



Figura 1 - Disco rígido aberto e disco de alumínio.

# Um dispositivo para demonstrar a **levitação magnética**

CARLOS SARAIVA  
ESCOLA EB 2, 3 DE VILA FRANCA DAS NAVES

O FENÓMENO DA SUPERCONDUTIVIDADE FOI DESCOBERTO EM 1911 PELO FÍSICO HOLANDÊS HEINE KAMERLING ONNES, QUE CONSEGUIU LIQUEFAZER O HÉLIO A 4 K PARA ARREFECER O MERCÚRIO E VERIFICOU QUE A SUA RESISTÊNCIA ELÉCTRICA ERA NULA A ESSA TEMPERATURA. A SUPERCONDUTI-

VIDADE DESPOLETOU UM ENORME INTERESSE NA COMUNIDADE CIENTÍFICA. OS SUPERCONDUTORES SÃO USADOS EM APARELHOS DE DIAGNÓSTICO MÉDICO (IMAGIOLOGIA POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA) E NOS ACELERADORES DE PARTÍCULAS, ONDE É NECESSÁRIO OBTER CAMPOS MAGNÉTICOS MUITO INTENSOS.

carlos.saraiva1@gmail.pt

6420-707, Vila Franca das Naves

No futuro, poderão ser utilizados no transporte de energia, evitando as perdas térmicas (efeito Joule), e na construção de computadores ultra-rápidos. Com a descoberta de materiais cerâmicos que se tornam supercondutores, usando o azoto líquido, que é fácil de manipular, como refrigerante (a 77 K), é possível demonstrar o fenómeno da levitação magnética em qualquer escola [1]. A suspensão de um íman de Neodímio-Ferro-Boro sobre um material supercondutor é uma clássica e espectacular demonstração deste fenómeno [2,3]. Há empresas de material didáctico que vendem kits para simular a levitação magnética [4] e na internet há sítios em que é possível visualizar o fenómeno [5]. Actualmente, é possível levitar objectos do dia-a-dia, como por exemplo: sapos, morangos, etc [6]. A levitação magnética também pode ser obtida com um anel metálico (geralmente cobre ou alumínio) colocado no secundário de um transformador. Este aparelho é conhecido na literatura por "Jumping Ring" [7] ou "Anel de Thomson" [8] porque foi construído pelo professor Elihu Thomson em 1887. Ao ligar o enrolamento primário a uma fonte de tensão alternada, a variação do fluxo no núcleo do ferro vai induzir uma corrente no anel metálico. De acordo com lei de Lenz, esta corrente opõe-se à causa que lhe deu origem, e vai produzir um campo magnético repulsivo entre o primário e o anel, o que explica a levitação.

Uma explicação mais detalhada deste fenómeno pode ser consultada na literatura [9]. Outra forma de obter a levitação magnética é colocar um íman por cima de um disco metálico em movimento [10]. Neste artigo, vou explicar como se pode construir um dispositivo para verificar este efeito, usando um computador obsoleto.

## CONSTRUÇÃO DO DISPOSITIVO

O disco rígido do computador foi aberto para aproveitar o seu motor. Retirou-se o disco que "guarda" a informação e adaptou-se o disco de alumínio (Fig. 1).

O íman foi colado numa extremidade da régua e na outra foi colocado um contrapeso que se pode mover para a equilibrar. Colou-se um tubo de PVC na parte média da régua. O veio fixou-se a um suporte de madeira e introduziu-se no tubo.

## DEMONSTRAÇÃO

O íman foi colocado por cima do disco de alumínio, perto da sua periferia, e o contrapeso foi regulado

### MATERIAL NECESSÁRIO

Disco rígido de um computador em desuso com respectiva fonte de alimentação  
Placa de alumínio que se cortou para obter um disco  
Íman de Neodímio (Nd), Ferro (Fe) e Boro (B) (retirado do disco rígido)  
Veio de metal  
Régua de plástico, madeira, parafusos, tubo de PVC e cola

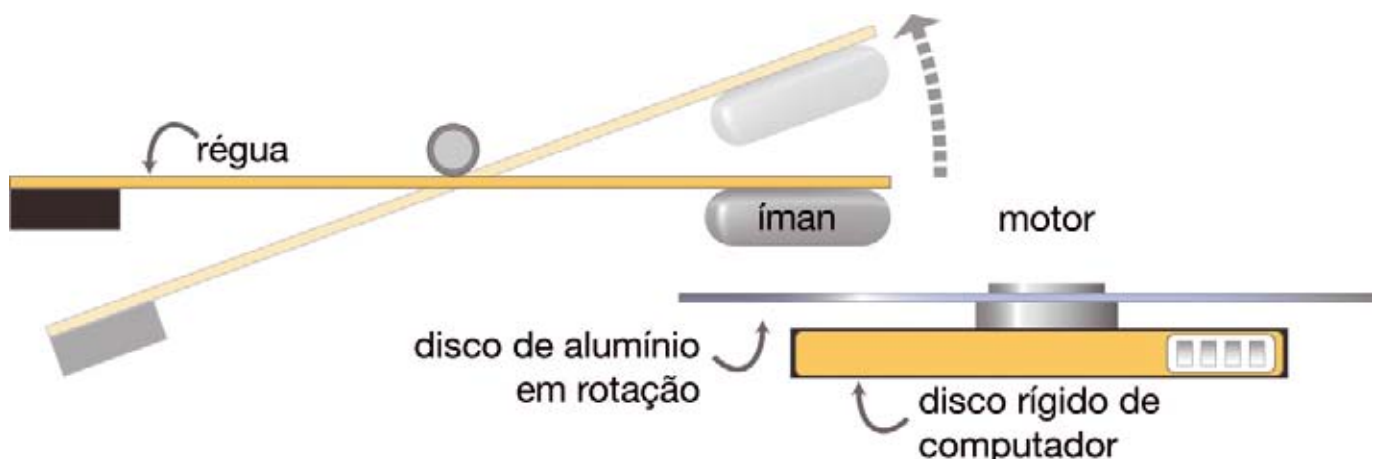


Figura 2 – Esquema do dispositivo.



Figura 3 - Levitação magnética.

para que a régua se mantenha na horizontal. Com o motor do disco rígido desligado a régua não se movimenta. Ao ligar o motor, o disco de alumínio roda, o íman é repellido e a régua sofre inclinação. O dispositivo está esquematizado na Fig. 2, e na Fig. 3 pode ver-se uma fotografia. Com um dedo, ao tentar aproximar o íman do disco, verifica-se que há uma força magnética. É conveniente repetir a demonstração com um disco de material não condutor, por exemplo, de plástico. Neste último caso, os alunos podem concluir que não há levitação magnética.

A inclinação (desvio) do íman depende da intensidade do campo magnético e da velocidade angular do disco. Este efeito é usado em velocímetros de veículos para medir o valor da velocidade.

### EXPLICAÇÃO

Ao rodar o disco de alumínio na presença do íman, o fluxo magnético varia e surge uma força electromotriz induzida (Lei de Faraday). As correntes induzidas pelo íman criam no disco um campo magnético que vai opor-se ao campo do íman (Lei de Lenz). O íman fica sujeito a uma força magnética repulsiva (oposta ao seu peso) que o faz levitar (Fig. 3). As correntes induzidas em massas metálicas são geralmente designadas por correntes de Foucault ou correntes de remoinho (*eddy currents*).

### TRAVAGEM MAGNÉTICA

Pode fazer-se uma outra demonstração com o mesmo

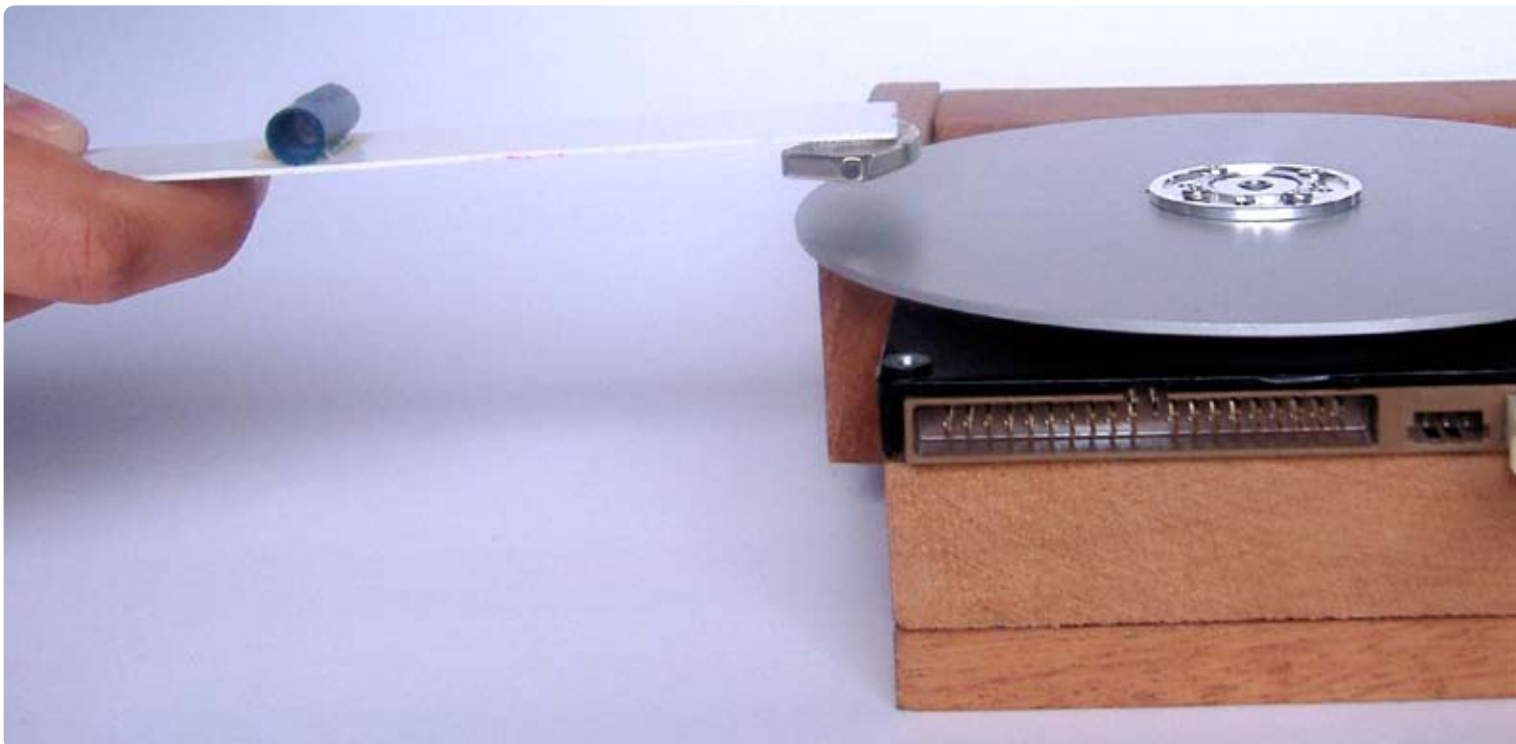


Figura 4 - Travagem do disco de alumínio por acção magnética.

dispositivo, para simular a travagem de peças metálicas por acção de campos magnéticos [11]. Para isso, ligar o motor e esperar que atinja uma velocidade uniforme. De seguida desligá-lo e contar o tempo que demora a parar (demorou aproximadamente 16 segundos). Repetir o procedimento anterior, mas depois de o desligar, aproximar o íman da sua periferia (Fig. 4) e contar novamente o tempo que demora a parar (demorou apenas 3 segundos!). Quando o disco

se movimenta, há regiões que ficam sujeitas a um aumento de fluxo magnético, e outras em que se verifica uma diminuição. O íman induz correntes eléctricas no disco de alumínio em movimento que obedecem à lei de Lenz. Devido à interacção entre as correntes induzidas e o campo magnético do íman, o disco vai parar.. A travagem magnética tem várias aplicações práticas [12,13].

## CONCLUSÃO

Este dispositivo pode ser apresentado aos alunos como ponto de partida para pesquisa e aprofundamento do fenómeno da levitação magnética. Na rubrica “Física em acção” do programa do 12º ano [14], sugere-se que os alunos investiguem o fundamento físico do funcionamento deste fenómeno. Pode também ser utilizado no ensino secundário para leccionar a “Indução Electromagnética” (Leis de Faraday e de Lenz).

Os manuais escolares são uma fonte importante de informação tanto para professores como para alunos e reflectem a pedagogia e os métodos de ensino da época [15]. Os manuais de Física actualmente adoptados no 12º Ano fazem referência à levitação magnética mas não propõem qualquer demonstração do fenómeno. A divulgação deste artigo permite que nas escolas seja possível, com recurso a materiais do dia-a-dia, simular este fenómeno de relevância social e tecnológica [16] e de investigação científica muito actual. A levitação magnética é o princípio do funcionamento utilizado em comboios de alta velocidade. Estes comboios

– designados por Maglev – já são usados no Japão e na Alemanha. Os campos magnéticos muito intensos fazem levantar o comboio, não existindo contacto com os carris, o que elimina o atrito, permitindo atingir velocidades da ordem dos 500 km/h [17]. É importante salientar que para realizar esta demonstração é conveniente usar ímanes de Neodímio-Ferro-Boro (Ne-Fe-B) porque criam campos magnéticos bastante intensos e utilizar um motor que rode com uma grande velocidade. O motor do disco rígido roda com 7200-rpm e o íman de Neodímio-ferro-boro (aproveitado do disco duro) cria um campo magnético da ordem dos 0.2 T [18], o que permite realizar esta demonstração. Os ímanes de aço magnetizado usados em laboratórios escolares ou os ímanes de frigoríficos criam campos magnéticos muito menores.

## Referências:

- [1] Fernanda Ostermann e Letícia Ferreira, “Preparing teachers to discuss superconductivity at high school level: a didactic approach”, *Physics Education* 41(1), 34-41, (Jan. 2006).
- [2] Masayoshi Wake, “Floating magnet demonstration”, *The Physics Teacher* 28, 395-397 (1990).
- [3] P. J. Ouseph, “Levitation of a magnet over a superconductor”, *The Physics Teacher* 28, 205-209 (1990).
- [4] <http://www.leybold-didactic.de/phk/produkte.asp>  
<http://www.wondermagnet.com/superconductor.html>  
<http://www.arborsci.com/detail.aspx?ID=700>  
<http://www.futurescience.com/sc.html>  
<http://www.sciencekit.com/search.asp?t=ss&ss=levitation&c=0>
- [5] <http://www.youtube.com/watch?v=0vKrkhilXns>
- [6] <http://www.hfml.ru.nl/levitation-movies.html>
- [7] Jonathan Hall, “Forces on the jumping ring”, *The Physics Teacher* 35, 80-83 (1997).
- [8] Arthur. R. Quinton, “The ac repulsion demonstration of Elihu Thomson”, *The Physics Teacher* 17(1) 40-42 (1979).
- [9] E. J. Churchill e J. D. Noble, “A demonstration of Lenz’s Law?”, *American Journal of Physics* 39, 285-287 (Mar. 1971); D. J. Sumner e A. K. Thakkrar, “Experiments with a ‘jumping ring’ apparatus”, *Physics Education* 7(4), 238-242 (Maio 1972); P. Ford e R. Sullivan, “The jumping ring experiment revisited”, *Physics Education* 26(6), 380-382 (Nov. 1991).
- [10] Thomas D. Rossing e Jonh R. Hull, “Magnetic Levitation”, *The Physics Teacher* 29, 552-562 (1991).
- [11] Carlos Saraiva, “Demonstrating Lenz’s Law with recycled materials”, *The Physics Teacher* 44,182-183 (2006).
- [12] Carlos Saraiva, “Uma demonstração simples de correntes induzidas em massas metálicas”, *Gazeta de Física* 27(1), 43-45 (2004).
- [13] Carlos Saraiva, “A simple way to teach magnetic braking”, *Physics Education* 42(3), 330-331 (Jul. 2007).
- [14] Esmeralda Cardoso et al., *Projecto de Programa da Disciplina de Física 12º ano, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - Departamento do Ensino Secundário* (2004).
- [15] Carlos Saraiva, Isabel Malaquias e Manuel Almeida Valente, “O electromagnetismo nos manuais de física liceais entre 1855 e 1974”, *Gazeta de Física* 30(2), (2007).
- [16] Ana Serra, Jaime Figueiredo e Diogo Archer, “Metro voador”, *Revista Única do Expresso*, 40-41 (Out.2004).
- [17] Colin Gough, “High temperature superconductors take off”, *Physics Education* 33, 38-46 (1998).
- [18] Carlos Saraiva, “A simple demonstration of Lenz’s Law”, *Physics Education* 41, 288 (2006).