

Assim como o Ceará se orgulha de ter emprestado seu céu para a comprovação do desvio da luz pelo Sol prevista pela teoria da relatividade geral, também Minas Gerais contribuiu de modo fortuito para o

desenvolvimento do ferromagnetismo pela altíssima qualidade de seus minerais.

Nelson Studart
Departamento de Física,
Universidade Federal de S. Carlos

Para a história do magnetismo, ver o artigo de S.T. Keith and P. Quédec, "Magnetism and Magnetic Materials", in *Out of the Crystal Maze*, L. Hoddeson, E. Braun, J. Teichmann and S. Weart (orgs), Oxford, Nova York (1992). Sobre o magnetismo no Brasil, ver Sérgio M. Resende, Revista Brasileira de Ensino de Física **22**, 293 (2000).



Bic: Um Ludião que Funciona

Quando o assunto densidade é abordado no Ensino Fundamental ou no Ensino Médio, uma das correlações que podem ser feitas pelo professor consiste em discutir o funcionamento dos submarinos, no que tange ao seu mecanismo de afundar ou flutuar, comandado respectivamente pelo enchimento e pelo esvaziamento de seus tanques de lastro. Com o auxílio de um ludião pode-se ilustrar experimentalmente como isto acontece.

Embora a montagem de um ludião geralmente seja simples e existam várias sugestões de construção, eles nem sempre funcionam a contento, frustrando alunos e professores. Aqui propomos uma montagem que utiliza o corpo de uma caneta esferográfica BIC e dois cliques para ajustar a sua flutuabilidade e verticalidade (Fig. 1). O conjunto funciona dentro de uma embalagem PET transparente, com capacidade para dois litros, completamente cheia de água e com a tampa fechada.

Além da facilidade de montagem e certeza de funcionamento, este ludião tem outra interessante característica didática: permite visualizar o que ocorre em seu interior.

Montagem experimental

Do corpo da caneta deve-se retirar o conjunto (tubo + ponta) que contém a tinta. O orifício lateral ("respiro") deve ser vedado usando fita adesiva. A tampinha que veda a parte superior deve ser mantida. Em seguida, encaixa-se na

extremidade aberta do tubo dois cliques, de modo que o conjunto flutue quando colocado no interior da garrafa com água.

Temos verificado que a utilização de um clipe número dois (2/0) e outro número três (3/0), possibilita o funcionamento controlável do ludião, sem que seja necessário apertar a embalagem com força de grande intensidade.

Empregando-se dois cliques número três, a sensibilidade do conjunto aumenta bastante, necessitando-se de uma força de menor intensidade para que o ludião se movimente. Esta é a montagem mais adequada quando os alunos são crianças.

Execução da demonstração

Pelo fato da embalagem PET ser deformável, quando ela é pressionada com as mãos a pressão adicional exercida distribui-se pelo líquido todo (Princípio de Pascal) e também afeta o volume de ar contido no ludião que flutua dentro dela, uma vez que sua parte inferior não é vedada.

Apertando-se a garrafa cheia de água, a pressão adicional "empurra" um pouco da água para dentro do ludião, diminuindo o volume da bo-

lha de ar existente no seu interior. Este fato é perfeitamente observável durante a operação.

A água que penetra no ludião funciona como o lastro do submarino, aumentando seu peso total e fazendo que ele afunde.

O ludião começa a afundar quando a sua densidade média torna-se um pouco maior do que a da água. Isto ocorre porque a água que penetrou no ludião aumenta sua massa, mas não interfere em seu volume externo.

O controle da água que penetra no ludião é feito por meio da pressão que se faz na embalagem. Controlando a pressão aplicada, a densidade média do ludião pode tornar-se maior, menor ou igual que a da água, possibilitando que ele desça, suba ou se mantenha nivelado em qualquer profundidade

Conclusão

A montagem proposta funciona muito bem e é suficientemente simples para ser usada no tempo de duração de uma aula tradicional. Ela permite discutir a influência da densidade do meio de imersão e dos materiais constituintes dos corpos na sua flutuabilidade e também explorar o conceito de empuxo (Princípio de Arquimedes).

Jorge Roberto Pimentel
Departamento de Física,
Universidade Estadual Paulista,
Rio Claro

Paulo Yamamura
Fundunesp,
Universidade Estadual Paulista, São Paulo

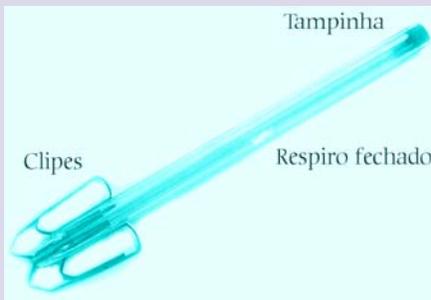


Figura 1: O ludião BIC.