

### Saúde e segurança

O ferrofluido deve ser manuseado com cuidado e não deve ser agitado. Os tubos de ensaio não devem ser abertos. Se o tubo que contém o ferrofluido se quebrar, não deite o líquido no esgoto. Os resíduos devem ser tratados da mesma forma que os óleos de motor.

Em caso de contacto com a pele, lave com água e sabão abundantes.

O ferrofluido que está no interior do tubo de ensaio é inflamável.

### O que acontece?

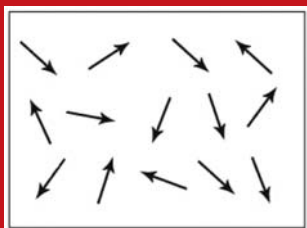
Esta actividade pretende mostrar como as propriedades da matéria podem mudar à nanoescala.

O ferrofluido é uma suspensão coloidal de nanocristais de magnetite, pequenos ímanes cujas dimensões são aproximadamente 10 nm. Os cristais estão cobertos por uma camada de um material especial, chamado surfactante, que evita a aproximação de outras partículas de magnetite e a aglutinação de todo o ferrofluido numa massa sólida única.

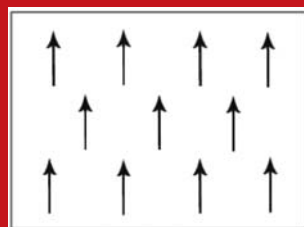
Quando não existe nenhum íman por perto, as partículas do ferrofluido movem-se livremente no líquido. No entanto, quando é aplicado um campo



magnético externo, as nanopartículas, que inicialmente estavam dispostas aleatoriamente, alinham-se imediatamente com as linhas do campo. Assim, o ferrofluido é um material líquido que tem propriedades sólidas quando submetido a um campo magnético. No entanto, não é um íman líquido! Quando o íman é removido, as partículas perdem a sua magnetização e o ferrofluido comporta-se novamente como um líquido não magnético. Este comportamento é chamado de superparamagnetismo. A areia de magnetite, por outro lado, permanece magnetizada depois de se afastar o íman.



Na ausência de um campo magnético, as nanopartículas do ferrofluido estão orientadas aleatoriamente, e este comporta-se como um líquido não magnético.



Na presença de um campo magnético, todas as nanopartículas ficam alinhadas e o ferrofluido torna-se magnético

↑  
sentido do campo  
magnético

## Aplicações

Criar um ferrofluido não é tão simples como misturar pequenas partículas num líquido. Em primeiro lugar, as nanopartículas do ferrofluido são tão pequenas que não podem ser criadas dividindo ou raspando um material magnético. Pelo contrário, são formadas dentro da própria solução, por precipitação. Os ferrofluidos foram originalmente desenvolvidos na década 1960, no Centro de Investigação da NASA, onde cientistas estudavam possíveis formas de controlar líquidos (especialmente combustíveis) no espaço. Na ausência de gravidade um material líquido não pode permanecer num copo ou ser transferido de um recipiente para outro! Os cientistas conseguiram sintetizar um novo tipo de líquido que podia ser controlado através da aplicação de um campo magnético.

As propriedades do ferrofluido tornam-no útil para muitas aplicações diferentes. O ferrofluido é utilizado nas

juntas das unidades de discos rígidos de computadores e noutros motores de rotação. O ferrofluido também é utilizado em altifalantes para amortecer as vibrações. No futuro, o ferrofluido poderá ser usado para produzir medicamentos, usando campos magnéticos para transportar o ferrofluido e o medicamento para um local específico do organismo. Utilizando electroímãs e sensores, pode-se controlar a viscosidade do ferrofluido de forma dinâmica: esta propriedade é utilizada, por exemplo, em amortecedores de carros desportivos.

Alguns organismos vivos utilizam nanocristais de magnetite. Durante a migração, as trutas conseguem orientar-se usando cristais de magnetite alojados em células especiais, que

estão em contacto com o seu sistema nervoso central, e que funcionam como uma bússola. A bactéria *Magnetotacticum bavaricum* consegue produzir nanocristais de magnetite.



## Ideias para esta actividade

- Pode começar por perguntar aos participantes qual parece ser a diferença entre os materiais no interior dos dois tubos e o que pensam ser o ferrofluido.
- Incentive os participantes a imaginar possíveis aplicações para o ferrofluido.

## Objectivos de aprendizagem

- Compreender o conceito de magnetismo.
- Compreender que a matéria pode apresentar comportamentos diferentes à nanoescala e à macroescala.