

SUGESTÕES DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

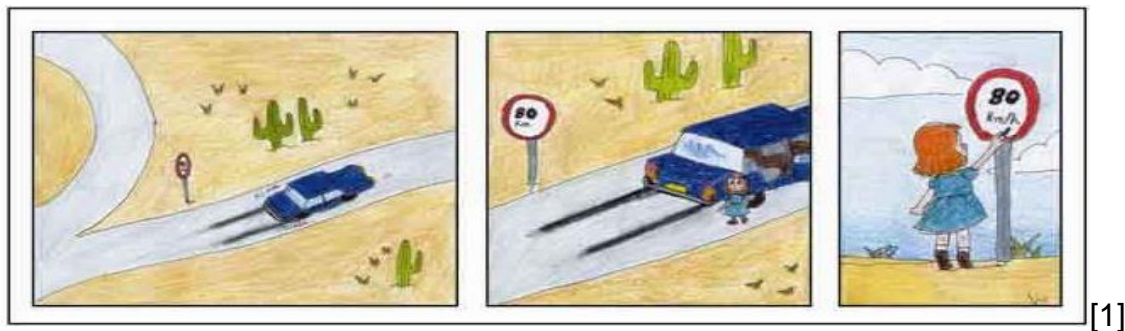
Aprestamos algumas sugestões de atividades para a realização de experimentos simples que podem ser usados para materializar os conteúdos de Física apresentados aos alunos.

Tais sugestões não devem ser entendidas como processo de ensino fechado, mas como uma possibilidade de construção de atividades experimentais em harmonia com as necessidades de concepção dos alunos.

ÍNDICE

Velocidade Média	04
Foguete de Balão	07
Transformações e transferências de energia	13
Experiências relacionadas com a pressão atmosférica: Placas de Magdeburg	24
Condução Térmica de Calor	30
Porque um balão sobe na atmosfera	33
Ebulidor de Franklin	38
Espelhos Planos	41
O Disco de Newton	46
Eletroímã e a experiência de Oersted	49

VELOCIDADE MÉDIA



1 – INTRODUÇÃO [2]

No trânsito das cidades e rodovias nos deparamos com sinalizações que orientam acerca da velocidade máxima permitida para tráfego em determinadas ruas e estradas. O desrespeito a essas leis podem gerar multas e punições legais permitidas pelo código de trânsito brasileiro. Mas como é possível saber a velocidade de um automóvel, se situado fora do veículo não podemos observar o seu velocímetro? A velocidade média de um veículo é calculada levando em conta o espaço percorrido e o tempo levado para percorrer tal espaço. Ao dividirmos espaço por tempo obtemos a velocidade média do veículo.

Existe em sistema (radares fixos ou móveis) que calcula a velocidade média do veículo em determinados trechos, ele funciona da seguinte forma: duas marcações - A e B - são feitas num trecho muito curto, o sistema marca o tempo que o veículo leva para ir de A até B. Dividindo a distância de A até B pelo tempo que o móvel levou para percorrer tal espaço, obtemos a velocidade média do veículo no percurso. Os radares possuem câmeras que registram os atos infracionais através de fotos digitais, flagrando o infrator no momento da transgressão.

2 – EXPLICAÇÃO DO EXPERIMENTO [3]

A velocidade média v_m é determinada pela razão entre o espaço percorrido ΔS por um móvel e o intervalo de tempo Δt necessário para percorrê-lo:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

onde $\Delta S = S - S_0$ e $\Delta t = t - t_0$. S e S_0 são, respectivamente, as posições final e inicial, e t e t_0 os tempos final e inicial.

Quando o movimento ocorre no sentido da trajetória a velocidade média é positiva, pois nesse caso a variação do espaço ΔS também é positiva. Nesse caso o movimento é progressivo. Se o movimento ocorre no sentido oposto ao da trajetória a velocidade média v_m é negativa, pois a variação do espaço também é negativo. Nesse caso o movimento é retrógrado.

3 – OBJETIVO

Estudar experimentalmente o conceito de velocidade média.

4 – MATERIAIS

- 1 giz
- 1 trena ou fita métrica
- 1 cronômetro
- 1 carrinho elétrico (movido a pilha, por exemplo)

5 – EXPERIMENTO [3]

Com o giz faça duas marcas no chão, de modo a delimitar uma distância entre elas. Com a trena meça essa distância. Ligue o carrinho elétrico e, o cronometro, marque o tempo que o mesmo demora para percorrer essa distância. Repita algumas vezes o mesmo procedimento e determine a velocidade média do carrinho no percurso.



Figura 1 – Kit experimental: Velocidade Média. Fonte: Elaborada pelo autor

6 – REFERÊNCIAS

[1] Disponível em: <http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhasmenu/porassumto/analise.htm>. Acesso: 05/04/2015.

[2] Disponível em: <http://www.brasilecola.com/matematica/equacoes-no-calculo-velocidade-media-um-veiculo .htm>. Acesso: 05/04/2015.

[3] PERUZZO, J. *Experimentos de Física Básica: Mecânica*. Editora Livraria da Física. São Paulo, 2012.

FOGUETE DE BALÃO



[1]

1 – Histórico [2]

Isaac Newton (25 de dezembro de 1642 – Calendário Juliano, equivalente a 4 de Janeiro de 1643 no Calendário Gregoriano — 31 de março de 1727) foi um cientista inglês, mais reconhecido como físico e matemático, embora tenha sido também astrônomo, alquimista, filósofo natural e teólogo. Sua obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, é considerada uma das mais influentes na história da ciência. Publicada em 1687, esta obra descreve a lei da gravitação universal e as três leis de Newton, que fundamentaram a mecânica clássica.

Ao demonstrar a consistência que havia entre o sistema por si idealizado e as leis de Kepler do movimento dos planetas, foi o primeiro a demonstrar que os movimentos de objetos, tanto na Terra como em outros corpos celestes, são governados pelo mesmo conjunto de leis naturais. O poder unificador e profético de suas leis era centrado na revolução científica, no avanço do heliocentrismo e na difundida noção de que a investigação racional pode revelar o funcionamento mais intrínseco da natureza.

Newton construiu o primeiro telescópio refletor operacional e desenvolveu a teoria das cores baseada na observação que um prisma decompõe a luz branca em várias cores do espectro visível. Ele também formulou uma lei empírica de resfriamento e estudou a velocidade do som. Além de seu trabalho em cálculo infinitesimal, como matemático Newton contribuiu para o estudo das séries de potências, generalizou o teorema binomial para expoentes não inteiros, e desenvolveu o método de Newton para a aproximação das raízes de uma função, além de muitas outras contribuições importantes.

Também dedicou muito de seu tempo ao estudo da alquimia e da cronologia bíblica, mas a maior parte de seu trabalho nessas áreas permaneceu não publicada até muito tempo depois de sua morte. Em uma pesquisa promovida pela Royal Society, Newton foi considerado o cientista que causou maior impacto na história da ciência. De personalidade sóbria, fechada e solitária, para ele, a função da ciência era descobrir leis universais e enunciá-las de forma precisa e racional.

2 – Introdução

Se um corpo estiver em repouso, ele, por inércia, tende a continuar parado e só sob a ação de uma força é que poderá sair deste estado; se um corpo estiver em movimento, sem que nenhuma força atue sobre ele, o corpo tende, por inércia, a se mover em linha reta como velocidade constante. Será necessária uma força para aumentar ou diminuir sua velocidade ou para fazê-lo desviar-se para um lado para outro. A figura 1 ilustra situações em que a inércia representa um papel importante. [4]

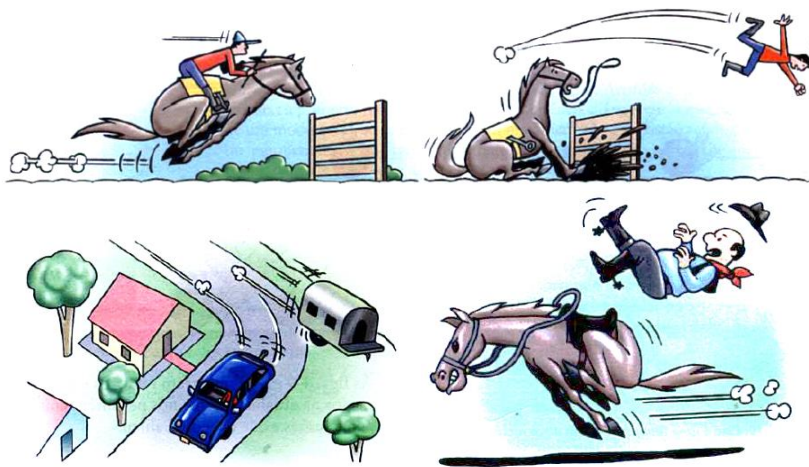


Figura 1 – Experiências diárias relacionadas ao conceito de inércia. [4]

Para iniciar ou aumentar como para diminuir ou parar um movimento, é necessário uma força. O Princípio da Inércia, ou Primeira Lei de Newton, é formulado como: “Na ausência de forças externas mantém-se o estado de movimento de um objeto” (por manter-se, entende-se a velocidade constante em módulo, direção e sentido). Na Primeira Lei de Newton, uma partícula está em equilíbrio quando está em repouso ou está em movimento retilíneo uniforme. Ou seja, quando $\vec{F} = 0$. [4]

A segunda lei de Newton é expressa como: $\vec{F} = m\vec{a}$. A aceleração que um corpo adquire é diretamente proporcional à resultante das forças que atuam nele e tem a mesma direção e o mesmo sentido desta resultante, figura 2. A Segunda Lei de Newton é uma das leis básicas da Mecânica, sendo utilizada na análise dos movimentos que observamos próximos à superfície da Terra e também no estudo dos movimentos dos corpos celestes. [4]

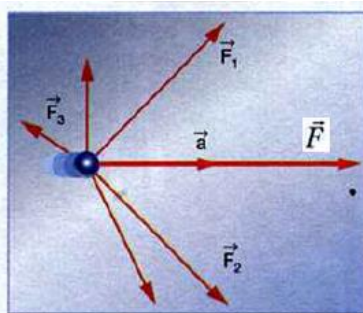


Figura 2 – Várias forças atuando em uma partícula, com a \vec{a} na mesma direção e no mesmo sentido da \vec{F} . [4]

Newton constatou que as forças sempre aparecem aos pares, para cada ação de um corpo sobre o outro existirá sempre uma reação igual e contrária deste outro sobre o primeiro. A Terceira Lei de Newton pode ser enunciada como: quando um corpo A exerce uma força sobre um corpo B, o corpo B reage sobre A com uma força de mesmo módulo, mesma direção e de sentido contrário. [4]

Os foguetes carregam consigo uma massa de gás que vai sendo lançada para fora com grande velocidade (figura 3), a mudança de direção do movimento está associada à mudança de direção do lançamento do gás. [3]

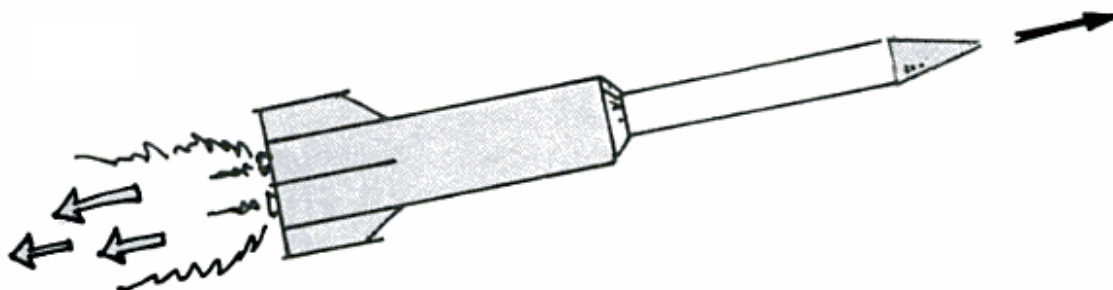


Figura 3 – Comportamento de um foguete. [3]

Quando um desportista golpeia uma bola de futebol, vôlei ou tênis, com o pé, mão ou raquete, respectivamente, atua uma força de igual intensidade,

direção, mas de sentido oposto à força feita para golpear a bola, figura 4. Tais forças, que age sobre a bola e a que age sobre o desportista (ou raquete) sempre aparecem aos pares, com já foi dito, e são denominadas ação e reação. Numa colisão entre dois carros, a intensidade da força que um exerce no outro é a mesma, figura 5. [3]



Figura 4 – Força de igual intensidade, direção, mas de sentido oposto. [3]



Figura 5 – Colisão entre dois carros. [3]

“À ação de uma força sempre corresponde a reação de outra força que lhe é igual em módulo e direção mas com sentido oposto”, que corresponde a Terceira Lei de Newton. A ação e a reação atuam em objetos diferentes. [3]

3 – Objetivo

Mostrar que num sistema onde inicialmente não existe movimento nenhum e então 2 partes diferentes do sistema começam a se movimentar, existe uma compensação: os movimentos ocorrem na mesma direção, porém em sentidos opostos.

4 – MATERIAIS

1 balão (de festa de aniversário)

1 canudo de refrigerante

1 fita adesiva

1 linha (com 2 m ou mais)

5 – Experimento [5]

O experimento consiste de aproveitar o movimento de um balão cheio quando é solto com a entrada de ar aberta de tal modo que este movimento seja retilíneo, para isso, será utilizado um canudo e uma linha com comprimento considerável. A ideia é a de explorar a compensação de quantidades de movimentos que ocorre neste experimento. Enquanto o balão se desloca para um lado, o ar que escapa dele se desloca no sentido oposto.



Figura 3 – Kit experimental: Foguete de Balão. Fonte: Elaborada pelo autor.

Para montar deve-se grudar o canudo sobre o centro do balão, com ele ainda vazio passar uma das pontas da linha dentro do canudo, colocar o balão em uma das extremidades da linha, encher o balão e soltá-lo, figura 6. A forma do balão e a posição na qual se coloca a fita sobre o balão são fatores cruciais para o sucesso do experimento.

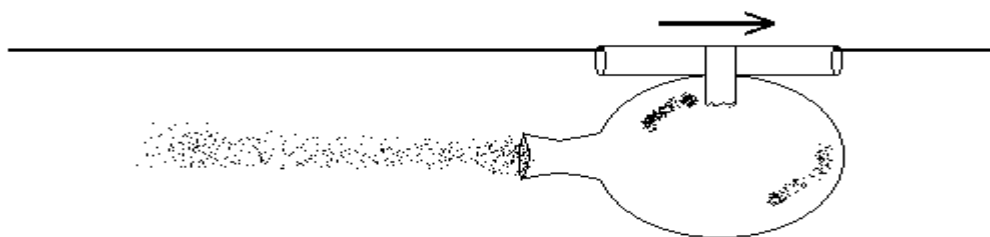


Figura 6 – Foguete de balão. [5]

6 – Referências

[1] Disponível em: <http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/webvol01/vol1.htm>
Acesso: 09/07/2014.

[2] Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton Acesso: 09/07/2014.

[3] GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física 1: mecânica*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 7ª edição, 1ª reimpressão.

[4] LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. *Física: volume 1*. São Paulo, Scipione, 2005.

[5] Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec04.htm>. Acesso: 09/07/2014.

Transformações E Transferências De Energia



[1]

1 – Introdução [2]

No motor, o combustível explode e movimenta os pistões. Este movimento, transmitido às rodas pelo sistema girabrequim/embreagem/câmbio, faz com que o carro se desloque. Esta energia de movimento é chamada energia cinética do carro. Então, a energia que estava acumulada no combustível é transformada em energia de movimento ou energia cinética.

Outras máquinas como: liquidificador, ventilador, furadeira, não são movidas pela energia de um combustível. Nestes aparelhos é a energia elétrica que é transformada em energia cinética. Esta energia elétrica vem de uma usina até nossa casa. Nestas usinas existem enormes turbinas que se movimentam. A energia para provocar a rotação de uma turbina numa usina hidrelétrica provém do movimento da água que cai sobre suas pás. Já numa usina termoelétrica (a carvão ou nuclear) é a energia de movimento do vapor d'água que se transforma em energia cinética de rotação das pás da turbina.

No caso da usina hidrelétrica existe uma barragem que armazena a água, a uma certa altura em relação à turbina. Devido à atração gravitacional da Terra sobre a água, podemos dizer que o sistema Terra-água armazena uma forma de energia que denominamos energia potencial gravitacional. Isto significa que esta energia pode potencialmente ser transformada em energia cinética quando, através de tubos, a água atinja as turbinas. Nas usinas termoelétricas, a energia necessária para aquecer a água provém geralmente

de combustíveis, derivados do petróleo ou carvão. Nas nucleares o combustível utilizado é o urânio. A função de qualquer uma destas usinas é transformar estas energias (potencial química ou potencial nuclear) em energia elétrica, que será depois transformada em outras formas nas casas, escolas, indústrias, etc. Um ventilador a transformará em energia cinética, uma lâmpada em energia radiante (térmica e luminosa), uma bomba d'água a transformará de volta em energia potencial gravitacional, e assim por diante.

Numa furadeira, figura 1, a energia elétrica é também transformada em energia cinética, só que que está associada à rotação da broca. Esmeril, batedeira, liquidificador, centrífuga, ventilador são sistemas que giram em torno de um eixo e a energia cinética neste movimento é denominada energia cinética de rotação.

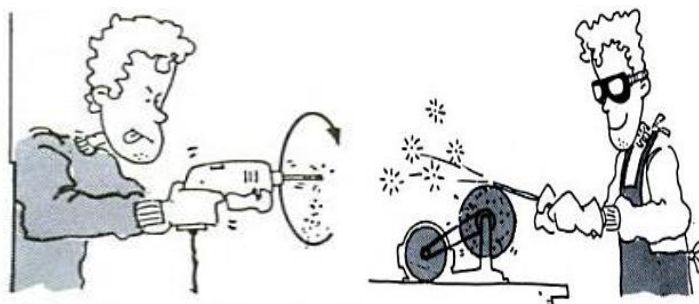


Figura 1 – Nestes sistemas existe transformação de energia elétrica em cinética de rotação. [2]

A figura 2 representa a barragem de uma hidrelétrica, um gerador e a linha de transmissão ligada a alguns aparelhos eletrodomésticos. As transformações de energia ocorrem desde o momento em que a água está represada até a utilização dos aparelhos eletrodomésticos. No ponto A, o sistema água-Terra armazena uma certa energia potencial gravitacional. Durante a queda da água esta energia se transforma em energia cinética de translação da água. Dessa energia, uma parcela se transforma em energia cinética de rotação na turbina (ponto B). Parte desta energia cinética de rotação se transforma em energia elétrica no gerador (ponto C). Na fiação que vai do gerador até os aparelhos eletrodomésticos (ponto D), há uma transformação de energia elétrica em energia térmica e energia radiante. No ventilador (ponto E), a energia elétrica se transforma em energia cinética de rotação. No rádio (ponto F), a energia elétrica se transforma em energia sonora

(energia mecânica de vibração). Na lâmpada (ponto G), a energia elétrica se transforma em energia luminosa e térmica. No ferro elétrico (ponto H), a energia elétrica se transforma em energia térmica.

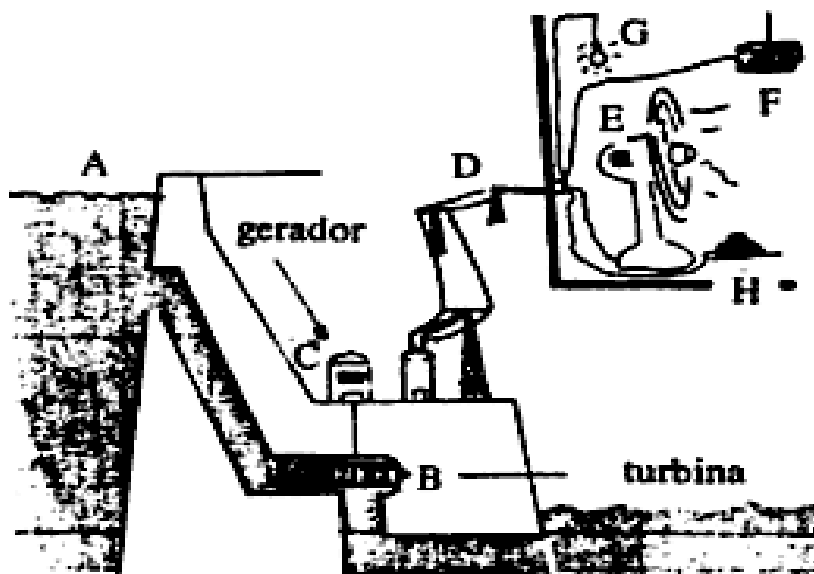


Figura 2 – Barragem de uma hidrelétrica, um gerador e a linha de transmissão ligada a alguns aparelhos eletrodomésticos. [2]

2 – Conceitos [3]

2.1 Trabalho

Os problemas relacionados com a produção e o consumo de energia ocupam diariamente os noticiários de TV, rádios, jornais e internet constituem uma preocupação constante do governo e da população de todas as nações do mundo. Por esses noticiários, você já deve saber que, se um país possui grandes reservas de energia ele terá possibilidades de se desenvolver, pois, além de poder exportar parte dessa energia, ele poderá utilizá-la para instalação de indústrias, iluminação, aquecimento, locomoção de veículos, etc.

James P. Joule (1818 - 1889): Físico inglês, discípulo do químico John Dalton na Universidade de Manchester que realizou uma série de famosas experiências com as quais mostrou ser o calor uma forma de energia. Esses trabalhos serviram de base para o estabelecimento do Princípio de Conservação da Energia.

Quando uma força \vec{F} atua sobre um objeto em movimento em direção inclinada em relação ao seu deslocamento d , apenas a componente da força

paralela ao deslocamento, F_d , realiza trabalho sobre o objeto. O valor deste trabalho é dado por $T = Fd\cos\theta$ ou $T = F_d d$.

Observe que, se uma força for aplicada a um corpo e este corpo não sofrer um deslocamento ($d = 0$), a equação $T = Fd\cos\theta$ mostra que o trabalho desta força é nulo. Assim, se uma pessoa Sustenta um objeto, sem deslocá-lo (figura 1), ela não estará do ponto de vista da Física, realizando trabalho, embora, pelo conceito vulgar de trabalho, esta pessoa estaria “trabalhando”.



Figura 1 - Quando uma força atua em um corpo que não se desloca, ela não realiza trabalho. [2]

2.2 Potência

Para se calcular o trabalho de uma força, não é necessário conhecer o tempo decorrido na realização desse trabalho. Na vida prática, porém, o conhecimento desse tempo pode ser importante, pois temos interesse em que um determinado trabalho seja realizado no menor tempo possível.

James Watt (1736-1819): Filho de escocês, fabricante de instrumentos e máquinas, seguiu a profissão do pai, tornando-se um habilidoso profissional. Em 1765, inventou um novo modelo de máquina a vapor que contribuiu enormemente para o desenvolvimento industrial do século passado. Sua invenção foi usada na construção dos primeiros barcos e locomotivas a vapor e para acionar uma grande variedade de máquinas nas fábricas que começavam a se desenvolver.

Se uma força realiza um trabalho ΔT durante um intervalo de tempo Δt , a potência P , dessa força é definida como sendo $P = \frac{\text{trabalho realizado pela força}}{\text{tempo decorrido na realização}}$ ou

$$P = \frac{\Delta T}{\Delta t}.$$

2.3 Trabalho e Energia Cinética

A energia pode se apresentar sob diversas formas: energia química, energia mecânica, energia térmica, energia elétrica, energia atômica, energia nuclear etc. Os alimentos que a pessoa ingere sofrem reações químicas e liberam energia, isto é, os alimentos liberam energia química no organismo humano. A água na cachoeira possui energia mecânica e que, ao movimentar as turbinas, gera energia elétrica. Nos reatores atômicos, a energia nuclear, armazenada nos combustíveis atômicos, dá origem à energia térmica, que poderá ser utilizada para produzir energia elétrica.

Qualquer corpo em movimento tem capacidade de realizar trabalho e, portanto, um corpo em movimento possui energia. Essa energia é denominada energia cinética, E_c . Quando um corpo de massa m está se movendo com uma velocidade v , figura 2 e 3, ele possui energia cinética, E_c , que é dada pela expressão $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.



Figura 2 – A energia cinética de um corpo de massa m e velocidade v .

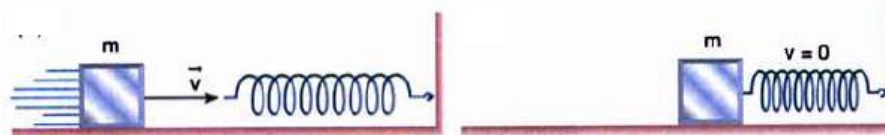


Figura 3 – Um corpo em movimento possui energia cinética.

Se um corpo em movimento passa por um ponto A com energia cinética E_{cA} e chega a um ponto B com energia cinética E_{cB} , a variação da energia

cinética, experimentada por este corpo, será igual ao trabalho total, T_{AB} , realizado sobre ele, isto é, $T_{AB} = E_{cB} - E_{cA}$.

2.4 Energia Potencial Gravitacional

Esta energia que um corpo possui, devido à sua posição, é denominada energia potencial E_p . Na figura 4, a E_p que o corpo possui é denominada energia potencia gravitacional, porque está relacionada com a atração gravitacional da Terra sobre o corpo. Na figura 3, a E_p do corpo está relacionada com as propriedades elásticas de uma mola, denominada energia potencial elástica.

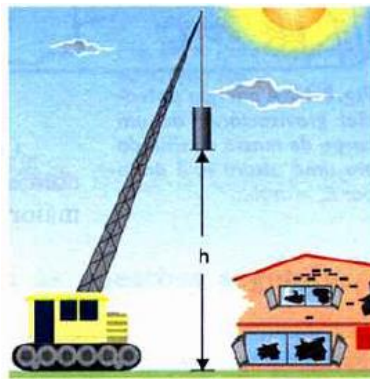


Figura 4 – Um corpo, situado a uma certa altura, possui energia potencial gravitacional.

Se um corpo de massa m encontra-se a uma altura h acima de um nível de referência, figura 5, este corpo possui uma energia potencial gravitacional, relativa a este nível, expressa por $E_p = mgh$.

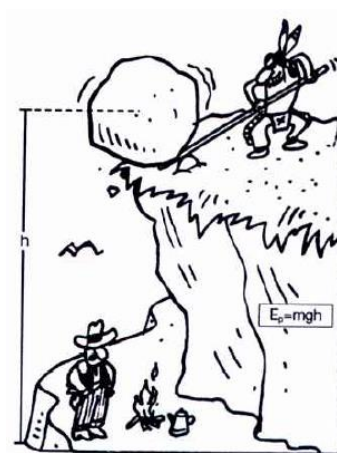


Figura 5 – A energia potencial gravitacional de um corpo de massa m , situado em uma altura h .

2.5 Energia Potencia Elástica

Um corpo ligado à extremidade de uma mola comprimida (ou esticada) possui energia potencial elástica. A mola comprimida exerce uma força sobre o corpo, a qual realiza um trabalho sobre ele quando o abandonamos. Entretanto, se tentarmos comprimir uma mola, podemos observar que ela reage à compressão com uma força cujo valor cresce à medida que ela vai sendo comprimida.

Força exercida por uma mola deformada

A figura 6a mostra uma mola não deformada e na figura 6b apresentamos a mesma mola distendida, através de um dinamômetro, o qual mede a força \vec{F} , exercida pela mola, quando seu alongamento é igual a X (acréscimo do comprimento da mola).

Robert Hooke (1635-1703): Físico inglês, descobridor da lei, que leva seu nome, sobre a elasticidade dos corpos. Membro da Real Academia de Ciências de Londres, envolveu-se em polêmicas com Newton a respeito da teoria da Gravitação Universal e da natureza da luz, defendendo ardorosamente a teoria ondulatória.

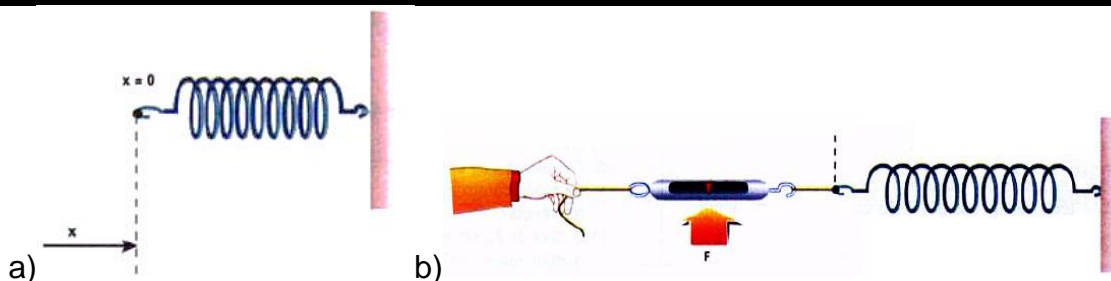


Figura 6 – Uma mola, apresentando uma deformação X , exerce uma força: a) mola não deformada; b) mola distendida.

Considerando uma mola cuja constante elástica é k , apresentando uma deformação X em um corpo ligado a ela, como mostra a figura 7. A E_p elástica deste corpo, nesta posição, pode ser determinada pelo trabalho que a mola realiza sobre ele, ao empurrá-lo até a posição normal da mola, isto é, a posição em que ela não apresenta deformação.

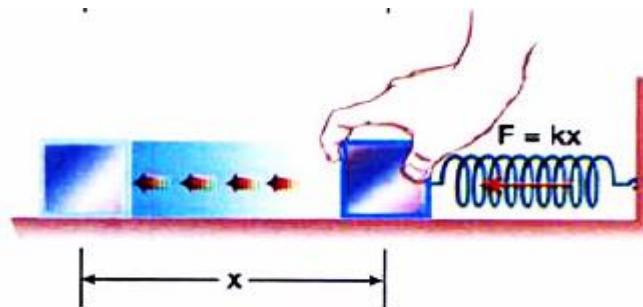


Figura 7 – Ao empurrar o corpo, a mola realiza, sobre ele.

Um corpo ligado a uma mola de constante elástica k , deformada X , figura 8, possui uma energia potencial elástica dada por $E_p = \frac{1}{2}kX^2$.

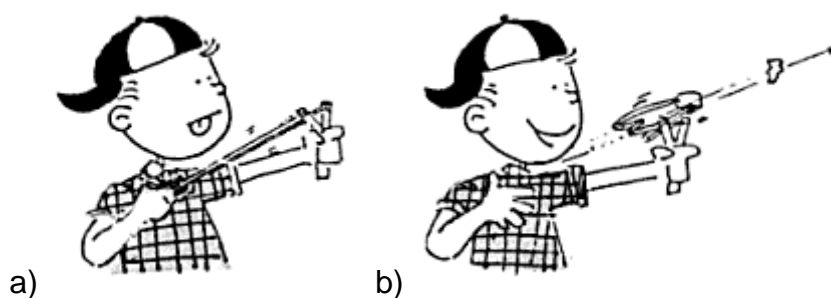


Figura 8 – a) Energia potencial elástica é acumulada no sistema elástico-pedra;
b) A energia acumulada é transformada em cinética. [2]

2.6 Conservação da Energia Mecânica

Forças conservativas são forças cujo trabalho não depende do caminho, por exemplo, força elétrica. As forças cujo trabalho depende do caminho são denominadas forças dissipativas ou forças não conservativas, por exemplo, a força de atrito.

Se apenas forças conservativas atuam sobre um corpo em movimento, a soma da energia cinética do corpo com sua energia potencial permanece constante para qualquer ponto da trajetória.

A soma da energia cinética de um corpo com sua energia potencial, em um dado ponto, é denominada energia mecânica total do corpo neste ponto, E , ou seja, $E = E_p + E_c$.

Se apenas forças conservativas atuam sobre um corpo em movimento, sua energia mecânica total permanece constante para qualquer ponto da trajetória, isto é, a energia mecânica do corpo se conserva.

PRINCÍPIO GERAL DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

A energia pode ser transformada de uma forma em outra, mas não pode ser criada nem destruída: a energia total é constante.

3 – Objetivo

Este experimento tem por objetivo introduzir o conceito de transformação de energia.

4 – Material

1 motorzinho elétrico (usados em brinquedos)

1 LED

3 roldanas

1 correia pequena

1 garrafa com água

barbante ou linha

2 molas

corpos de massa m

suportes

5 – Experimento

Transformar energia potencial gravitacional em elétrica

Pelos dois terminais do motor, conecte os fios de cobre e na outra extremidade de cada fio conecte os terminais do LED. Enrole o barbante no eixo do motor, depois fixando o motor, passe o barbante pela polia e amarre-o na garrafa. Solte a garrafa, que girará o eixo, por sua vez, fará as outras duas roldanas acopladas girarem, fazendo o motor funcionar, no motor, a energia mecânica, rotor do motor girando junto ao eixo, é transformada em energia elétrica. A energia elétrica gerada alimenta o LED que acende, ou seja, através do LED a energia elétrica é transformada em energia luminosa, figura 9.

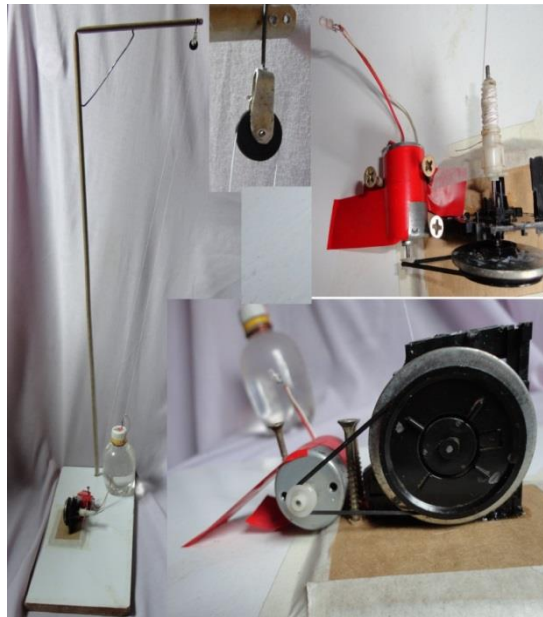


Figura 9 – Transformação de energia potencial gravitacional em elétrica Fonte:
Elaborada pelo autor.

Transformar energia potencial gravitacional em elástica

Uma mola, que apresenta uma determinada constante elástica, fixada verticalmente por uma de suas extremidades, figura 10. Ao acoplarmos a extremidade livre a um corpo de massa m , o comprimento da mola foi acrescido de um valor X , e ela passou a armazenar uma energia elástica E_p .



Figura 10 – Transformação de energia potencial gravitacional em elástica. Fonte:
Elaborada pelo autor.

6 – Referências

- [1] Disponível em: http://www.cbpf.br/~eduhq/html/aprenda_mais/jurema_ficha_conservaca_oenergia.htm. Acesso: 09/07/2014.
- [2] GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física 1: mecânica*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 7ª edição, 1ª reimpressão.
- [3] LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. *Física: volume 1*. São Paulo, Scipione, 2005.

EXPERIÊNCIAS RELACIONADAS COM A PRESSÃO ATMOSFÉRICA: PLACAS DE MAGDEBURG



1 – Histórico [2]

Otto Von Guericke (1602-1686), físico alemão, notabilizado pelo estudo do vácuo e da eletrostática.

Estudou matemática e direito na Universidade de Leiden antes de trabalhar como engenheiro na Alemanha. Aos 25 anos, retornou a Magdeburg, sua cidade natal, que quatro anos mais tarde seria destruída na Guerra dos Trinta Anos. Conseguiu fugir com a família, mas perderam todos os seus bens. Fez parte então do exército sueco durante algum tempo, até poder voltar a Magdeburgo, que ajudou a reconstruir, trabalhando como engenheiro. Em 1646, tornou-se prefeito da cidade, ocupando esse cargo por 35 anos.

Guericke foi um defensor da idéia de que o vácuo existia. A idéia mais aceita na época era ainda a de Aristóteles, segundo a qual a natureza teria horror ao vácuo, preenchendo imediatamente, a todo custo, qualquer espaço que fosse deixado sem matéria. Guericke acreditava que as evidências valiam mais que a argumentação teórica e conseguiu criar um experimento para provar sua crença. Em 1650, construiu, com grandes despesas, uma bomba de ar. Esse aparelho, impulsionado por força muscular, consistia basicamente num cilindro dentro do qual corria um êmbolo. Ao ser puxado, o êmbolo rarefazia o ar no interior do cilindro. Não era um vácuo perfeito, mas era o suficiente para que Guericke demonstrasse que nele uma vela não queimava, pequenos animais não sobreviviam e o som de um sino, quando ali produzido, não podia ser ouvido no exterior.

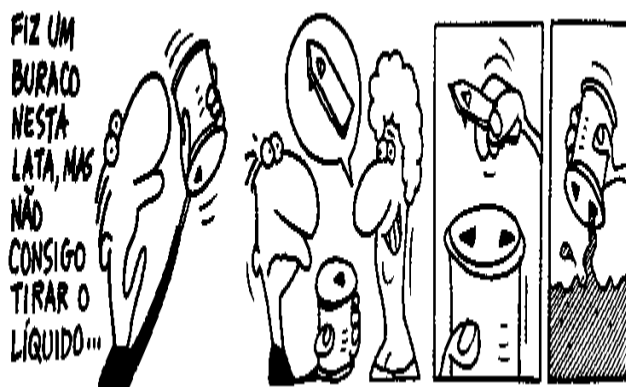
Sua experiência mais famosa, porém, foi feita em 1654. Guericke construiu dois hemisférios metálicos que se encaixavam perfeitamente. Ao

remover o ar do interior da esfera assim formada, os hemisférios se mantinham unidos, não sendo possível separá-los nem com o esforço de diversos cavalos. (Foi graças aos estudos de Torricelli, com os quais teve contato, que Guericke conseguiu relacionar todos esses fenômenos com a pressão exercida pela atmosfera.) Criou também uma máquina eletrostática, constituída por uma esfera de enxofre que podia ser girada em torno de um eixo enquanto era friccionada com sua mão. O atrito fazia a esfera acumular eletricidade estática, que podia ser descarregada na forma de faíscas. O que o levou a criar esse aparelho foram as pesquisas de Gilbert, feitas em 1672, sobre a eletrização por atrito. Numa carta ao matemático alemão Leibniz, Guericke descreveu os resultados que obteve.

2 – Introdução [3]

Em nosso dia-a-dia encontramos diversas situações em que se verificam os efeitos da pressão atmosférica, ou a diferença da pressão exercida entre duas superfícies. Por exemplo, o sistema de fechamento a vácuo utilizado em latas de produtos alimentícios, dentre outros. Para fins de estudo em sala de aula e laboratórios, pode-se utilizar um dispositivo clássico, desenvolvido em 1650 por Otto Von Guericke, os hemisférios de Magdeburg.

Para a experiência a ser realizada será utilizado um instrumento alternativo denominado placas de Magdeburg, por ser de fácil confecção e preço alternativo.



Com apenas um furo na lata, a pressão atmosférica impede a saída do líquido. Com dois orifícios, o ar pode entrar na lata por um deles. Assim, a pressão do ar é a mesma no interior da lata e o líquido escoo facilmente. [3]

O valor da pressão atmosférica ao nível do mar é $p_a = 76\text{cmHg}$. Para que haja melhor entendimento dos efeitos que esta pressão pode produzir, vamos analisar alguns exemplos experimentais:

1) Com uma bomba de vácuo, podemos extrair grande parte do ar do interior de uma lata vazia. Se fizermos isto, a lata será esmagada pela pressão atmosférica. Antes de retirarmos o ar, isto não acontecia porque a pressão atmosférica estava atuando tanto no interior quanto no exterior da lata (figura 1 – a). Ao ser ligada a bomba de vácuo, a pressão interna torna-se bem menor do que a externa e a lata é esmagada (figura 1 – b).

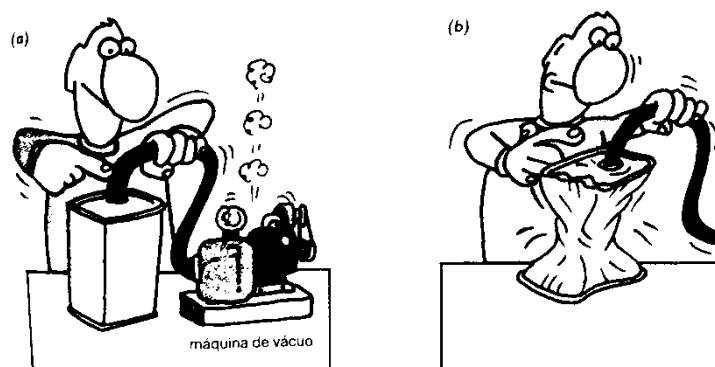


Figura 1 - A pressão atmosférica é capaz de esmagar uma lata no interior do qual foi feito o vácuo. [3]

É graças à pressão atmosférica que respiramos: abaixamos o diafragma, ampliamos o volume de nossa caixa torácica; a pressão do ar nos pulmões é, então, reduzida, e a pressão atmosférica empurra o ar externo para o interior deles.

2) É graças à força exercida pela pressão atmosférica que você consegue tomar refresco com o canudinho. Quando você chupa na extremidade do canudo, você não está, na realidade chupando o refresco, mas provocando uma redução na pressão do ar no interior do canudo. A pressão atmosférica, atuando na superfície do líquido, faz com que ele suba no canudinho (figura 2). Algumas bombas, para elevação de água, têm seu funcionamento baseado neste mesmo princípio.



Figura 2 – A pressão atmosférica atua na superfície do líquido, fazendo-o subir no canudinho. [3]

3) A primeira bomba de vácuo foi construída por Otto Von Guerick, em Magdeburg, na Alemanha, permitindo que ele realizasse a famosa experiência dos hemisférios de Magdeburg. Tomando dois hemisférios, bem adaptados um ao outro, formando, assim, uma esfera oca de cerca de 50 cm de diâmetro (figura 3 – a), Von Guerick extraiu o ar do interior da esfera. Com a pressão interna foi muito reduzida, a pressão externa (pressão atmosférica) forçou um hemisfério tão fortemente contra o outro que foram necessários 16 fortes cavalos para separá-los (figura 3 – b; figura 4).

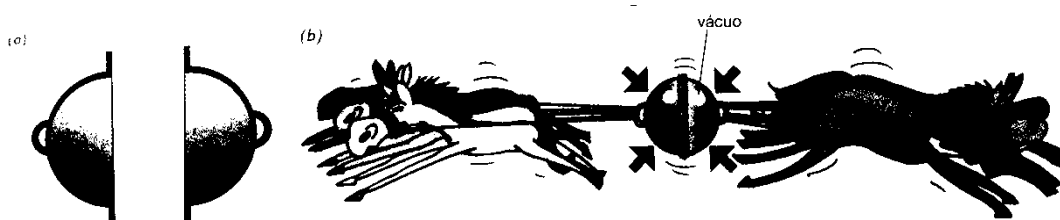


Figura 3 – A famosa experiência dos hemisférios de Magdeburg. [3]

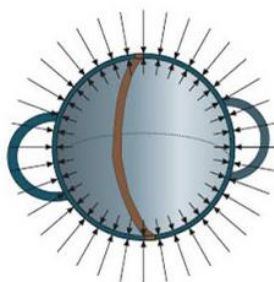


Figura 4 – A pressão externa força um hemisfério tão fortemente contra o outro. [4]

3 – Objetivo

Apresentar uma versão alternativa do dispositivo que possibilitou Otto Von Guerick formar vácuo e demonstrar os efeitos da pressão entre duas superfícies.

4 – Material

2 placas de acrílico

1 seringa

1 anel de borracha

1 tubo de plástico

1 presilha

5 – Experimento

São usadas duas placas de acrílico e uma seringa para remover o ar entre elas. Em cada placa há um sulco circular onde se encaixa o anel de borracha para delimitar um pequeno volume de ar entre as placas. Em uma das placas há um furo próximo ao centro onde passa um tubo de plástico que é conectado a uma seringa. Puxa-se o êmbolo da seringa e, em seguida, fecha-se o tubo de plástico com uma presilha. Depois de parte do ar entre as placas ter sido removida com a seringa, a pressão do ar entre as placas fica menor que a pressão externa (pressão atmosférica), conforme a figura 5.



Figura 5 – Placas de acrílico e seringa. Fonte: Elaborada pelo autor.

Como a pressão atmosférica é da ordem de 10^5 N/m^2 , com uma pequena diferença de pressão dessa ordem a força necessária para separar as duas placas é muito grande. Aumentando-se a área (com o anel de maior diâmetro), essa força será proporcionalmente maior. Então, um estudante ao tentar separar as duas placas puxando-as pelas alças não conseguirá ou terá dificuldade para separar as duas placas.

6 – Referências

- [1] Disponível em: http://www.cbpf.br/~eduhq/html/aprenda_mais/jurema/ficha_pressao_hemis_ferios.htm. Acesso: 09/07/2014.
- [2] Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Otto_von_Guericke. Acesso: 09/07/2014.
- [3] LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. *Física: volume 1*. São Paulo, Scipione, 2005.

[4] Disponível em: <http://mar-palabrasilencio.blogspot.com.br/2013/06/que-son-los-hemisferios-de-magdeburgo.html>. Acesso: 09/07/2014.

CONDUÇÃO TÉRMICA DE CALOR

1 – A condução térmica no cotidiano [1]

Desde a Pré-História o ser humano observa a natureza e aprende com ela. Os humanos primitivos perceberam que alguns animais que resistem bem ao frio são revestidos de pelos. É o caso de ursos e renas. Essa observação deve ter inspirado o ser humano pré-histórico a usar peles de animais para se proteger do frio. Atualmente usamos roupas apropriadas para isso: os agasalhos, figura 1.



Figura 1 – Utilização de agasalhos. [1]

Os agasalhos que usamos os pelos dos animais e a camada de gordura de alguns deles têm sob a pele são bons **isolantes térmicos**, que dificultam a saída de calor do organismo para o ambiente frio. As penas das aves também tem o papel de dificultar a perda de calor para o ambiente. Entre as penas, fica retido um pouco de ar, que é um bom isolante térmico e reduz ainda mais a perda de calor. O isopor, usado para fazer caixas térmicas isolantes, se vale exatamente desse mesmo princípio. Ele nada mais é do que um tipo de plástico (chamado poliestireno) fabricado de modo a conter muitas minúsculas bolhas de ar dentro de si. Essas bolhas são tão pequenas que não as conseguimos ver, mas é a sua presença que deixa o isopor fofo e o torna um bom isolante térmico.

O gelo também é, por incrível que possa parecer, um bom isolante térmico. Os esquimós possivelmente perceberam que a camada de gelo que se forma na superfície dos lagos impede o contato da água que fica abaixo dela com o ar frio, ou seja, funciona como isolante térmico e, por isso, essa água não congela. Possivelmente daí surgiu a inspiração para fazer os **iglus**, construções de gelo cujo interior é mais quente que o ambiente externo.

Na cozinha encontramos inúmeros exemplos de troca de calor por condução. Ao colocar gelo em um copo de refrigerante, por exemplo, a troca de calor esquentando o gelo e esfria a bebida. Usando colheres de madeira ou de plástico, podemos misturar o alimento em fervura sem queimar as mãos. Colheres de metal, ao contrário, propagam calor rapidamente, e o cabo esquenta, oferecendo risco de queimaduras. Alumínio e aço inox são metais empregados em panelas, pois garantem rápida transferência de calor da chama para o alimento. Já o cabo de muitas panelas é de madeira ou baquelite, que são materiais isolantes que evitam queimaduras em quem os manuseia. Vidro e cerâmica, ao contrário dos metais, não são bons condutores de calor. Panelas e vasilhas de vidro ou de cerâmica exigem maior tempo para transferir o calor ao ambiente. É por isso que, para mantermos a temperatura do alimento, o ideal é servirmos em vasilhas de cerâmica.

2 – Objetivo

Comprovar a condução térmica do calor através de uma barra metálica.

3 – Material

1 barra de metal (alumínio por exemplo)

5 grãos pequenos (feijão, milho, dentre outros pequenos objetos)

1 vela

1 acendedor (fósforo, isqueiro)

4 – Experimento

Com a vela acesa e inclinada, pingar a parafina líquida a partir de 5 cm de uma das extremidades do metal. Antes de cada gota esfriar, colocar os grãos e segurá-los, alguns segundos bastarão para que o grão fique preso pela parafina, que se solidifica. Repetir o procedimento a cada 2 cm, até ter os 5 grãos presos à barra de metal (figura 2).



Figura 2 – Montagem do experimento. Fonte: Elaborada pelo autor.

Depois que todos os grãos estiverem fixos, aproximar uma extremidade da barra a vela acesa (figura 3) e segurando a barra pela outra extremidade com cuidado. Durante o experimento poderá questionar os alunos com algumas perguntas. Por exemplo: os grãos caem todos de uma vez? Ou Qual dos três processos de propagação de calor está ocorrendo na barra metálica? Condução térmica, convecção térmica ou radiação térmica?

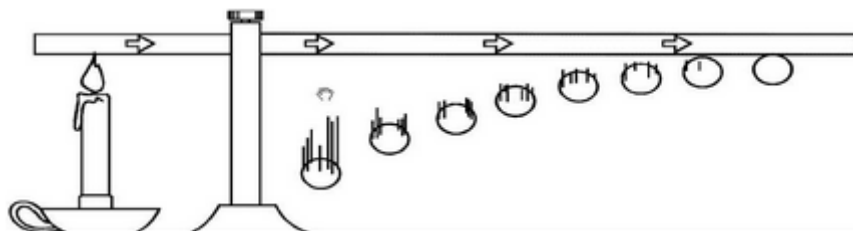


Figura 3 – Chama da vela propagando calor através do metal. [2]

5 – Referências

[1] Disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitavaserie/Calor5.php> Acesso: 16/07/2014.

[2] Disponível em: http://www.refrigeracao.net/Topicos/Transferencia_calor.htm Acesso: 16/07/2014.

Porque Um Balão Sobe Na Atmosfera



1 – Histórico [2]

O balão de ar quente é uma aeronave com um princípio de funcionamento muito simples, proporcionando uma viagem suave e divertida, figura 1. O balão de ar quente uma aeronave que é mais leve que o ar. Este simples meio de transporte é constituído por três partes fundamentais:

- **Envelope** – É o nome dado à parte superior, constituída de tecido de nylon reforçado, de forma a evitar que se rasgue. Este tecido de extrema leveza e de elevada resistência ao calor, pode levar uma camada extra de silicone, de forma a lhe dar uma maior resistência. É o envelope que recebe o ar mais quente ou mais frio, fazendo com que o balão suba ou desça, respectivamente.

Na parte superior do balão, ou seja, do envelope, existe uma válvula que permite a entrada extra de ar frio, fazendo com que o balão desça mais rapidamente. O envelope é constituído por vários gomos, pedaços de tecidos que são cortados de forma a que, depois de cozidos uns aos outros, possam formar os painéis, dando a forma característica do balão. Na parte inferior do envelope existe a saia, um pedaço de tecido à prova de fogo, que serve de proteção do envelope.

- **Queimadores de gás** – Alojados entre o cesto e o envelope, os queimadores de gás estão ligados a várias botijas de gás propano em estado líquido. Este gás, muito mais forte que o gás normal das nossas cozinhas (o gás butano) está no estado líquido até entrar numa serpentina de aço inoxidável, passando ao estado gasoso e emitindo as labaredas para o interior do envelope, a cerca de 100 graus centígrados.

- **Cesto** – O cesto ou a gôndola é a base do balão de ar quente e é onde são acomodados os passageiros. Feito de um material leve, o vime, o cesto pode

apresentar-se de várias formas e tamanhos, podendo albergar várias dezenas de passageiros. Além de ser leve, o vime é ainda muito flexível e sofre muito pouco desgaste.

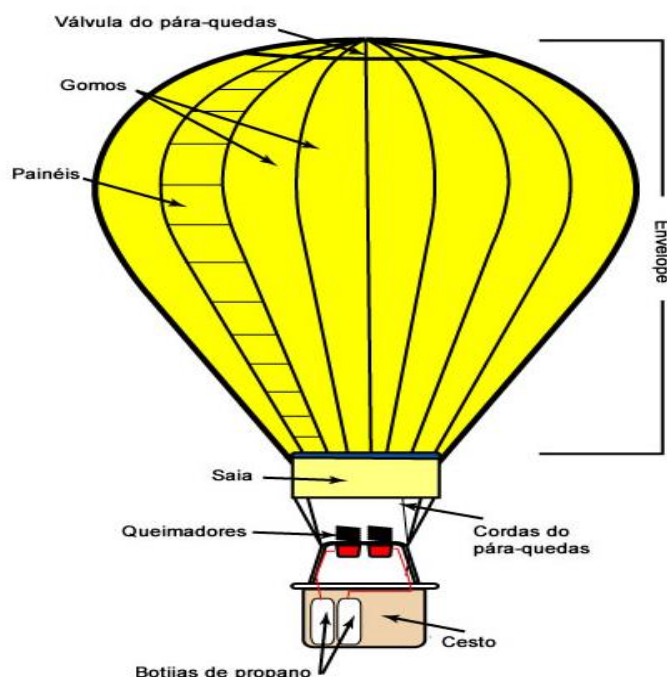


Figura 1 – Constituição de um balão de ar quente.[2]

Algumas curiosidades sobre os balões de ar quente:

- O primeiro projeto para um aparelho voador mais leve que o ar, aconteceu em 1670, num aparelho sustentado por 4 balões.
- A maior altitude conseguida com um balão de ar quente foi de 21 quilómetros, em 2005, pelas mãos de Vijaypat Singhania, de 65 anos de idade.
- A primeira viagem de balão à volta do mundo, foi conseguida por Bertrand Piccard e Brian Jones, em 1999, numa viagem que durou 19 dias.
- O primeiro balão a fazer a travessia sob o oceano Atlântico foi o Double Eagle II, em 1978, percorrendo a incrível distância de 5 mil quilómetros, durante 137 horas.
- O primeiro balão a fazer a travessia sob o oceano Pacífico foi o Virgin Pacific Flyer, em 1991, voando durante 47 horas do Japão até ao Canadá, percorrendo 7671 quilómetros.

2 – Introdução [3]

A dilatação sofrida por uma massa gasosa aquecida costuma ser usada para fazer um balão subir na atmosfera. Como mostra a figura 1, o ar no interior do balão é aquecido pela chama de um bico de gás. Ao dilatar, parte dele escapa e o ar que permanece dentro do balão terá, conseqüentemente, sua densidade reduzida. Assim, o ar externo é mais denso que o ar interno e nestas condições o empuxo sobre o balão é maior que seu peso, fazendo com que ele suba na atmosfera. Regulando a temperatura do ar interno, pode-se fazer o balão subir ou descer, conforme deseje o operador.



Figura 1 – O balão sobe na atmosfera porque o ar tem sua densidade reduzida ao ser aquecido. [3]

3 – Objetivo

Demonstrar que quando aumentamos a temperatura de um gás, ao propagar calor, ocorre uma dilatação gasosa.

4 – Material

- 1 garrafa pet
- 1 balão de borracha (balão de festa)
- 1 fonte de calor (mergulhão elétrico)
- 1 recipiente com água

5 – Experimento [3]

Quando aumentamos a temperatura de um gás, observamos normalmente que seu volume aumenta, acompanhado de um aumento e sua pressão. Este fenômeno pode ser observado facilmente realizando-se a

experiência que segue. Tome um recipiente (uma lata ou um frasco de plástico). Adapte firmemente ao gargalo do recipiente um balão de borracha ligeiramente inflado, como mostra a figura 2. Temos, assim, uma certa massa de ar ocupando o volume do recipiente e do balão.

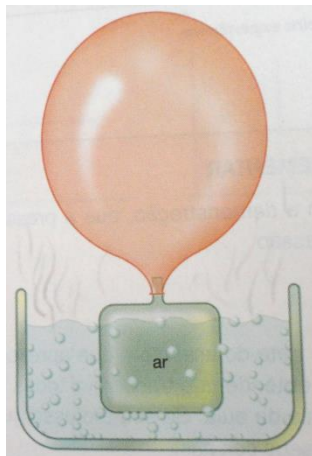


Figura 2 – Recipiente, com um balão de borracha, mergulhado em um banho de água bem quente. [3]

- Mergulhe totalmente o frasco (ou lata) em um banho de água bem quente (temperatura próxima à de ebulição), figura 3. Observe o que acontece com o balão. O que aconteceu com o volume do ar a ser aquecido? E com sua pressão?
- Mergulhe, agora, o recipiente em um banho de água bem fria (mistura de água e gelo). Observe novamente o que ocorre. Explique.



Figura 3 – Montagem do experimento. Fonte: Elaborada pelo autor.

6 – Referências

- [1] Disponível em: <http://vinte5.wordpress.com/2008/11/12/tirinhas-de-baloes/> . Acesso: 09/07/2014.
- [2] Disponível em: <http://www.curiosidadesdomundo.com/como-funciona-balao-ar-quente/> . Acesso: 09/07/2014.
- [3] LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. *Física: volume 2*. São Paulo, Scipione, 2005.

EBULIDOR DE FRANKLIN



1 – Introdução

O ebulidor de Franklin é um brinquedo facilmente encontrado em feiras de artesanato, com os mais diversos formatos e cores. O que o ebulidor de Franklin faz é mostrar uma variação de temperatura. Este instrumento é constituído de um bulbo de vidro totalmente vedado, separado em duas regiões conectadas por um tubo e, em seu interior, um líquido colorido muito volátil, podendo ser álcool, clorofórmio, éter e etc. [2]

2 – Objetivo

Verificar a movimentação do líquido dentro do ebulidor de Franklin.

3 – Experimento

O material utilizado neste experimento é o ebulidor de Franklin. O estudante deve segurar a parte inferior do ebulidor de Franklin, fazendo com que o líquido em seu interior (álcool) se desloque para a parte superior. Ao transferir calor da mão do estudante para o líquido, o que acelera o processo de evaporação de um líquido muito volátil e leva a um aumento na pressão. Esse aumento de pressão faz com que o líquido se desloque para cima.



Figura 1 – Ebulidor de Franklin. Fonte: Elaborada pelo autor.

Quando colocamos a mão em contato com o bulbo inferior, há uma troca de calor entre ela e o vidro, porém, isso só acontece caso exista uma diferença de temperatura entre os dois corpos, o gás contido nesta parte do recipiente se aquece rapidamente e, por esse motivo, a energia cinética de suas moléculas aumenta consideravelmente. Desse modo, aumenta a pressão que o gás exerce sobre o líquido. [3]

Devido a este aumento de pressão e ao fato de haver somente gás no bulbo superior, o líquido sobe pelo tubo de vidro que conecta os dois tubos até jorrar no bulbo superior. Em outras palavras, quando encostamos a mão (que está a uma temperatura maior que a ambiente) no bulbo inferior que está à temperatura ambiente, energia é transferida do nosso corpo ao bulbo e, por sua vez, ao gás dentro do tubo na forma de calor. Essa transferência de calor eleva a energia cinética das moléculas do gás, ou seja, eleva a temperatura do gás, o que gera um aumento de pressão e a subida do líquido para o bulbo superior. Quando seguramos a parte inferior da ampola, o calor da mão aumenta a temperatura e com isso aumenta a pressão do vapor que "empurra" o líquido para cima. Portanto, quanto mais quente estiver a mão, mais rápido o líquido irá subir. [3]

O contrário também causa um efeito interessante. Podemos resfriar ao invés de aquecer uma das partes do ebulidor. Resfriando a região que não possui líquido, a qual apesar de parecer vazia está cheia de gás, a pressão local irá diminuir, fazendo com que o líquido saia da região de maior pressão para preencher o local com menor pressão. A movimentação dentro do ebulidor é explicada pelo princípio de Pascal, que diz: “Quando um ponto de um fluido

em equilíbrio sofre uma variação de pressão, essa variação será transmitida a todos os outros pontos do fluido.” O movimento do líquido dentro do ebulidor de Franklin é o responsável pela transmissão dessa variação de pressão, deixando-a uniforme dentro do recipiente. [2]

4 – Referências

[1] Disponível em: <http://www.oslevadosdabreca.com/tag/temperatura/> Acesso: 9/07/2014.

[2] Disponível em: <http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2013/09/o-ebulidor-de-franklin-tesometro.html>. Acesso: 9/07/2014.

[3] GALBIATTI, Douglas Augusto. *Calor e temperatura: uma revisão dos conceitos nas diferentes abordagens físicas*. Rio Claro, SP, 2011.

ESPELHOS PLANOS



[1]

1 – Histórico [2]

Espelho é uma superfície que reflete um raio luminoso em uma direção definida, em vez de absorvê-lo ou espalhá-lo em todas as direções. Os espelhos mais comuns são formados por uma camada de prata, alumínio ou amálgama de estanho, que é depositada quimicamente sobre a face posterior de uma lâmina de vidro, e por trás coberta com uma substância protetora. Por sua vez, os espelhos de precisão são obtidos depositando, por evaporação sob vácuo, a camada metálica sobre a face anterior do vidro. Estes espelhos não podem ser protegidos o que implica que se realizem metalizações frequentes. Existem diversos tipos de espelhos. Os mais utilizados são: os espelhos planos e os espelhos curvos e os de alta intensidade.

Em um espelho plano comum, vemos nossa imagem com a mesma forma e tamanho, que parece encontrar-se atrás do espelho. Essa imagem é enantiomorfa, e se encontra à mesma distância do objeto ao espelho. No caso de um espelho plano a distância da imagem, é sempre igual em módulo a distância do objeto. Os raios que partem de um objeto, diante de um espelho plano, refletem-se no espelho e atingem nossos olhos. Assim, recebemos raios luminosos que descreveram uma trajetória angular e temos a impressão de que são provenientes de um objeto atrás do espelho, em linha reta, isto é, mentalmente prolongamos os raios refletidos, em sentido oposto, para trás do espelho, como mostrado na figura 1. Espelhos esféricos tem a forma de uma pequena seção da superfície de uma esfera.

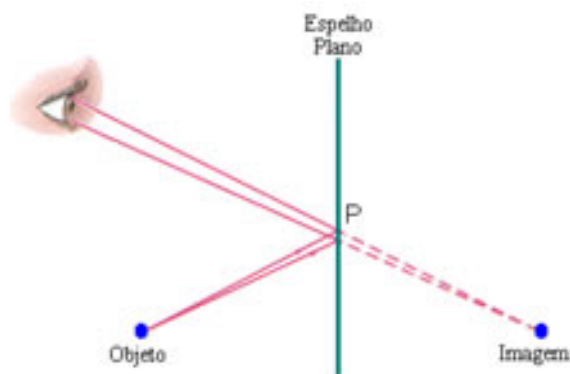


Figura 1 – A imagem formada por um espelho plano é determinada através do prolongamento dos raios refletidos. [3]

A associação de dois espelhos planos é usada, por exemplo, no cinema, associando-se dois espelhos planos formando um ângulo entre si, para dar a impressão do aumento do número de personagens em cena. Associando espelhos corretamente, é possível fazer com que as imagens refletidas se multipliquem de acordo com o ângulo formado entre as faces dos espelhos.

2 – Introdução [4]

Quando colocamos um objeto entre dois espelhos que forma um ângulo de 90° entre si, observamos a formação de três imagens, como ilustra a figura 2.

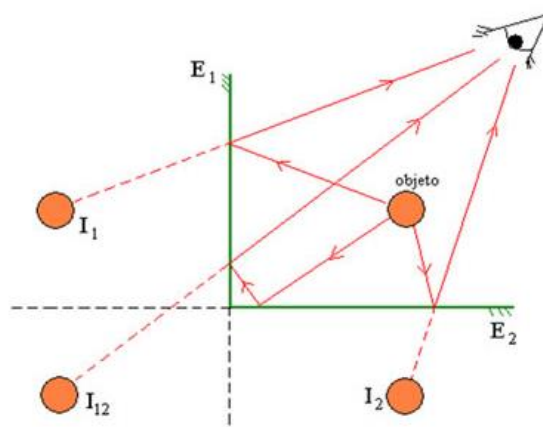


Figura 2 – Dois espelhos em um ângulo reto formam três imagens do objeto. [5]

As imagens I_1 e I_2 , “vistas” no espelho E_1 e E_2 , são interpretadas como objetos pelos espelhos E_2 e E_1 , respectivamente, e produzem as imagens que coincidem, correspondendo à terceira imagem I_{12} . Se diminuirmos o ângulo entre os espelhos, o número de imagens formadas aumenta, atingindo seu

limite na situação em que os espelhos são colocados paralelos entre si. Neste caso, teoricamente, deveria se formar infinitas imagens do objeto, o que, na prática, não se verifica, pois a luz vai perdendo intensidade à medida que sofre sucessivas reflexões.

O número de imagens produzidas por dois espelhos pode ser determinado algebricamente (quando se conhece o ângulo α entre eles) através da expressão:

$$N = \frac{360}{\alpha} - 1$$

válida quando a relação $\frac{360}{\alpha}$ for um número par. Quando a relação for um número ímpar, a expressão é válida apenas se o objeto se localizar no bissetor do ângulo α .

3 – Objetivo

O objetivo deste experimento é demonstrar que a associação de espelhos pode multiplicar imagens, ou seja, podemos aparentemente ter a reflexão de um objeto refletido.

4 – Material

2 espelhos planos

1 transferidor

1 objeto

fita adesiva

5 – Experimento [6]

Suponha que dois espelhos planos, E_1 e E_2 , sejam colocados em ângulo reto e que um objeto esteja situado entre eles, como mostra a figura 2. Como sabemos os raios luminosos, que partem do objeto, ao se refletirem em E_1 , darão origem a imagem I_1 e, ao se refletirem em E_2 , darão a imagem I_2 . Entretanto, parte dos raios luminosos emitidos pelo objeto sofre duas reflexões, pois, após se refletirem em um dos espelhos, eles encontram o outro, sendo novamente refletidos. Para um observador que receba estes raios, após sofrerem a segunda reflexão, tudo se passa como se eles estivessem vindo do ponto I_{12} , isto é, o observador verá, em I_{12} , uma terceira imagem do objeto.

- Disponha dois espelhos planos em ângulo reto, figura 3 . Coloque entre eles um objeto qualquer e procure observar as três imagens fornecidas pelos dois espelhos.
- Reduza o valor do ângulo entre os espelhos e verifique que o número de imagens do objeto se torna cada vez maior.
- Quando os espelhos estão em paralelo (o ângulo entre eles é nulo), observe as imagens formadas. Você é capaz de conta-las?

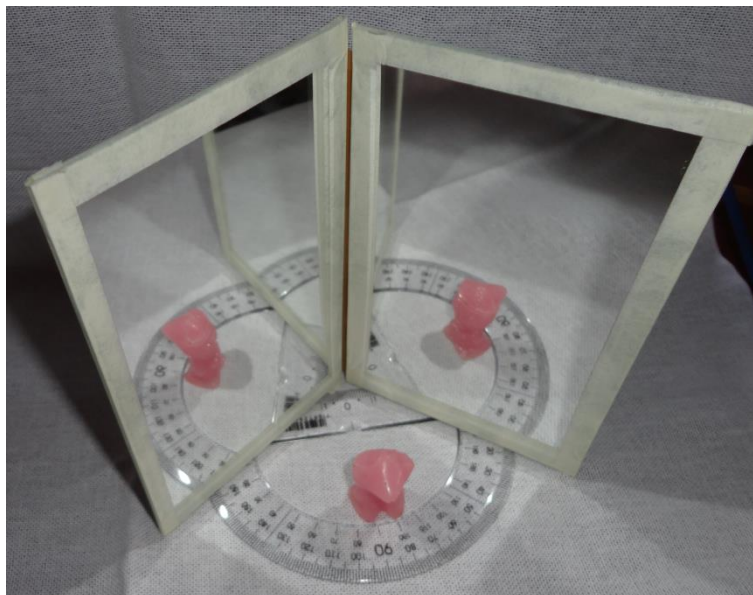


Figura 3 – Espelhos, objeto e transferidor. Fonte: Elaborada pelo autor.

5 – Referências

- [1] Disponível em: <http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/webvol02/vol2.htm>. Acesso: 09/07/2014.
- [2] Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Espelho>. Acesso: 09/07/2014.
- [3] Disponível em: <http://www.brasilecola.com/fisica/reflexao-luz-espelhos-planos.htm>. Acesso: 09/07/2014.
- [4] GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física 2: física térmica, óptica*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 7ª edição, 1ª reimpressão.
- [5] Disponível em: <http://www.brasilecola.com/fisica/imagens-um-objeto-entre-dois-espelhos-planos.htm>. Acesso: 09/07/2014.
- [6] LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. *Física: volume 2*. São Paulo, Scipione, 2005.

O DISCO DE NEWTON



[1]

1 – Histórico

Em 1666, Isaac Newton, utilizando um prisma triangular de cristal, fez com que um feixe luminoso atravessa-se tal prisma obtendo como resultado o que hoje é chamado de espectro, devido ao diferente índice de refração ou desvio de cada uma das cores que compõem a luz branca. Newton explicou que a luz considerada branca é, de fato, uma luz composta de várias cores. Chama-se dispersão da luz a divisão de um raio de luz em seus componentes devido à sua diferente refração. A soma de cores se consegue por um aparelho chamado disco de Newton, disco pintado com as cores que compõem o espectro de luz branca, gerando velozmente adquire luz branca.

2 – Introdução [2]

A luz visível é uma radiação eletromagnética cujas faixas de luz variam entre o vermelho e o violeta. O olho humano percebe as cores básicas deste espectro com bastante distinção. São elas: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. A luz do Sol, quando atravessa gotículas de água, resulta em um fenômeno denominado arco-íris. Para comprovar o inverso, ou seja: que a luz branca é proveniente da soma de todas as cores, nosso cientista criou o chamado “disco de Newton”.

Nossos olhos, ao serem sensibilizados pela luz proveniente de um objeto, conservam esta imagem durante cerca de 0,1 s. Então, quando duas ou mais imagens se superpõem na retina, com intervalo igual ou inferior a este, temos a sensação de continuidade (é graças a esta propriedade que, ao

recebermos no cinema imagens sucessivas de um acontecimento, projetadas na tela, temos a sensação de que há movimento).

3– Objetivo

Mostrar que o branco é a soma das outras cores com um disco girante.

4 – Material

Disco pintado com as cores do espectro solar

1 motor elétrico

1 pilha

5 – Experimento

Essa é uma experiência clássica para mostrar que o branco é a soma das cores visíveis. Criar um disco com setores pintados com as cores do espectro solar, conforme a figura 1. Fazer um furo no centro do disco e inserir em um eixo de um motor elétrico, figura 2 (ou inserir um lápis nesta região e girar velozmente o lápis). Se a proporção de cores for correta, o disco girante fica branco (na maioria das vezes, fica apenas cinza). É preciso experimentar vários conjuntos de setores coloridos até achar uma combinação que dê um branco aceitável.

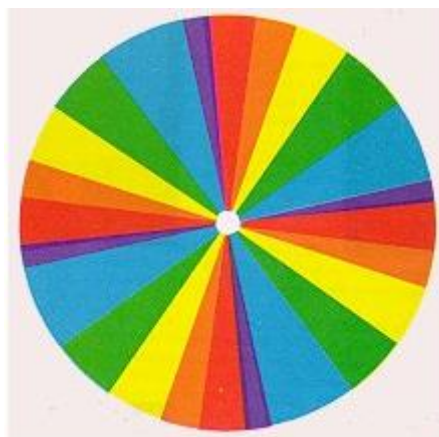


Figura 1 – Disco com setores pintados com as cores do espectro solar. [3]

É uma experiência de soma de cores, por exemplo, verde com vermelho, pode dar branco. Nessa experiência com discos girantes, a soma de cores deve-se à persistência das imagens em nossa retina. É o mesmo efeito usado

na projeção de filmes. Uma sucessão rápida de imagens se mistura em nossa retina e o que vemos é uma imagem contínua. [3]



Figura 2 – Montagem do experimento.

6 - Referências Bibliográficas

[1] Disponível em: <http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/webvol06/vol6.htm>. Acesso: 09/07/2014.

[2] Disponível em: <http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino /construindo-disco-newton.htm>. Acesso: 09/07/2014.

[3] Disponível em: <http://www.seara.ufc.br/sugestoes/fisica/oti8.htm> . Acesso: 09/07/2014.

ELETROÍMÃ E A EXPERIÊNCIA DE OERSTED



[1]

1 – Histórico [2]

As observações de fenômenos magnéticos naturais são muito antigas, há relatos dos gregos em uma região da Ásia conhecida por Magnésia, embora haja indícios de que os chineses já conheciam o fenômeno há muito mais tempo. Ainda no século VI a.C., Tales de Mileto, em uma de suas viagens ao continente (na época província da Grécia), constatou que pequenas pedrinhas tinham a capacidade de atrair tanto objetos de ferro quanto a de atraírem-se. Tales foi o primeiro a tentar explicar o fenômeno afirmando que a magnetita - o minério magnético presente no solo - seria possuidor de uma espécie de "alma", e que esse poderia comunicar "vida" ao ferro inerte, que por sua vez também adquiria o poder de atração. Tales não teria sido contudo o primeiro a descobrir tal fenômeno na região. Conta a lenda que um pastor de ovelhas, de nome Magnes, teria percebido que a ponta de ferro do seu cajado ficava presa quando este o encostava em determinadas pedras, a magnetita. Segundo alguns autores, do nome da região derivou-se o termo "magnetismo", até hoje usado para estudar os fenômenos relacionados. Contudo para outros o termo "magnetismo" advém do nome do pastor de ovelhas que teria constatado o primeiro fenômeno "magnético".

Os chineses foram certamente os primeiros a encontrar aplicações práticas para o magnetismo, já utilizavam um precursor da bússola, uma colher feita de magnetita que, colocada em equilíbrio sobre um ponto de apoio central, podia mover-se livremente. Tratava-se da "colher que apontava para o sul", sempre presente em seus rituais. No século VI os chineses já dominavam a

tecnologia para a fabricação de ímãs. Esses fenômenos, contudo, não despertaram um maior interesse, pelo menos até o século XIII, quando começaram a surgir observações e trabalhos mais acurados a respeito da eletricidade e do magnetismo. Delas decorreram de imediato a conclusão de que os fenômenos elétricos e magnéticos teriam naturezas completamente distintas, ideia que perdurou até dois séculos atrás.

2 – Introdução [3]

Em motores e medidores, os movimentos ocorrem sem que haja contato direto entre as partes fixa e móvel. Esses movimentos acontecem devido a uma ação à distância, o que indica a existência de um campo. Esse campo é de natureza magnética e análogo ao produzido por um ímã.

Os efeitos magnéticos do ímã são mais pronunciados nas proximidades das extremidades, comumente denominadas “polos”. A palavra polo não é totalmente apropriada para descrever o que ocorre com o ímã, pois seus efeitos magnéticos são ocasionados por correntes elétricas microscópicas.

Quando colocamos uma das extremidades de um ímã próxima à extremidade de outro podemos observar uma repulsão ou uma atração, o que indica a existência de dois tipos de polos, denominados polo norte e polo sul. A atração ocorre entre polos de natureza diferentes, enquanto que a repulsão se dá entre polos iguais, conforme a figura 1. Em qualquer um dos casos a interação ocorre à distância, evidenciando a existência de um campo magnético em torno dos ímãs.

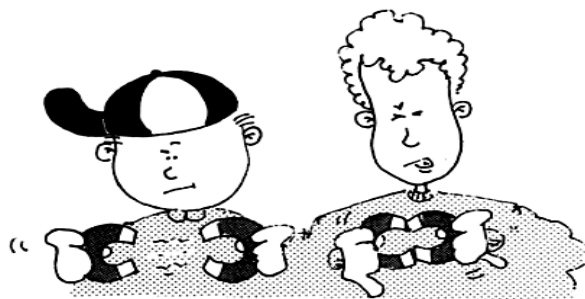


Figura 1 – Representação de dois pares de ímãs, atraindo-se e repelindo-se.[3]

A direção do campo magnético em cada ponto em torno de um ímã pode ser determinada com o auxílio de uma bússola ou limalha de ferro. As bússolas são normalmente usadas para orientação porque suas agulhas, por serem

imantadas, tendem a se alinhar paralelamente ao campo magnético da Terra. Essa sensibilidade ao campo magnético permite que elas possam também ser utilizadas para indicar a direção desse campo em torno do ímã.

A visualização do campo magnético pode ser feita com o auxílio das denominadas linhas de campo que são entidades geométricas construídas de modo que, em cada ponto, a agulha magnética da bússola seja tangente à linha. O mapeamento das diversas linhas pode ser feito deslocando-se a bússola nas proximidades do ímã. A figura 2 ilustra as linhas de campo de um ímã em barra. Convencionalmente, costuma-se adotar o sentido das linhas de campo como saindo do polo norte e entrando no polo sul. De acordo com essa convenção o polo norte da bússola indica o sentido do campo.

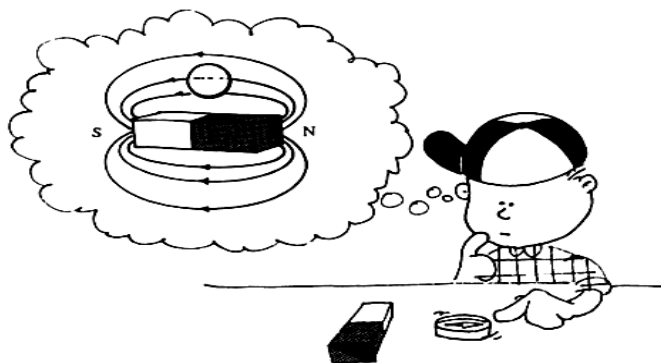


Figura 2 – Representação de um ímã em barra e uma bússola sobre algumas linhas do campo magnético. [3]

Não são só os ímãs que produzem campos magnéticos. Esses campos sempre estão presentes quando em fios metálicos existem correntes elétricas. Se enrolarmos um fio esmaltado em forma de bobina e ligarmos suas extremidades a uma bateria, teremos um sistema que produz um campo magnético bastante semelhante ao do ímã. Tal campo magnético também pode ser evidenciado por meio de bússolas e representado através de linhas de campo como ilustra a figura 3.

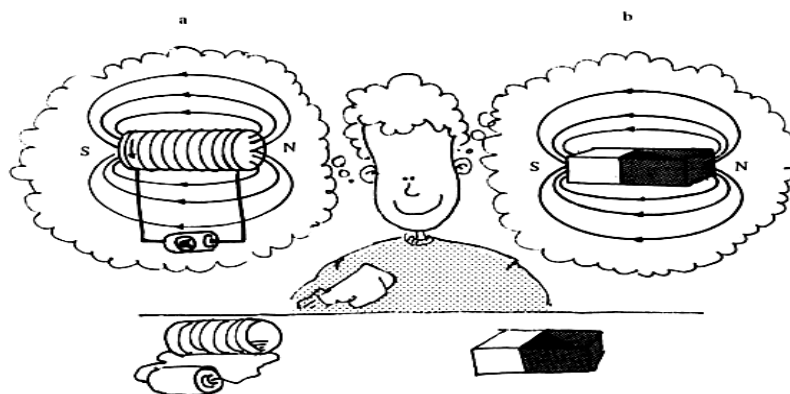


Figura 3 – Representação das linhas do campo magnético: a) de um solenóide com corrente; b) de um ímã em barra. [3]

Do mesmo modo que dois ímãs interagem entre si, o campo magnético em torno de uma bobina com corrente faz com que ela também possa causar força sobre um ímã. E a bobina “parece” ter dois polos, pois se aproximarmos o polo norte de um ímã de uma de suas extremidades obteremos uma força, que pode ser de repulsão ou atração. Costuma-se denominar polo norte da bobina a sua extremidade que atrai o polo sul do ímã, isso é ilustrado na figura 4.

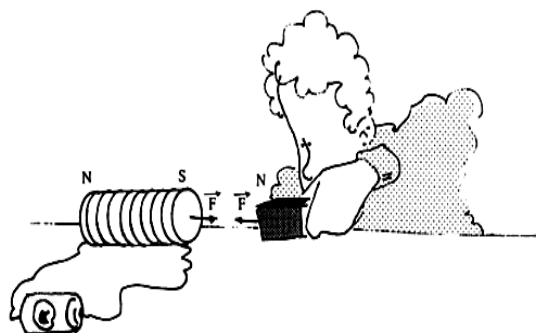


Figura 4 – As forças representam a interação atrativa entre o polo norte da bobina e o sul do ímã. [3]

As linhas de campo magnético são fechadas, sendo essa uma característica de todas as linhas de campo magnético, inclusive as de um ímã. O campo magnético só pode ser representado por linhas fechadas, para as quais não existe o conceito de começo ou fim (figura 5).

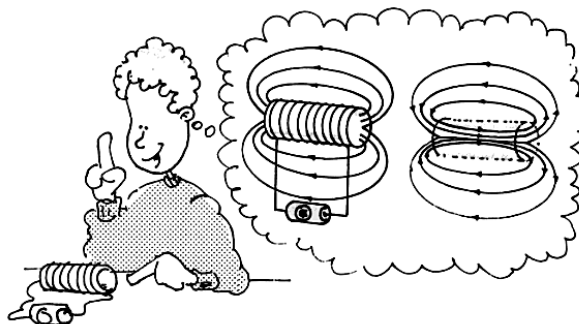


Figura 5 – Representação das linhas do campo magnético criado por uma corrente na bobina. [3]

Nas extremidades da bobina existe uma grande concentração das linhas de campo fazendo com que aí os efeitos magnéticos sejam mais intensos, simulando aí a existência de polos. Os polos de um ímã também não são polos de verdade. Ímãs são análogos a bobinas, porque o campo magnético criado por eles se deve a correntes elétricas existentes no interior do material magnético. Essas correntes ocorrem no interior do átomo. O efeito global devido a todos os átomos no interior do ímã corresponde a uma corrente sobre a superfície do material como ilustra a figura 6.

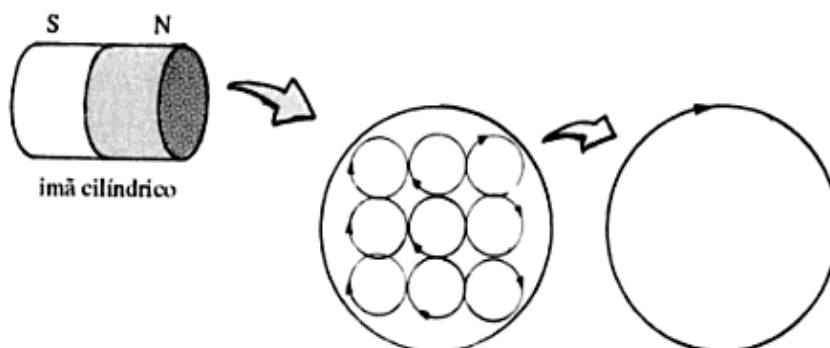


Figura 6 – Representação das correntes superficiais em um ímã permanente.[3]

Isto nos permite compreender um fato interessante: a impossibilidade de separarmos os polos norte e sul de um ímã. Quando um ímã é quebrado, obtêm-se dois novos ímãs, cada qual com seus polos norte e sul, conforme ilustra a figura 7. Não podemos separar os polos norte e sul tanto no caso de bobinas como no de ímãs. Nos dois casos as linhas de campo magnético são constituídas por linhas fechadas e a palavra polo é utilizada figuradamente.

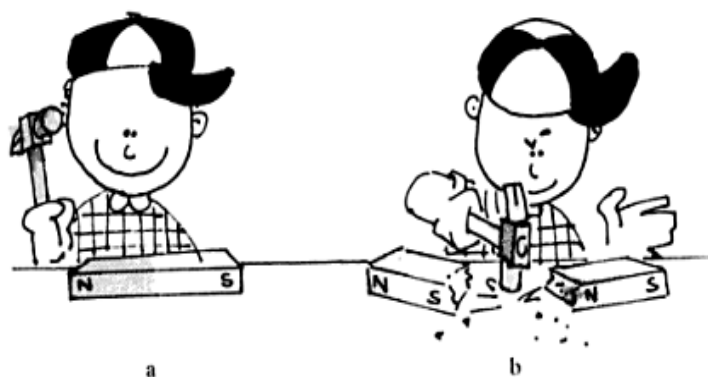


Figura 7 – Representação das polaridades. [3]

O fio com corrente tem em torno de si um campo magnético cujas linhas são curvas fechadas ao redor do fio. O sentido do campo magnético é determinado pelo sentido da corrente, assim, se invertermos a corrente de um fio, o campo magnético ao seu redor também será invertido. A relação entre os sentidos da corrente e campo é dada pela regra ilustrada na figura 8, denominada regra da mão direita.

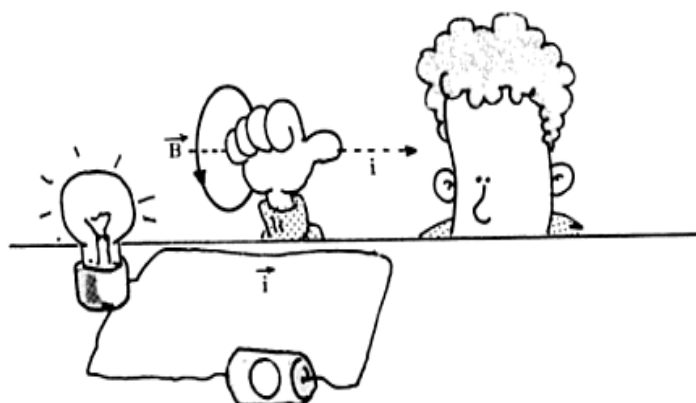


Figura 8 – Regra da mão direita: envolvendo o fio com a mão direita e fazendo o polegar coincidir com o sentido da corrente elétrica os outros dedos indicam o sentido das linhas do campo magnético. [3]

3 – Objetivo

Neste experimento vamos mostrar que é possível criar um ímã muito parecido a um ímã natural com o uso da eletricidade e como uma corrente elétrica podia atuar como se fosse um ímã, provocando desvios em uma agulha magnética.

4 – Material

fio fino (capeado ou esmaltado)

1 prego

2 pilhas

pequenos objetos de ferro ou aço

bússola

5 – Experimento

5.1 – Eletroímã

Um condutor enrolado de modo a formar um conjunto de N espiras sucessivas, praticamente circulares, como na figura 9, é denominado solenóide. Uma bobina pode ser usado como sinônimo de solenóide, embora, bobina seja um termo mais geral, que designa qualquer tipo de enrolamento. [4]

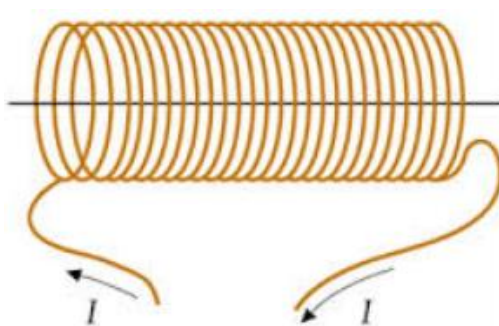


Figura 9 - Modelo de um solenóide. [5]

Ligando-se o solenóide a uma bateria, uma corrente elétrica circulará por suas espiras, estabelecendo um campo magnético em pontos tanto no interior quanto no exterior da bobina. Na figura 10 estão apresentadas algumas linhas de indução deste campo magnético. As linhas de indução no interior do solenóide são paralelas ao eixo, isto é, o vetor \vec{B} , em qualquer ponto do interior do solenóide, tem aquela direção. [4]

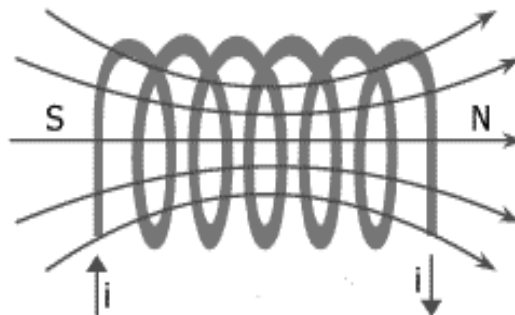


Figura 10 – Representação das linhas de indução do campo magnético criado por uma corrente que passa por um solenóide. [6]

O campo magnético de um solenoide apresenta uma configuração muito semelhante à de um ímã em forma de barra. Portanto, um solenóide possui praticamente as mesmas propriedades magnéticas de um ímã. Um solenóide percorrido por uma corrente, suspenso de maneira que possa girar livremente, se orienta na direção norte-sul. Além disso, suas extremidades se comportam como os polos de um ímã, como representado na figura 2: a extremidade da qual as linhas de indução estão emergindo se comporta como um polo norte e a extremidade na qual elas penetram no solenóide constitui um eletroímã, isto é, um ímã obtido por meio de uma corrente elétrica. [4]

Os solenoides são utilizados numa grande quantidade de aplicações na indústria, em eletrodomésticos de todos os tipos, em eletrônica embarcada (automotiva, aeronáutica e náutica) além de muitos outros campos em que a eletrônica esteja presente. O solenoide é um dos mais importantes de todos os dispositivos eletromecânicos conhecidos. Existem diversas maneiras de se obter força mecânica a partir de energia elétrica. Os motores elétricos são consistem no exemplo mais conhecido disso, onde aproveitando-se o efeito magnético da corrente podemos criar forças capazes de mover um rotor. [7]

Material para a montagem do experimento é: fio condutor; uma pilha de 1,5 V; pedacinhos de metal; um prego grande.

Enrole um fio fino (capeado ou esmaltado) em torno de um prego grande, de ferro, de modo a formar uma bobina com cerca de 50 espiras. Ligue as extremidades do fio aos polos de uma ou duas pilhas, como mostra a figura desta experiência (figura 11). Desta maneira, você terá construído um eletroímã com núcleo de ferro.



Figura 11 – Eletroímã. Fonte: Elaborada pelo autor.

Aproxime uma das extremidades do eletroímã, de pequenos objetos de ferro ou aço (preguinhos, alfinetes, cliques, etc.). Observe a atração do prego imantado sobre estes pequenos objetos. Desligue a corrente com esta atração, o que acontece?

5.2 – Experiência de Oersted [4]

Hans Christian Oersted (1777-1851): Físico dinamarquês que em 1806 se tornou professor da Universidade de Copenhague, onde desenvolveu várias pesquisas no campo da Física e da Química. Em um ensaio publicado em 1813, previu que deveria existir uma ligação entre a eletricidade e o magnetismo. Em 1820, durante uma aula, descobriu que uma agulha magnética é desviada quando colocada nas proximidades de um condutor que conduz uma corrente elétrica, assim confirmando experimentalmente sua previsão. Oersted foi professor e conferencista conceituado, dedicando-se ainda a escrever alguns artigos sobre filosofia. Em 1824, fundou uma sociedade para divulgar os conhecimentos científicos entre o povo.

Em 1820, trabalhando em seu laboratório, Oersted montou um circuito elétrico, tendo nas proximidades uma agulha magnética. Não havendo corrente no circuito (circuito aberto), a agulha magnética se orientava na direção norte-sul, como já sabemos. A montagem apresentada na figura 12a é semelhante àquela feita por Oersted. Observe que um dos ramos do circuito (o fio *AB*) deve ser colocado paralelamente à agulha, isto é, deve ser orientado na direção norte-sul.

Ao estabelecer uma corrente no circuito, Oersted observou que a agulha magnética se desviava, tendendo a se orientar em uma direção perpendicular ao fio AB , figura 12b. Interrompendo-se a corrente, a agulha retornava à sua posição inicial, ao longo da direção norte-sul. Estas observações realizadas por Oersted mostravam que uma corrente elétrica podia atuar como se fosse um ímã, provocando desvios em uma agulha magnética. Verifica-se, assim, pela primeira vez, que existe uma relação entre a Eletricidade e o Magnetismo: *uma corrente elétrica é capaz de produzir efeitos magnéticos*.

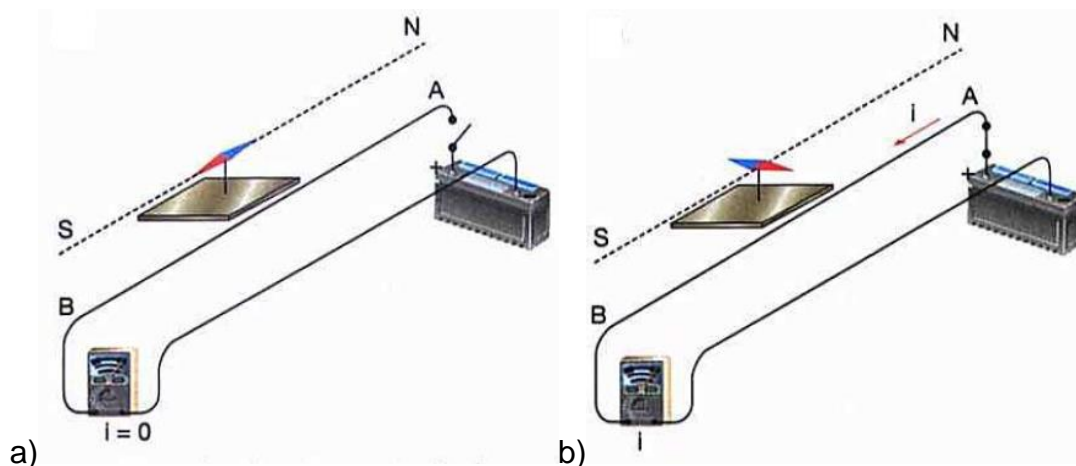


Figura 12 – Uma agulha magnética colocada nas proximidades de um fio que conduz uma corrente elétrica tende a se posicionar perpendicularmente ao fio.

[4]

Percebendo a importância de sua descoberta, Oersted divulgou o resultado de suas observações, que imediatamente atraiu a atenção de grandes cientistas da época. Alguns deles passaram a desenvolver pesquisas relacionadas com o fenômeno, destacando-se o trabalho de Ampère. Em pouco tempo, graças a estas pesquisas, verificou-se que qualquer fenômeno magnético era provocado por correntes elétricas, isto é, conseguia-se, de modo definitivo, a unificação do Magnetismo e da Eletricidade, originando o ramo da Física atualmente denominado Eletromagnetismo. Na figura 13 verifica-se a montagem do kit experimental.

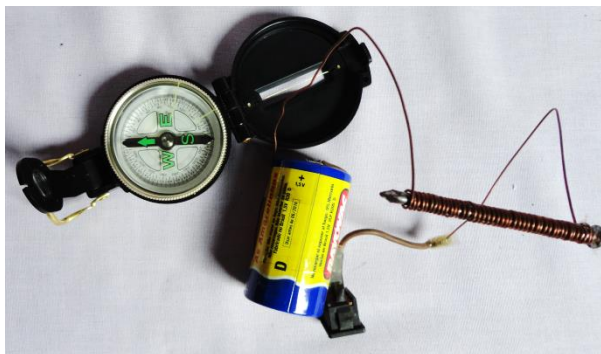


Figura 13 – Experimento de Oersted. Fonte: Elaborada pelo autor.

6 – Referências

- [1] Disponível em: <http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/webvol03/vol3.htm>
Acesso: 09/07/2014.
- [2] Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Magnetismo> Acesso: 09/07/2014.
- [3] GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física 3: eletromagnetismo*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 7ª edição, 1ª reimpressão.
- [4] LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. *Física: volume 3*. São Paulo, Scipione, 2005.
- [5] Disponível em: http://rabfis15.uco.es/proyecto/Fund_teoricos/campo%20de_bido%20a%20un%20solenoides.htm Acesso: 09/07/2014.
- [6] Disponível em: <http://www.mspc.eng.br/elemaq/eletrm0220.shtml> Acesso: 09/07/2014.
- [7] Disponível em: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/3890-mec095> Acesso: 09/07/2014.