

# FÍSICA

Tema: termodinâmica

Caroline Balbino Lima, Licenciatura Integrada em Química e em Física

Máira Gabriela Daolio Campanari, Bacharel em Física Médica

Coautoria: Fabrício Bracht

## Como funciona a garrafa térmica



### Olha o cafezinho!

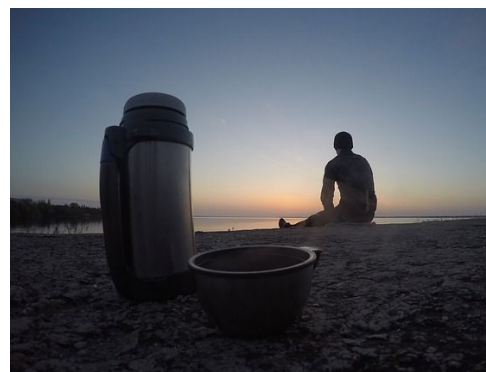
Imagens: Pixabay

Um ótimo jeito de começar o dia é tomando uma xícara de café bem quentinho. Seja consumido com leite ou puro, o café é uma bebida estimulante que tem um aroma delicioso e inconfundível. No Brasil o café é o primeiro na lista de alimentos mais consumidos pela população<sup>1</sup> e também segundo na lista de bebidas<sup>2</sup>, atrás apenas da água.

Mas, e se ao longo da manhã quisermos tomar outra xícara de café quente? Temos que ter o trabalho de prepará-lo novamente?

Isso não será necessário se houver uma garrafa térmica para acondicionar o café que passamos de manhãzinha. Esse recipiente pode ser usado em qualquer lugar, em casa, no trabalho ou numa viagem, e tem o propósito de manter a temperatura do seu conteúdo constante, seja ela fria ou quente, por certo período de tempo. Isso é possível porque ele minimiza a troca de calor entre o que está dentro dele e o ambiente exterior.

A garrafa térmica foi inventada em 1892 pelo físico-químico James Dewar, que a usava para conservar gases liquefeitos que precisavam ser mantidos a temperaturas muito baixas. Em 1904 foi fabricada a primeira garrafa térmica para ser disponibilizada no mercado, patenteada pela companhia alemã Thermos. Sir Dewar,



<sup>1</sup> Pesquisa “Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil” do IBGE realizada entre 2008-2009.

<sup>2</sup> Pesquisa coordenada pela Embrapa Café e patrocinada pela Associação Brasileira da Indústria de Café-ABIC, realizada entre 2013-2014.

no entanto, perdeu na justiça a ação que moveu contra a empresa requerendo a patente sobre sua criação.

Desde os tempos de Dewar até os dias de hoje os princípios que possibilitam a garrafa térmica manter a temperatura de seu conteúdo são os mesmos. Para entender como ela funciona, precisamos primeiro entender como materiais, como o seu cafezinho matinal ou como os gases estudados por James Dewar, podem ganhar e perder calor através dos três tipos de propagação térmica: **condução**, **convecção** e **irradiação**.

## Átomos vibrantes



Imagem: Pexels

Ao deixarmos por alguns minutos uma espátula de metal apoiada em uma panela enquanto estamos cozinhando será muito difícil tocarmos nela sem o auxílio de uma luva térmica, caso contrário podemos nos queimar. O fato de a espátula esquentar sem estar em contato direto com a chama do fogão acontece porque o calor dessa chama é transferido para a espátula através da panela na qual ela está apoiada.

A **condução** é o tipo de propagação de calor caracterizado pela transferência de energia térmica entre átomos do mesmo sistema, do material de maior temperatura para o de menor temperatura. Isso porque a energia térmica provoca a vibração dos átomos uns contra os outros ou faz com que os elétrons mudem de um átomo para o outro.

A transferência de calor por condução é mais frequente em materiais sólidos do que em fluidos - líquidos e gases - e mais eficaz em metais, materiais nos quais as ligações entre as moléculas são do tipo metálica, ou seja, tem elétrons de livre movimento, o que facilita a propagação de energia térmica.

Tal como existem materiais que facilitam a condução de energia térmica, também existem materiais considerados mau condutores ou isolantes térmicos. O isopor, por exemplo, é um material isolante térmico, e por isso é muito utilizado na fabricação de caixas e embalagens térmicas para manter a temperatura de alimentos.



Imagem: Pixabay

Tendo isso em vista, podemos pensar na garrafa térmica. Ao olhar pelo orifício do recipiente, você pode reparar que existe uma superfície de vidro que recobre sua parte interna. A finalidade dessa superfície de vidro é impedir que haja transferência de calor, via condução, entre o meio interno e externo, uma vez que o vidro é um mau condutor de energia térmica. Em outros casos a parte interna da garrafa pode ser feita de plástico, para evitar danos à estrutura em caso de queda, ou ainda ser recoberta externamente por outros materiais isolantes térmicos, como isopor ou espuma, aumentando sua capacidade de conservar a temperatura do seu conteúdo.

# Temperatura e movimento

Você sabe por que o congelador é geralmente colocado na parte de cima da geladeira? Ou por que se costuma instalar aparelhos de ar condicionado na parte superior de um ambiente? A resposta é interessante, o posicionamento da refrigeração nesses exemplos promove a movimentação das correntes de ar quente e frio, assim mantendo a refrigeração destes ambientes.

Essa movimentação é chamada **convecção**, propagação de calor que ocorre quando há diferença de densidade entre os fluidos que compõem um sistema. Fluidos mais quentes tem densidade menor do que fluidos mais frios, o que causa, portanto, que o fluido mais quente (de menor densidade) suba e, conseqüentemente, que o fluido mais frio (de maior densidade) desça.



Imagem via Pixnio, alterada por CEPID CCES-eScience

É possível identificar o fenômeno da diferença de densidade entre fluidos quando juntamos num mesmo copo água e óleo. A água, cuja densidade é maior, fica no fundo do copo, enquanto o óleo, cuja densidade é menor, fica na superfície dele.



Imagem por Víctor Blacus (Victor Blacus) / Licença [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

No caso da geladeira, então, o ar é resfriado na parte superior da geladeira e desce por entre os espaços entre as prateleiras, refrigerando os alimentos e recebendo calor nesse processo. Esse ar por sua vez, já não mais tão frio, sobe e é resfriado novamente na parte superior da geladeira. Essa circulação de correntes de ar quente e frio acontece também, como exemplificamos, num ambiente refrigerado com ar condicionado.

Sabendo agora dos fenômenos de condução e de convecção é possível entender como em uma panela quente com comida tampada ou em uma xícara de chá coberta com um pires seus conteúdos demoram mais para esfriarem. Pois é, isso acontece porque isolando o conteúdo destes recipientes do meio está sendo reduzida a transferência do calor por condução e também por convecção. E o mesmo ocorre com a garrafa térmica quando a tampamos.

Através da exposição do conteúdo desses recipientes ao meio, por condução a superfície do conteúdo, mais exposta, perde calor para o ar. A partir disso, o movimento de convecção faz a parte superior do conteúdo descer, por estar mais fria, e a parte inferior do conteúdo subir, por estar mais quente. A repetição desses dois processos faz com que todo o conteúdo dos recipientes iguale sua temperatura à temperatura ambiente.

## Ondas de calor

Por último, a irradiação ou radiação térmica é o processo através do qual o calor é propagado por ondas eletromagnéticas. Não é necessário, portanto, que haja um meio material para se propagar, a exemplo do



calor do sol, que atravessa grandes distâncias no vácuo e aquece nosso planeta. Isso diferencia esse tipo de propagação de calor dos anteriores, que dependem de meios materiais para acontecerem.

É através da irradiação térmica que alimentos podem ser esquentados e cozidos dentro de um forno, ou que possamos nos esquentar ao calor de uma fogueira a uma distância segura do fogo.

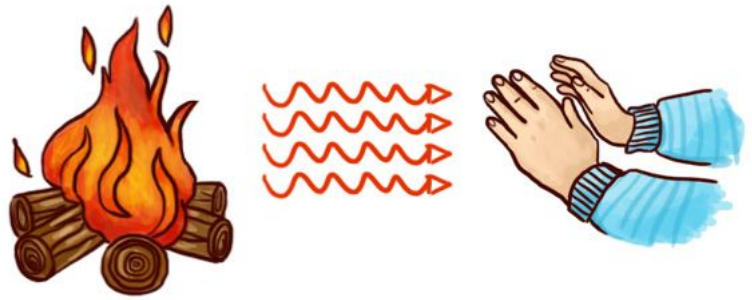
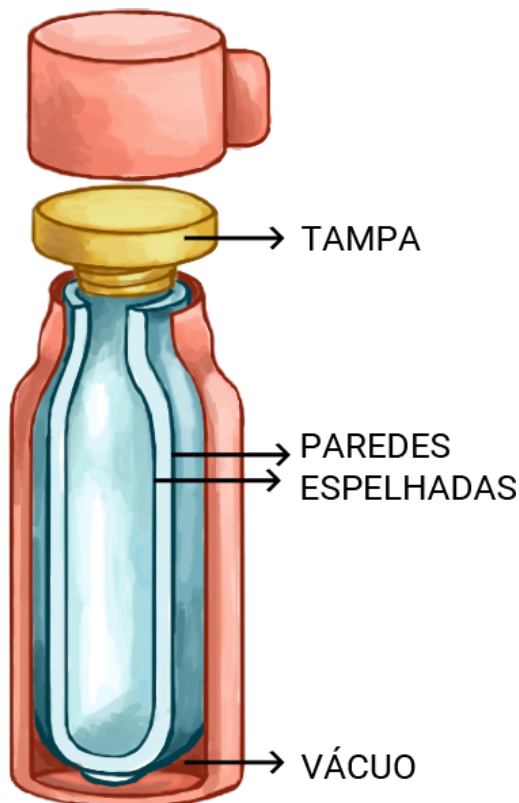


Imagem por CEPID CCES-eScience

Nas garrafas térmicas as paredes da garrafa são espelhadas a fim de evitar a irradiação térmica. Dessa forma, as ondas de calor são refletidas dentro do recipiente, evitando que o conteúdo perca calor, e as ondas de calor externas são refletidas fora do recipiente, evitando que atinjam o conteúdo da garrafa e que este receba calor. Isso faz, conseqüentemente, com que a temperatura interna seja conservada por mais tempo.



## Um pequeno vácuo dentro de uma garrafa

Imagem por CEPID CCES-eScience

Depois de tudo que foi explicado sobre a transferência de calor, faltou falarmos da principal característica que evita que haja troca de calor entre o conteúdo dentro da garrafa térmica e o meio externo: a parede dupla de seu recipiente interno.

O espaço contido entre essa parede dupla sofre um processo durante a fabricação da garrafa, no qual todo o ar (matéria) é removido, gerando um **vácuo**. Assim sendo, como já explicamos anteriormente, sem matéria não é possível que o calor seja propagado por condução nem por convecção.

A garrafa térmica, portanto, com seu sistema de isolamento térmico por vácuo, aliado às suas paredes internas espelhadas, tampa e revestimento, é projetada para manter a temperatura do seu conteúdo, reduzindo os efeitos da transferência de calor por condução, convecção e irradiação. É importante ressaltar que o

sistema não é 100% eficiente; o líquido interno acaba atingindo o equilíbrio térmico com o meio externo após certo tempo.

Vamos resumir? Veja abaixo como cada parte da garrafa térmica atua:

- Tampa: impede o contato do conteúdo interno com o meio externo (ar), evitando a propagação de calor por condução e convecção.
- Paredes espelhadas: impedem que o processo de radiação faça com que o conteúdo interno troque calor com o ambiente externo, pois reflete as ondas de calor internas, mantendo-as contidas, e as ondas de calor externas, evitando que estas atinjam a parte interna.

- Vácuo: impede que ocorra transferência de calor por convecção ou por condução, já que estes processos necessitam da existência de matéria.

## Referências

**Absorção e reflexão.** Só Biologia. Disponível em:

<[https://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava\\_serie/Calor8.php](https://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/Calor8.php)>. Acesso em: 16 mai. 2018.

ALMEIDA, Frederico Borges de. **A garrafa térmica.** Mundo educação. Disponível em:

<<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/a-garrafa-termica.htm>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

**Irradiação térmica.** Só Biologia. Disponível em:

<[https://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava\\_serie/Calor7.php](https://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/Calor7.php)>. Acesso em: 16 mai. 2018.

PORTO, Gabriella. **Garrafa térmica.** InfoEscola-navegando e aprendendo. Disponível em:

<<https://www.infoescola.com/curiosidades/garrafa-termica/>>. Acesso em: 16 mai. 2018

POZZEBOM, Rafaela. **Como funciona? A garrafa térmica de água.** Oficina da Net. Disponível em:

<<https://www.oficinadanet.com.br/artigo/ciencia/como-funciona-garrafa-termica-de-agua>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

SANTOS, José Carlos Fernandes dis. **Propagação do calor.** Educação. Disponível em:

<<http://educacao.globo.com/fisica/assunto/termica/propagacao-do-calor.html>>. Acesso em: 16 mai.2018.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Convecção térmica.** Alunos Online. Disponível em:

<<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/conveccao-termica.html>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

TOFOLLI, Leopoldo. **Radiação térmica.** InfoEscola-navegando e aprendendo. Disponível em:

<<https://www.infoescola.com/termodinamica/radiacao-termica/>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

**Transferência de calor.** Portal de Laboratórios Virtuais de Processos Químicos. Disponível em:

<[http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=248&Itemid=#2](http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=248&Itemid=#2)>.

Acesso em: 16 mai. 2018.

# TESTE SEUS CONHECIMENTOS

1. Sabe-se que a temperatura do café se mantém constante por um certo tempo se a garrafa térmica estiver devidamente fechada. Qual dos seguintes fatores está diretamente relacionado ao bom isolamento térmico?
  - a. A condução e a convecção, pois estas não ocorrem no vácuo.
  - b. A radiação, pois esta apenas ocorre em meios materiais.
  - c. A convecção e a condução, pois estas apenas ocorrem em materiais sólidos.
  - d. A condução, pois esta ocorre apenas no vácuo.
  
2. (UNICAMP, 2016) Um isolamento térmico eficiente é um constante desafio a ser superado para que o homem possa viver em condições extremas de temperatura. Para isso, o entendimento completo dos mecanismos de troca de calor é imprescindível. Em cada uma das situações descritas a seguir, você deve reconhecer o processo de troca de calor envolvido.
  - I. As prateleiras de uma geladeira doméstica são grades vazadas, para facilitar fluxo de energia térmica até o congelador por [...]
  - II. O único processo de troca de calor que pode ocorrer no vácuo é por [...].
  - III. Em uma garrafa térmica, é mantido vácuo entre as paredes duplas de vidro para evitar que o calor saia ou entre por [...].

Na ordem, os processos de troca de calor utilizados para preencher as lacunas corretamente são:

- a. Condução, convecção e radiação.
- b. Condução, radiação e convecção.
- c. Convecção, condução e radiação.
- d. Convecção, radiação e condução.

Respostas: 1-a, 2-d.