe, ao passo que, no líquido mais frio, tendo densidade maior, desce, ocupando seu lugar. Assim, formam correntes ascendentes do líquido mais quente e descendentes do frio, denominadas correntes de convecção.



Existem várias aplicações práticas do princípio da convecção térmica. Por exemplo, o congelador de uma geladeira é colocado na parte superior para que se formem correntes de convecção: o ar frio desce e o ar quente sobe. Dessa maneira, resfria-se o interior do refrigerador.



***E no caso de um aparelho de ar-condicionado: a fim de garantir eficiência no resfriamento do ar da sala, é mais indicado colocá-lo no alto ou embaixo?***

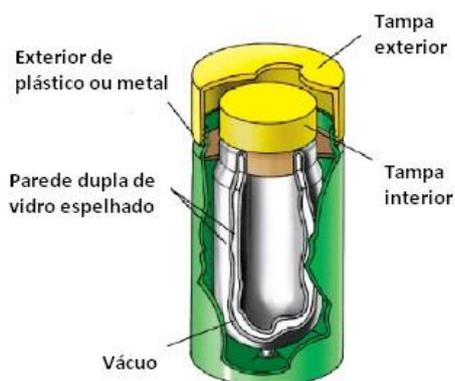
### 2.3. Irradiação

A propagação do calor por irradiação é feita por meio de ondas eletromagnéticas que atravessam inclusive o vácuo.

A Terra é aquecida pelo calor que vem do Sol através da irradiação. Há corpos que absorvem mais energia irradiante que outros. A absorção da energia irradiante é muito grande numa superfície escura, e pequena numa superfície clara.

Ao Absorver energia radiante, um corpo se aquece; ao emití-la, resfria-se.

#### A GARRAFA TÉRMICA



Os recipientes construídos de modo a dificultar as transmissões de calor (a garrafa térmica é um exemplo) surgiram, no século XIX, graças ao inglês James Dewar (1842-1923). Tais recipientes tinham a finalidade de conservar soluções químicas sob temperatura constante, em laboratório.

No começo do século passado, o alemão Reinhold Burger reduziu o tamanho do recipiente técnico de Dewar e o deixou no formato semelhante ao da garrafa térmica atual. Ele patenteou a garrafa e passou a vendê-la para uso doméstico.

Uma garrafa térmica é construída para impedir a troca de calor entre o conteúdo e o ambiente externo. Veja como isso acontece:

- A condução é evitada pelo ar rarefeito colocado entre as paredes duplas e pela tampa isolante;
- A convecção também é eliminada pelo ar rarefeito e pela tampa;
- A irradiação é dificultada pelas paredes espelhadas, que refletem as radiações, tanto interna como externamente.

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

Podemos dizer que a **capacidade térmica** mede a quantidade de calor que produz no corpo, uma variação unitária de temperatura.

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

Onde: Q = quantidade de calor (cal)

C = Capacidade Térmica (cal/ °C)

$\Delta\theta$  = Variação de temperatura (°C)

Quando consideramos a capacidade térmica por unidade de massa temos o **calor específico c** da substância considerada.

$$c = \frac{C}{m}$$

Onde: c = calor específico (cal/ g°C)

C = Capacidade Térmica (cal/ °C)

m = massa (g)

O calor específico é uma característica da substância e não do corpo. Portanto, cada substância possui o seu calor específico.

### 4. A Equação Fundamental da Calorimetria

Combinando os conceitos de **calor específico** e **capacidade térmica**, temos a equação fundamental da Calorimetria:

$$Q = m.c.\Delta\theta$$

Onde: Q = quantidade de calor (cal)

c = calor específico (cal/ g.°C)

m = massa (g)

$\Delta\theta$  = Variação de temperatura (°C)

### 5. EXERCÍCIOS

**5.1.** Em um recipiente industrial, a temperatura varia de 20°C a 220°C à custa da transferência de uma quantidade de calor igual a 2000 kcal. Determine a capacidade térmica do recipiente.

**5.2.** Um corpo de massa 30 gramas deve receber 2100 calorias para que sua temperatura se eleve de -20 °C para 50 °C. Determine a capacidade térmica do corpo e o calor específico da substância que o constitui.

**5.3.** Fornecem-se 250 cal de calor a um corpo e, em consequência, sua temperatura se eleva de 10 °C para 60 °C. Determine a capacidade térmica do corpo.

**5.4.** Ao receber 240 calorias, um corpo de massa igual a 60 gramas tem sua temperatura se elevando de 20 °C para 100 °C. Determine a capacidade térmica do corpo e o calor específico da substância que constitui o corpo.

**5.5.** Para aquecer 10 g de água de 10 a 25° C é necessário fornecer 150 cal. Para resfriar essa mesma quantidade de água de 25 a 10° C deve-se retirar:

- (a) 120 cal
- (b) 180 cal
- (c) 150 cal
- (d) não há resfriamento.

**5.6.** Quantas calorias devem ser fornecidas a 100 gramas de uma substância de calor específico 0,60 cal/g °C para que sua temperatura se eleve de 20 °C para 50 °C?

**5.7.** Explique por que não pode haver propagação de calor por condução e por convecção no vácuo.

**5.8.** Cite um exemplo de transferência de calor pelo processo de irradiação.

**5.9.** Por que o cabo das panelas é de madeira ou plástico?

**5.10.** Num dia frio, a maçaneta metálica da porta de madeira parece mais fria do que a porta. Por quê?

**5.11.** Cobertor esquenta?

**5.12.** Que tipo de transferência de calor as afirmativas descrevem?

- a) transferência de calor de um ponto a outro através de movimento de matéria.
- b) transferência de calor em meio material, de molécula para molécula, sem que essas sofram translação.
- c) transferência de calor de um ponto a outro sem necessidade de um meio material.

**5.13.** (Enem) Ainda hoje é muito comum as pessoas utilizarem vasilhames de barro (moringas ou potes de cerâmica não esmaltada) para conservar água a uma temperatura menor do que a do ambiente. Isso ocorre porque:

- (a) o barro isola a água do ambiente, mantendo-a sempre a uma temperatura menor que a dele, como se fosse isopor.
- (b) o barro tem poder de “gelar” a água pela sua composição química. Na reação, a água perde calor.
- (c) o barro é poroso, permitindo que a água passe através dele. Parte dessa água evapora, tomando calor da moringa e do restante da água, que são assim resfriadas.
- (d) o barro é poroso, permitindo que a água se deposite na parte de fora da moringa. A água de fora sempre está a uma temperatura maior que a de dentro.
- (e) a moringa é uma espécie de geladeira natural, liberando substâncias higroscópicas que diminuem naturalmente a temperatura da água.

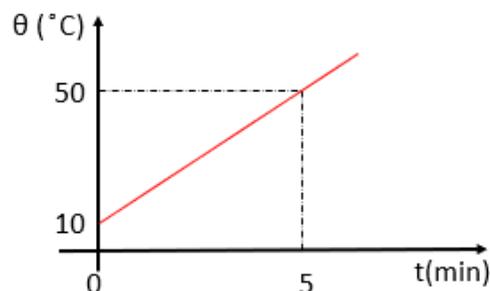
**5.14.** (Enem) Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões

do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a)

- (a) Roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela
- (b) Roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.
- (c) Roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.
- (d) Calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
- (e) Calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

**5.15.** O diagrama temperatura por tempo ( $\theta \times t$ ) da figura a seguir refere-se ao que acontece quando uma barra de metal de 100g de massa recebe calor de uma fonte de potência constante à razão de 200 cal/min



Com base nessas informações, determine:

- a) A quantidade de calor sensível recebida pela barra nos 5 minutos iniciais;
- b) O calor específico do metal.

**5.16.** (Enem) Por que o nível dos mares não sobe, mesmo recebendo continuamente as águas dos rios? Essa questão já foi formulada por sábios na Grécia Antiga. Hoje, responderíamos que:

- (a) A evaporação da água dos oceanos e o deslocamento do vapor e das nuvens compensam as águas dos rios que deságuam no mar.
- (b) A formação de geleiras com água dos oceanos, nos polos, contrabalança as águas dos rios que deságuam no mar.
- (c) As águas dos rios provocam as marés, que as transferem para outras regiões mais rasas, durante a vazante.
- (d) O volume de água dos rios é insignificante para os oceanos e a água doce diminui de volume ao receber sal marinho
- (e) As águas dos rios afundam no mar devido a sua maior densidade, onde são comprimidas pela enorme pressão resultante da coluna de água.