

Paradoxo da densidade

Um pouco de história

A ideia de que a densidade pode variar com as alterações de temperatura foi aplicada em diversos dispositivos, porém o mais conhecido dentre eles é o chamado “termómetro de Galileu”, que foi criado entre 1657 e 1667, por um grupo de técnicos e académicos da *Accademia del Cimento*, em Florença. Neste dispositivo, as variações de densidade com o aumento ou diminuição da temperatura fazem, com que um conjunto de ampolas boiem ou afundem de acordo com as condições térmicas do meio envolvente.

Material/ Reagentes

- Dois objetos cilíndricos de “plástico” com ganchos de alumínio
- Dois gobelés (300 mL)
- Água da torneira
- (Detergente)
- Vidro de relógio

Montagem

Procede tal como indicado na **figura 1**, seguindo as seguintes instruções:

- Dispõe dois gobelés paralelamente um ao outro e com auxílio de um marcador, numera os respetivos recipientes.
- No gobelé 1 introduz uma porção de água “**quente**”.
- No gobelé 2, introduz uma porção de água “**gelada**”.
- Coloca os dois objetos cilíndricos num vidro de relógio.



Figura 1 – Montagem experimental

Exploração

Parte I:

- Mergulha um dos objetos no interior do gobelé 1 e observa.
- Após cerca de 60 s regista quaisquer variações observadas.

Parte II:

- Mergulha o outro objeto no interior do gobelé 2 e observa.
- Após cerca de 60 s regista quaisquer variações observadas.

(Sugestão 1: Às vezes, a tensão superficial da água poderá fazer com que os objetos flutuem, quando seria de esperar que eles afundassem. Uma das possibilidades de evitar esse efeito é empurrar ligeiramente o objeto para baixo da superfície do líquido. Em alternativa, poder-se-á diminuir o valor da tensão superficial, colocando uma pequena quantidade de detergente na água).

(Sugestão 2: Omitir aos alunos que a água da torneira contida em ambos os gobelés, se encontra a temperatura diferente. Dessa forma, irá propiciar-se um ambiente aberto à discussão).

- 1. Sabendo que os cilindros de “plástico” são iguais, não seria de esperar um comportamento semelhante em I e II?**
- 2. Como podemos explicar cientificamente as alterações ocorridas em cada uma das partes da experiência, após decorridos aproximadamente os 60 segundos?**

O que aconteceu?

O princípio subjacente a esta experiência consiste na aplicação de conhecimentos adquiridos em níveis de ensino iniciais, que nos indicam que um objeto flutua quando a sua densidade é inferior à densidade do líquido, e afunda quando a sua densidade é superior.

As alterações verificadas em ambas as partes da experiência prendem-se com o facto do cilindro de “plástico” apresentar uma densidade variável com a temperatura da água, na qual se encontra mergulhado. (Este objeto de “plástico” é uma exceção à regra, uma vez que na maioria dos sólidos a densidade muda muito pouco com as mudanças de temperatura – muito menos do que os líquidos).

Parte I:

- Quando se mergulhou o objeto na água “quente”, este afundou e passados cerca de 60 s voltou a emergir à superfície, acabando por boiar.

Parte II:

- Quando se mergulhou o cilindro na água “gelada”, este flutuou e passados cerca de 60 s afundou.

Mais concretamente...

Comparando as observações podemos inferir que a água “gelada” é mais densa que a água “quente”.

Parte I:

- Na primeira situação o cilindro afundou porque apresenta uma densidade superior à da água.
- O cilindro recebeu energia por calor e expandiu-se.

1. Será que a sua massa também aumentou?

2. O que sucedeu à densidade do cilindro, quando “aquecido”?

- Após cerca de 60 s a densidade do cilindro torna-se menor que a água e então ele flutua.

Parte II:

- Na segunda situação o cilindro flutuou porque apresenta uma densidade inferior à da água.
- Como estava a uma temperatura superior à da água, o cilindro transferiu energia por calor e contraiu, pelo que o seu volume diminuiu.

1. Será que a sua massa também diminuiu?

2. O que sucedeu à densidade do cilindro, quando mergulhado em água “gelada”?

- Após cerca de 60 s a densidade do cilindro torna-se maior que a da água e então ele afunda.