



Prof. Paula Rocha

# Os efeitos do Calor

## 1. INTRODUÇÃO

Ao colocar um copo de água no congelador de uma geladeira, você espera que naturalmente, a água inicialmente esfrie e depois congele. Do mesmo modo, se retirarmos alguns cubos de gelo do congelador e os colocarmos em um prato observaremos que após algum tempo eles começarão a derreter.

Mas, por que isso ocorre? É evidente que houve transferência de calor.

Quando um corpo troca calor com a sua vizinhança, pode sofrer alterações em suas dimensões (dilatação ou contração), variações na sua temperatura ou ter seu estado físico alterado. São estes os efeitos da passagem do calor.

## 2. CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE

O calor sensível é o calor trocado que faz com que uma substância sofra variação somente de temperatura. A quantidade de calor sensível necessária para alterar a temperatura de um corpo ou de um fluido, dependerá da substância de que é constituído. Matematicamente, a quantidade de calor sensível pode ser escrita como:

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

O calor latente é a energia que deve ser fornecida ou retirada de um corpo para que ocorra mudança de seu estado físico. O calor latente de uma mudança de estado pode ser medido pela quantidade de calor que a substância recebe ou cede, por unidade de massa, durante a transformação, mantendo-se constante a temperatura, desde que a pressão não se altere. Matematicamente, podemos expressá-lo por:

$$Q = m \cdot L$$

**Que moleza!**

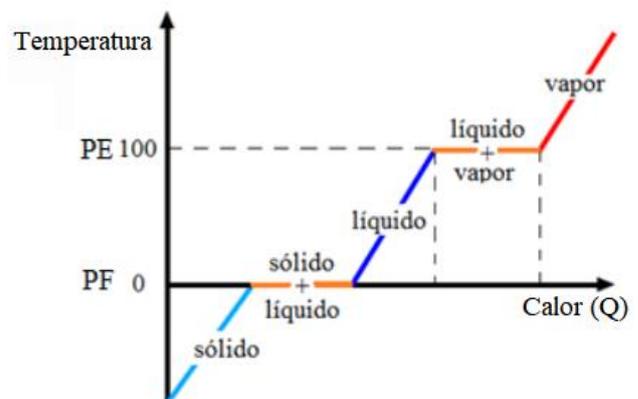


É importante lembrar que a temperatura permanece inalterada durante todo o processo de mudança de fase.

## 3. CURVA DE AQUECIMENTO

As curvas de aquecimento ou resfriamento de uma substância mostram a variação da temperatura com o tempo, conforme é cedido ou retirado calor da substância.

Vamos considerar uma massa de gelo a  $-20^{\circ}\text{C}$ , recebendo calor a uma taxa constante. Esse processo pode ser observado no gráfico abaixo.



Este gráfico é a curva de aquecimento da substância, que no caso é a água, cujos ponto de fusão (mudança do estado sólido para o líquido) e ponto de ebulição (mudança do estado líquido para o gasoso ou vapor) ocorrem a  $0^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

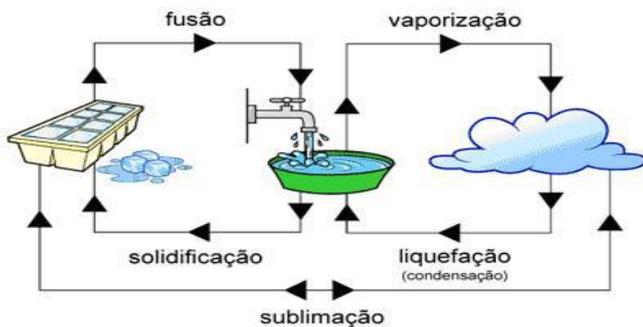
Os trechos do gráfico onde os segmentos são horizontais indicam que as temperaturas se mantêm constante, ocorrendo mudança de fase.

## 4. MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO

De uma maneira geral, o estado físico é uma condição macroscópica e depende da temperatura e do estado de agregação das partículas que constituem a matéria.

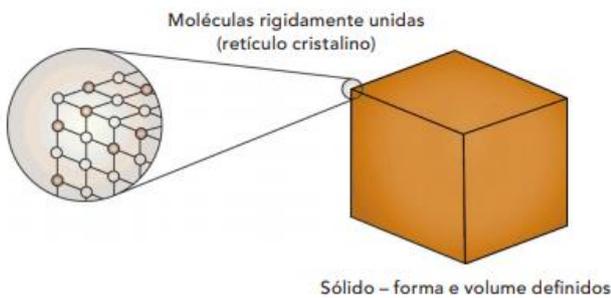
O grau de agregação se deve a fatores como a geometria das partículas, a força de coesão entre elas, a temperatura e a pressão a que está submetida.

Toda matéria, dependendo da temperatura, pode se apresentar em 4 estados: **sólido**, **líquido**, **gasoso** e **plasma**. Em nosso estudo falaremos apenas dos 3 primeiros. As mudanças desses estados são mostradas a seguir.



#### 4.1. Estado Sólido

Neste estado as partículas que formam a substância possuem a menor energia cinética; elas permanecem praticamente imóveis, unidas por forças de atração mútuas e dispostas, em geral, de acordo com um arranjo geométrico definido. Podemos concluir que uma substância sólida possui forma e volume bem definidos.



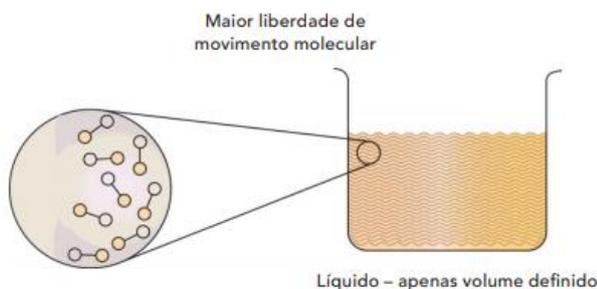
Sólido – forma e volume definidos

No caso das moléculas de água, esse arranjo é em forma de anéis, no qual sempre há um átomo de hidrogênio entre dois de oxigênio.

O arranjo das moléculas de água, na fase sólida, é o responsável pelo aumento do seu volume. Então, ao se congelar, a água se expande, formando o gelo que é menos denso que a água na fase líquida.

#### 4.2. Estado Líquido

As partículas estão um pouco mais unidas em relação às partículas da fase gasosa, mas não totalmente unidas. Não há nenhum arranjo definido. A energia cinética é intermediária entre a fase gasosa e a fase sólida.

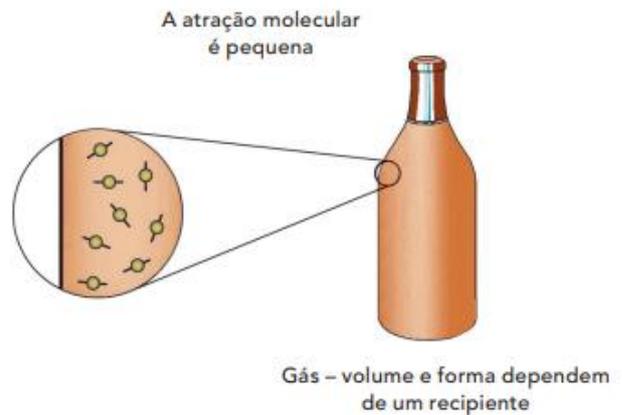


Líquido – apenas volume definido

As partículas nos líquidos “deslizam” umas sobre as outras e se movem. Isto é o que proporciona a fluidez no líquido. Todos os líquidos podem fluir, e alguns mais que os outros. A água, por exemplo, flui com mais facilidade que o mel.

#### 4.3. Estado gasoso

Nesta fase as partículas da substância estão com maior energia cinética. Elas ficam muito distantes umas das outras. Movem-se com muita velocidade e colidem entre si.



Gás – volume e forma dependem de um recipiente

Um gás qualquer colocado dentro de uma garrafa de 1litro adquire a forma da garrafa e seu volume será de 1litro. Podemos dizer que uma substância na fase gasosa possui forma e volume variáveis.

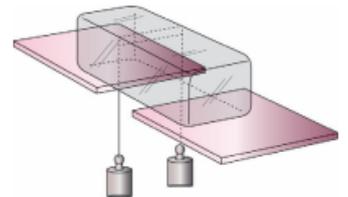
#### 4.4. O quarto estado da matéria

O plasma é um gás ionizado e que, apesar de ser pouco frequente no nosso dia a dia, é o estado da matéria em 99% do Universo, tanto nas estrelas quanto no espaço interestelar. Ainda assim, está presente nas lâmpadas a vapor e fluorescentes, e, mais recentemente, nas telas de alguns tipos de televisão.

#### Você Sabia que...

##### Regelo – Experiência de Tyndall

Toma-se um bloco de gelo a uma temperatura inferior a 0 °C e coloca-se sobre ele um fio preso a dois pesos convenientes. Com o fio sobre o gelo, a pressão aumenta, e, sob o fio, o ponto de fusão do gelo diminui, ocorrendo a fusão. A água, livre da pressão exercida pelo fio, volta a se congelar. O fio passa pela barra sem decepá-la em duas partes.

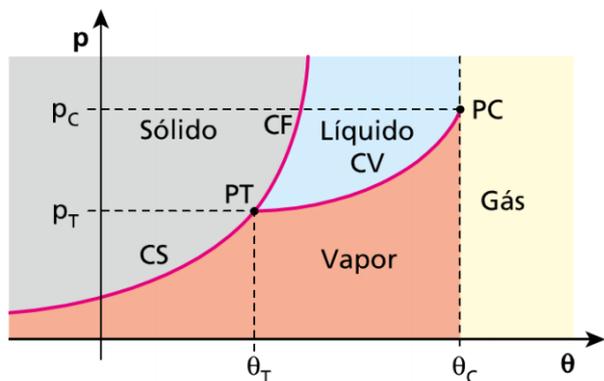


#### 5. DIAGRAMA DE FASES

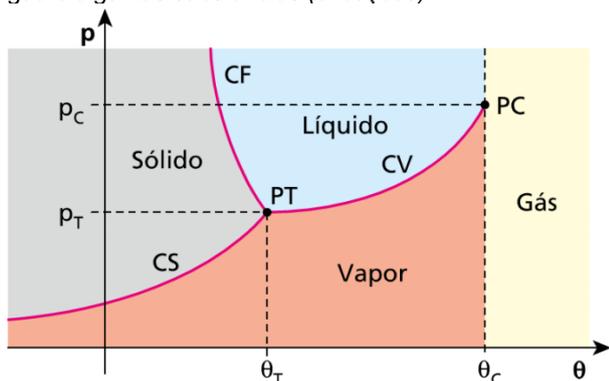
A fase na qual uma substância se encontra depende de suas condições de pressão e temperatura. Dessa forma, existem pares desses valores que correspondem a cada um dos três estados físicos.

Estes possíveis pares de valores podem ser colocados em um diagrama cartesiano, onde se coloca nas ordenadas a pressão, e nas abscissas a temperatura, para um determinado volume de uma amostra de substância.

Maioria das substâncias



Água e algumas substâncias (exceções)



PC – Ponto Crítico

PT – Ponto triplice

CV – Curva de vaporização ou condensação

CF – Curva de Fusão ou Solidificação

CS – Curva de Sublimação

## 6. EXERCÍCIOS

6.1. O que é calor latente? E calor sensível?

6.2. Por que motivo as queimaduras com vapor d'água costumam ser mais graves do que as com água fervendo?

6.3. Considere a tabela de pontos de fusão e ebulição das substâncias a seguir, a 1 atm de pressão:

Substância	PF (°C)	PE (°C)
Cloro	-101,0	-34,6
Flúor	-219,6	-188,1
Bromo	-7,2	58,8
Mercúrio	-38,8	356,6
Iodo	113,5	184

A 50°C, encontram-se no estado líquido:

- cloro e flúor.
- cloro e iodo.
- flúor e bromo.
- bromo e mercúrio.
- mercúrio e iodo

6.4. Quais os efeitos possíveis da passagem do calor por um corpo?

6.5. (ENEM) Se, por economia, o fogo sob uma panela de pressão for abaixado logo que se inicia a saída de vapor

pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento

- será maior, porque a panela esfria.
- será menor, pois diminui a perda de água.
- será maior, pois a pressão diminui.
- será maior, pois a evaporação diminui.
- não será alterado, pois a temperatura não varia.

6.6. (ENEM) A construção de grandes projetos hidrelétricos também deve ser analisada do ponto de vista do regime das águas e de seu ciclo na região. Em relação ao ciclo da água, pode-se argumentar que a construção de grandes represas

- não causa impactos na região, uma vez que a quantidade total de água da Terra permanece constante.
- não causa impactos na região, uma vez que a água que alimenta a represa prossegue depois rio abaixo com a mesma vazão e velocidade.
- aumenta a velocidade dos rios, acelerando o ciclo da água na região.
- aumenta a evaporação na região da represa, acompanhada também por um aumento local da umidade relativa do ar.
- diminui a quantidade de água disponível para a realização do ciclo da água.

6.7. (ENEM) A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser por meio de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão. Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada em seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa. O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados a seguir.

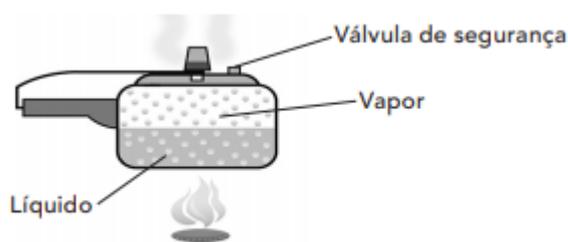
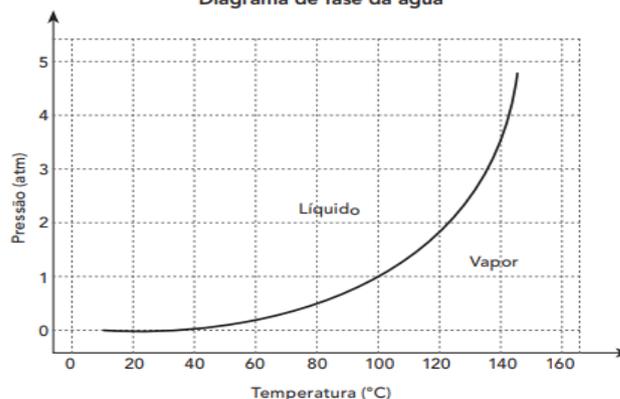


Diagrama de fase da água



A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos, e isso se deve

- à pressão no seu interior, que é igual à pressão externa.
- à temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local.
- à quantidade de calor adicional que é transferida à panela.
- à quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula.
- à espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns.

**6.8.** (ENEM) O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

Disponível em: <http://www.keroagua.blogspot.com>.  
Acesso em: 30 mar. 2009 (adaptado).

A transformação mencionada no texto é a

- fusão.
- liquefação.
- evaporação.
- solidificação.
- condensação

**6.9.** (CFTMG) Os estados de agregação das partículas de um material indeterminado possuem algumas características diferentes, conforme mostra a Figura 1. Por outro lado, as mudanças de estado físico desse mesmo material são representadas por meio de uma curva de aquecimento que correlaciona valores de temperatura com a quantidade de energia fornecida sob a forma de calor, apresentada na Figura 2.



Figura 1

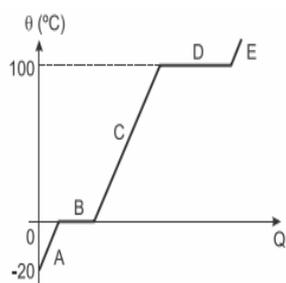


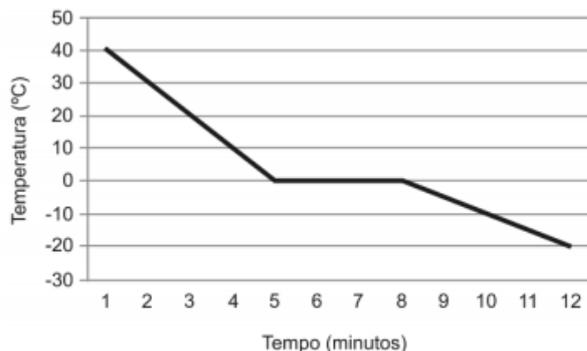
Figura 2

Uma relação entre os dados da Figura 2 e os estados de agregação da Figura 1 permite estabelecer que

- B - gasoso, D - líquido, E - sólido.
- A - sólido, C - líquido, E - gasoso.
- A - sólido, B - líquido, C - gasoso.
- C - sólido, D - líquido, E - gasoso

**6.10.** (CFTMG) Durante uma aula prática de Química, um estudante registrou a variação da temperatura da água

pura em função do tempo e, com os dados obtidos, elaborou o gráfico que mostra uma mudança de fase.



A mudança de estado físico verificada pelo estudante é denominada

- fusão.
- ebulição.
- condensação.
- solidificação.

**6.11.** Aquece-se uniformemente um recipiente contendo 500g de gelo a 0° C, derretendo-o completamente. Supondo que todo o calor tenha sido usado apenas para a fusão do gelo e considerando: densidade do gelo  $d = 0,92 \text{ g/cm}^3$ , densidade da água  $d = 1,0 \text{ g/cm}^3$  e calor latente de fusão do gelo  $L_f = 80 \text{ cal/g}$ , calcule:

- a quantidade de calor necessária para derreter todo o gelo;
- a variação de volume que ocorre na fusão.

**6.12.** Um estudante colocou em um recipiente 736 g de gelo a 0° C e forneceu calor através de um aquecedor, para verificar se realmente ocorre uma diminuição no seu volume ao fundi-lo completamente. Ele considerou que não houve dissipação de calor para o ambiente e tampouco par ao recipiente.

Dados: densidade do gelo  $d_g = 0,92 \text{ g/cm}^3$ , densidade da água  $d_a = 1,0 \text{ g/cm}^3$  e calor latente de fusão do gelo  $L_f = 80 \text{ cal/g}$

- Que quantidade de calor foi necessária para derreter todo o gelo?
- Que variação de volume foi encontrada pelo estudante, caso ele não tenha cometido nenhum erro?