

Levitação e magnetismo

Física

Enviado por: _fernandazacarias@seed.pr.gov.br

Postado em:01/06/2015

Por Beto Pimentel O projeto brasileiro do MagLev, trem de passageiros que funciona por meio da tecnologia de levitação magnética, envolve importantes conceitos de física. Professor explica na CH os fenômenos que permitem a esse veículo se mover sem tocar nos trilhos. “Wingardium leviosa”, o encanto da levitação, é uma das primeiras magias que os alunos de Hogwarts aprendem a conjurar na famosa série de livros que narra as aventuras do aprendiz de bruxo Harry Potter. Mas, no mundo dos ‘trouxas’ (o mundo real), levitar requer um pouco mais de engenho: é preciso exercer alguma força de baixo para cima naquilo que se quer fazer levitar, compensando a força da gravidade. Um livro pousado sobre uma mesa está levitando: como ele não a atravessa nem sobe em direção ao teto, seu peso, então, está sendo compensado por outra força, para cima, de mesma intensidade, a qual denominamos ‘normal’. Porém, a real natureza da força ‘normal’ é a repulsão entre cargas elétricas de mesmo sinal. Quando a atração gravitacional puxa o livro em direção à mesa, os elétrons das camadas externas dos átomos da superfície do livro repelem e são repelidos pelos elétrons das camadas mais superficiais da mesa. E é essa repulsão simultânea de ‘zilhões’ de elétrons que constitui a força normal. Assim, o livro efetivamente flutua sobre um ‘colchão’ de elétrons. A força elétrica cai com o quadrado da distância; por isso, tanto a repulsão entre os prótons (positivos) do livro e aqueles da mesa quanto a atração entre os prótons de um corpo e os elétrons do outro são insignificantes para compor a força ‘normal’, pois essas cargas estão separadas por ‘grandes’ distâncias: em média, um núcleo é 100 mil vezes menor que o átomo. Além da repulsão eletrostática entre os elétrons, entra em cena também o princípio de exclusão de Pauli – homenagem ao físico austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958). Esse princípio da mecânica quântica (teoria que lida com os fenômenos atômicos e subatômicos) proíbe que os elétrons do livro e os da mesa ocupem o mesmo estado – dito de forma simples, impede que ocupem ‘o mesmo lugar no espaço’ –, dando origem a outra força repulsiva de curto alcance entre os elétrons. Mas o livro não levita ‘de verdade’, certo? De fato, não. Se assim fosse, nosso cotidiano estaria repleto de levitação, até ao caminharmos pela rua! Trata-se apenas do que chamamos forças ‘de contato’. Algo semelhante dá origem ao atrito. Ao empurrarmos o livro para um lado, percebemos que é preciso fazer uma força para vencer o atrito com que os elétrons da superfície microscopicamente irregular da mesa tentam empurrá-lo de volta à posição original. Levitação... de verdade Então, para fazer um corpo levitar de verdade (sem aspas), precisaríamos elevá-lo a uma distância considerável – pelo menos, alguns milímetros –, para ficarmos livres do atrito com a superfície. Aí, sim, ao aplicarmos nele uma pequena força, ele se movimentaria sem atrito – e a única limitação seria a resistência do ar, relevante só para grandes velocidades. Mas como obter aquela elevação? Poderíamos, por exemplo, amplificar a repulsão eletrostática: se a carga elétrica (de mesmo sinal) de dois corpos for suficientemente grande, a força de repulsão entre eles faria um deles levitar sobre o outro. Porém, qualquer contato acidental poderia descarregar um dos corpos, diminuindo ou eliminando a força e, assim, interrompendo a levitação. Além disso, para valores

muito altos de carga, o próprio ar passaria a conduzir eletricidade, e surgiriam pequenas (ou grandes!) centelhas, que drenariam a carga dos corpos eletrizados, cessando o efeito. Um modo mais seguro de obter o mesmo resultado seria usar, em vez da força elétrica, a força magnética. Nos ímãs, polos de mesma natureza se repelem, e polos opostos se atraem. E, se a intensidade dessa repulsão for grande, um ímã pode fazer o outro levitar. Há, claro, um problema de estabilidade: qualquer pequeno desvio do alinhamento entre os dois ímãs destruiria o equilíbrio. Mas isso pode ser resolvido com arranjos estáveis de vários ímãs, como comprovam os vários trens de levitação magnética atualmente em operação no mundo, inclusive no Brasil. De fato, nem seria necessário usar dois ímãs. Bastaria um ímã e, por exemplo, um bloco de material ferromagnético, pois o campo magnético do ímã magnetizaria o material, transformando-o em um segundo ímã (figura 1). O problema, nesse caso, é que a força entre ambos seria atrativa. Portanto, para que houvesse levitação, o material ferromagnético teria que estar por baixo do ímã, em vez de por cima. Materiais diamagnéticos — que são repelidos por campos magnéticos — também poderiam ser alinhados para produzir a levitação, pois a magnetização os transformaria em um “ímã invertido”, levando à repulsão magnética. Porém, em geral, isso requer campos magnéticos muito intensos. Eletroímãs e supercondutores Os chamados eletroímãs também permitem gerar levitação. Quando um fio condutor é percorrido por uma corrente elétrica, ele cria em torno de si um campo magnético. Se o fio for enrolado, formando uma ou mais espiras, as linhas do campo magnético se assemelham às de um ímã permanente — daí, o termo eletroímã. Dependendo do sentido em que a corrente percorre a espiral, o polo norte é produzido em um ou em outro lado da espiral (figura 2). Usando esse efeito, cientistas holandeses já fizeram levitar um sapo e outros bichos pequenos, pois a água do corpo dos animais é formada por moléculas polares, que apresentam comportamento diamagnético. Mas, para isso, é preciso campos magnéticos imensos, ou seja, correntes elétricas muito altas percorrendo as espirais. O uso de materiais supercondutores — que se comportam como diamagnéticos ideais — possibilita a levitação com campos magnéticos comparativamente baixos. O problema, no entanto, é manter o supercondutor a temperaturas muitíssimo baixas (cerca de -200°C !). Uma coisa é fazer levitar. Outra, porém, é mover o trem. A solução engenhosa para o problema é o motor de indução linear. A ideia básica consiste em manipular o sentido da corrente elétrica dos eletroímãs colocados ao longo dos trilhos. Cada um desses eletroímãs ora atrai um ímã preso ao trem — quando o ímã se aproxima dele —, ora o repele — quando o ímã acaba de passar por ele. Desse modo, o trem é continuamente impelido para a frente. É, sem dúvida, uma sincronia complexa, mas é só uma questão de manipular convenientemente as correntes nos eletroímãs. Esse tipo de arranjo — usado, por exemplo, para puxar para cima os carrinhos de montanhas-russas modernas — permite controlar a corrente nos eletroímãs, para atingir não só forças de tração intensas, mas também grandes acelerações. A Nasa (agência espacial dos EUA) já está testando um foguete cujo primeiro estágio seria substituído por um sistema semelhante, barateando o lançamento de grandes cargas para o espaço. Esta notícia foi publicada em 28/05/2015 no site www.cienciahoje.uol.com.br. Todas as informações contidas são de responsabilidade do autor.