

Relatório Final de F809 (Instrumentação para Ensino)

Melhorar, Apresentar e Registrar a apresentação de um Experimento de F-809, Força entre Correntes



Aluno: Rodrigo de Souza Gama, RA 017273
Orientadora: Maria Inês Petrucci Rosa

Índice

I - Resumo	3
II – Realização do projeto	4
<i>II-1. Descrição breve da montagem e funcionamento do projeto original</i>	4
<i>II-2. Adaptações feitas no experimento</i>	7
<i>II-3. Teoria envolvida nos experimentos</i>	7
<i>II-4. Seqüência Didática</i>	13
III – Apresentações e registros relevantes das apresentações	
<i>III-1. Exposição, em transparência, do esquema de uma campanha pouco convencional, além das hipóteses dos alunos.</i>	14
<i>III-2. Exposição do Projeto, além das hipóteses dos alunos</i>	15
<i>III-3. Finalização</i>	18
IV – Anexos	19
V - Bibliografia	23

I - Resumo

O principal objetivo deste trabalho foi mostrar que a aplicação dos experimentos elaborados pelos alunos de F-809 (Instrumentação para o Ensino), podem ser utilizados em salas de aula das escolas, podendo auxiliar didaticamente na explicação de vários fenômenos físicos.

Neste trabalho, o experimento selecionado e conseqüentemente o tema proposto a ser explicado durante a apresentação deste será a relação entre corrente, campo e força elétrica nos fios, mais especificamente a força exercida sobre fios quando estes, ao conduzirem corrente estando sobre ação de um campo magnético externo, seja pela ação de outro fio (devido a corrente paralela ou antiparalela) ou pela ação do campo magnético terrestre, sofrem desvio de sua posição original, ocasionado pelas forças que atuam nestes casos.

O experimento original foi inicialmente elaborado pelo aluno Rafael Jurado Neto, sob orientação do Prof. Dr. José Joaquim Lunzazzi, como projeto da disciplina F-809 do Instituto de Física da Unicamp, [1].

A Escola selecionada foi a Escola e Cursinho Comunitário Pré-Vestibular Herbert de Souza, [2], que dispôs suas salas para a apresentação do projeto aos alunos.

De acordo com a seqüência apresentada no projeto, o mesmo dependerá dos seguintes acessórios, já concluídos:

- Projeto F-809[1], consiste em fitas de alumínio dentro de garrafa pet, utilizadas para comprovar a atração e repulsão das forças entre correntes; 4 pilhas (1,5V cada) totalizando 6V para cada fita de alumínio gerar corrente; Fios com garras jacaré e interruptor para contato entre as fitas e as pilhas; Escola para a apresentação, incluindo lousa e retro-projetor; Bússola, para registrar a orientação dos campos magnéticos envolvidos; Máquina Fotográfica.

Roteiro da apresentação:

- Estimular hipóteses sobre o funcionamento de uma campainha ideal e muito pouco convencional pelo exposição, em transparência, de seu esquema de funcionamento, pois o mesmo também utiliza o Fenômeno Força entre Correntes. Estimular hipóteses sobre o funcionamento do Projeto de F-809.
- Explicação teórica aos alunos sobre os fenômenos, juntamente com as respostas sobre suas hipóteses sobre o fenômeno físico envolvido (Força entre Correntes);
- Espaço para Perguntas e Finalização.

II – Realização do projeto

II-1. Descrição breve da montagem e funcionamento do projeto original

Material utilizado

- Garrafas pet de dois litros.
- Papel alumínio.
- Pilhas.
- Fita adesiva.

Obs: As dimensões das fitas, quantidades de pilhas e outros dados foram selecionados a partir de vários testes experimentais.

Montagem do primeiro projeto:

1 – Retira-se o fundo de duas garrafas pet.

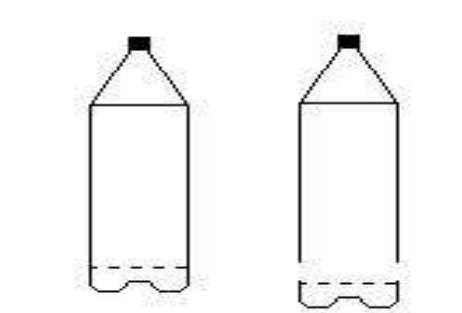


Figura 1: onde deve cortar a garrafas.

2 – Une-se as garrafas pelo fundo.

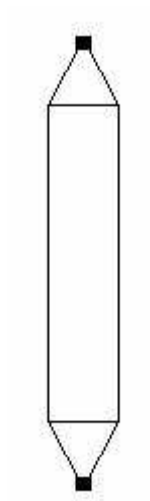


Figura 2: Garrafas unidas pelo fundo.

3 – Faz-se um contar (tipo uma fenda) de aproximadamente 2mm no centro das duas tampas das garrafas, é por ai que as fitas irão passar.

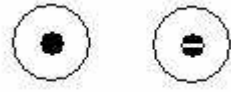


Figura 3: corte nas tampas.

4 – Corta-se uma fita com o comprimento suficiente para passas pelas duas tampas das garrafas, com aproximadamente 15mm de largura.

5 – Corta-se uma outra fita, também com comprimento suficiente para passar pelas duas tampas, mas essa com largura de aproximadamente 5mm.

6 – Passa-se as duas fitas pelas tampas das garrafas, deixando-as paralelas.



Figura 4: Esquema de como colocar as fitas.

7 – Fixa-se as fitas nas tampas das garrafas, amarrando um barbante entorno da tampa.

8 – Deixa-se a fita com largura de 15mm bem esticada e a fita com largura de 5mm parcialmente flácida, pois ela que ira se movimentar.

Montagem do segundo projeto:

1 – Retira-se o fundo de duas garrafas pet.

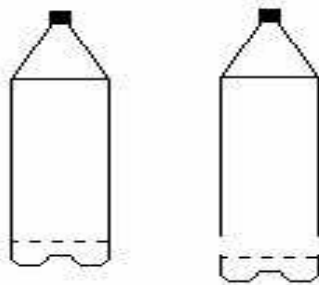


Figura 5: onde deve cortar a garrafas.

2 – Une-se as garrafas pelo fundo.

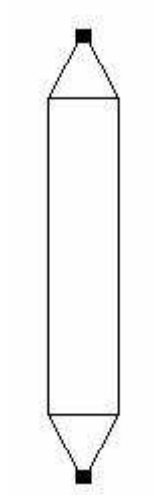


Figura 6: Garrafas unidas pelo fundo.

3 – Faz-se um contar (tipo uma fenda) de aproximadamente 2mm no centro das duas tampas das garrafas, é por ai que as fitas irão passar.

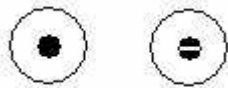


Figura 7: corte nas tampas.

4 – Corta-se uma fita com o comprimento suficiente para passar pelas duas tampas, mas essa com largura de aproximadamente 5mm.

5 – Passa-se a fita pelas tampas das garrafas.



Figura 8: Esquema de como colocar a fita.

6 – Fixa-se a fita nas tampas das garrafas, amarrando um barbante entorno da tampa.

7 - A fita não pode estar muito esticada, pois ela que ira se movimentar.

II-2. Adaptações feitas no experimento

Foi montado e instalado, para facilitar a exposição do projeto original:

Base de sustentação, isto é, um suporte instalado em um dos extremos da montagem (tampa) para permitir que a mesmas fique na posição vertical, favorecendo a visualização do experimento e evitando a interferência da gravidade sobre as fitas.

Montagem e instalação de interruptor, para as duas montagens, para fechar e abrir o contato entre as pilhas e as fitas de modo instantâneo, pois além de ser o suficiente para permitir a visualização do fenômeno força entre correntes, evita o desgaste da pilha (devido ao contato prolongado).

II-3. Teoria envolvida nos Experimentos

Interação magnética e campo magnético

O fato de dois ímãs se atraírem ou se repelirem, dependendo das suas posições, pode sugerir a existência de "cargas magnéticas" similar es às elétricas. Entretanto, tal modelo não deve ser considerado.

Cargas elétricas podem existir de forma isolada, mas não é possível separar espécies de magnetismo. Se um ímã for dividido em duas ou mais partes, estas serão simplesmente outros ímãs com as mesmas características de atração e repulsão do original. No modelo aceito, não existem cargas, mas sim dipolos magnéticos. Aos pólos são dados os nomes de norte e sul. E a interação entre os mesmos é a face mais visível do magnetismo: pólos idênticos se repelem e pólos opostos se atraem.

O conceito de campo magnético é similar ao do elétrico. O vetor do campo magnético B é chamado de indução magnética e as linhas que representam o campo são ditas linhas de indução. E as propriedades são as mesmas:

1. Uma tangente à linha de indução em um determinado ponto indica a direção do vetor B nesse ponto.
2. O número de linhas por unidade de área é proporcional ao módulo do vetor B . Isso significa que as linhas são mais próximas entre si onde B é maior e mais afastadas onde B é menor.

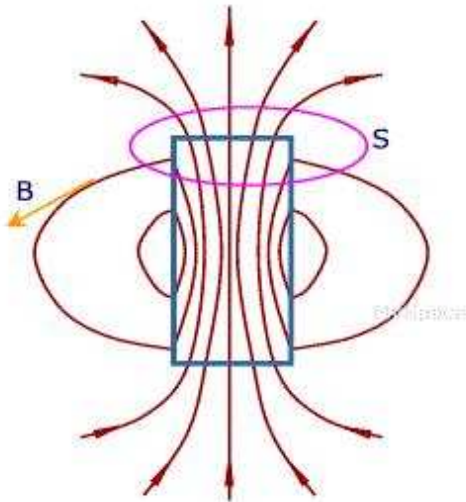


Figura A-1: Demonstração das linhas do campo magnético.

A figura A.1 dá uma indicação aproximada das linhas de indução em um ímã de formato cilíndrico.

O fluxo de campo magnético é dado de forma similar ao elétrico:

$$\phi_B = \int_S B ds$$

Entretanto, a lei de Gauss para o magnetismo tem uma formulação diferente da eletricidade.

Na página anterior foi visto que, para uma superfície fechada, $\phi_E = q/\epsilon_0$, onde q é a carga elétrica no interior da mesma.

Desde que não há pólos magnéticos isolados, para uma superfície fechada como S da figura, devemos ter:

$$\phi_B = \int_S B dS = 0$$

Repetindo - isso é importante - a igualdade é válida se S for uma superfície fechada.

O modo de definição do campo magnético B também sofre a influência da não existência de pólos isolados. Desde que um campo magnético pode exercer uma força sobre uma carga elétrica, ele é definido pelo modo de interação de ambos.

Seja, conforme figura (A2), uma carga elétrica q que se move com velocidade v e sobre a qual age uma força F Perpendicular a v . Então, a indução magnética no ponto da carga é o vetor B que satisfaz à relação:

$$F = qv \times B$$

Ou seja, a força é o produto vetorial de qv pela indução magnética. E a direção de $v \times B$ pode ser vista pela conhecida regra da mão direita.

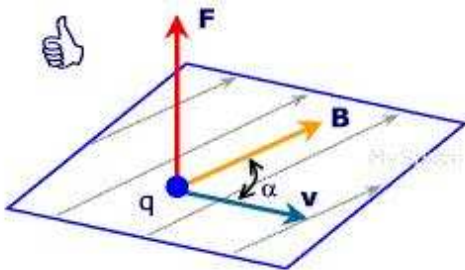


Figura A-2: Regra da mão direita.

Notar que, se v for nulo, F também será e isto significa que a interação eletromagnética só ocorre com cargas em movimento.

Se existe também um campo elétrico, podemos considerar a soma vetorial da força que ele exerce sobre a carga, resultando numa formulação mais genérica:

$$F = qE + qv \times B$$

Esta é a chamada relação de Lorentz.

A unidade de B é $N \ s \ C^{-1}m^{-1}$, que no Sistema Internacional é chamada tesla (T).

Uma unidade antiga, mas ainda possivelmente usada, é o Gauss(G) que equivale a $10^{-4}T$.

O fluxo magnético tem como unidade SI o weber (Wb).

E o tesla pode ser também expresso em weber por metro quadrado (Wb/m^2). Isso pode ser deduzido pela relação dimensional conforme igualdade (E 9): weber = tesla x área.

Ação magnética sobre uma corrente elétrica

Supomos um condutor retilíneo de seção circular uniforme de comprimento l e área transversal S , percorrido por uma corrente constante i e sujeito a uma indução uniforme B

(Fig 1-3). A corrente flui com uma velocidade v .

Consideramos a grandeza densidade de corrente j , dada por

$$j = i / S$$

Seja n o número de cargas elementares e (carga do elétron) por unidade de volume.

Então o total de cargas no condutor é $q = n l S e$, que passa por uma seção transversal num tempo dado por $t = l/v$.

A corrente $i = q/t = n l S e / (l/v) = n S v e$. Dividindo tudo por $n S$, temos: $v = i / n S e = j / (n e)$.

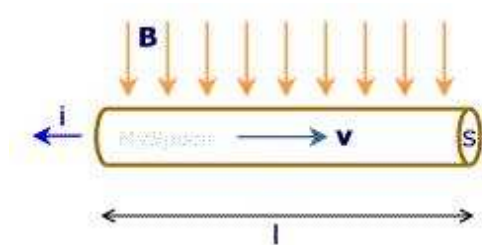


Figura A-3: Corrente e campo magnético em um fio.

Como a indução e velocidade são ortogonais, o módulo da força que atua sobre um elétron é:

$$F_e = evB = eBj/ne = jB/n$$

No comprimento l existem $n S l$ elétrons. Assim, a força total será $F = n S l F_e = n S l j B/n$.

Desde que $jS = i$, temos:

$$F = ilB$$

Se considerarmos l um vetor que representa o comprimento do fio na direção de i , podemos escrever na forma vetorial:

$$F = il \cdot B$$

Campo magnético produzido por uma corrente elétrica

Pelo exposto em tópicos anteriores, é lógico supor (e realmente ocorre) que uma corrente elétrica produz um campo magnético em torno do condutor. O inverso também pode ocorrer, isto é, um campo magnético pode produzir uma corrente elétrica em um condutor. Estes são os fenômenos mais importantes do eletromagnetismo. Sem eles, a energia elétrica teria muito pouca utilidade prática.

Lei de Ampère para o eletromagnetismo:

Diz que, de forma genérica, a relação entre o campo magnético produzido e a

corrente no condutor é dada por:

$$\int_L B dl = \mu_0 i$$

onde: B é o vetor campo magnético, dl é vetor de comprimento infinitesimal ao longo da linha de indução e μ_0 é a constante de permeabilidade magnética que, para o vácuo, é igual a $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb/(Am)}$.

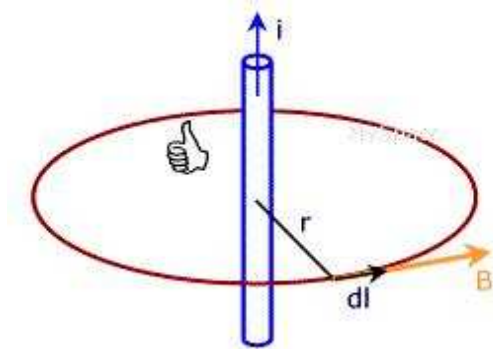


Figura A-4: Direção do campo magnético em um fio.

No caso de um condutor retilíneo de seção circular uniforme, a simetria leva à conclusão de que as linhas de indução são círculos concêntricos. Na figura (A-4) é representada apenas uma.

Como os vetores B e dl têm o mesmo alinhamento e a integral ao longo de uma circunferência é $2\pi r$, temos:

$$B 2\pi r = \mu_0 i \quad \text{ou} \quad B = \mu_0 i / (2\pi r)$$

O resultado está conforme esperado: o campo aumenta com a corrente e diminui com o aumento da distância ao condutor.

O sentido de B é dado pela regra da mão direita conforme exibida na figura A-4.

Força entre condutores paralelos e anti-paralelos

Entre dois condutores de seção circular e paralelos, percorridos por correntes no mesmo sentido (Figura A-5), há uma atração mútua. Basta usar a regra da mão direita para achar os sentidos dos campos e forças. Se as correntes forem invertidas, há uma repulsão mútua (Figura A-6).

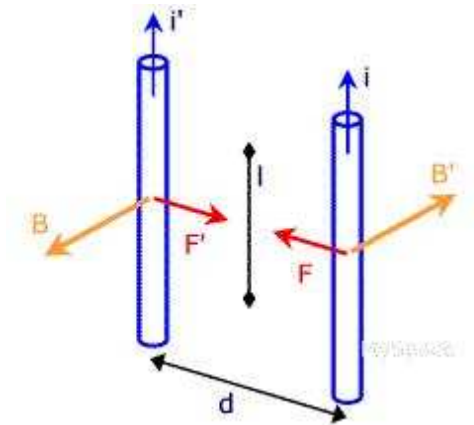


Figura A-5: Força magnética entre fios (atração).

Usando a fórmula anterior, $B = \mu_0 i / (2\pi d)$. Como $F' = i' l \times B$, temos:

$$F' = \mu_0 l i i' / (2\pi d), \text{ para um trecho de comprimento } l.$$

Notar que F e F' têm a mesma intensidade, mas sentidos opostos.

Este resultado é usado no Sistema Internacional (SI) para a definição da unidade de corrente elétrica (Ampère):

Se $d = 1 \text{ m}$, $l = 1 \text{ m}$ e $i = i' = 1 \text{ A}$, basta aplicar o valor de μ_0 dado para obter $F = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ por metro de condutor.

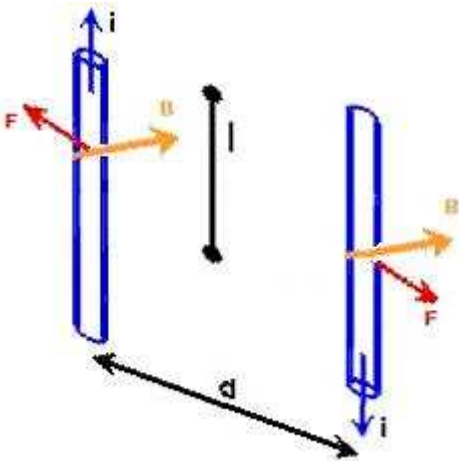


Figura A-6: Força magnética entre fios (repulsão).

II-4. Seqüência Didática

No dia, foi inicialmente apresentada a transparência (foto anexa)do um esquema de uma campainha pouco convencional que funciona devido ao mesmo fenômeno físico envolvido no experimento de força entre correntes. Esta apresentação foi exposta com o objetivo de estimular curiosidades e, conseqüentemente, registrar as hipóteses dos alunos sobre o que poderia estar acontecendo dentro de um aparelho tão comum em suas casas. Após, foi apresentado o projeto[1] e os mesmos foram novamente estimulados a sugerir hipóteses sobre os fenômenos físicos envolvidos. Após, foi feita uma comparação entre os dois e concluído a aula explicando a teoria envolvida nos dois casos juntamente com as respostas corretas (baseado na teoria) a todas hipóteses dos alunos.

Toda a aula foi preparada com o objetivo de atender alunos do ensino médio.

III – Apresentações e registros relevantes das apresentações

III-1. Exposição, em transparência, do esquema de uma campainha pouco convencional, além das hipóteses dos alunos.

Inicialmente foi exposto aos alunos, conforme já foi escrito anteriormente, a transparência do esquema elétrico de uma campainha pouco convencional, mas que utiliza o mesmo fenômeno físico envolvido no projeto, isto é, força entre correntes.

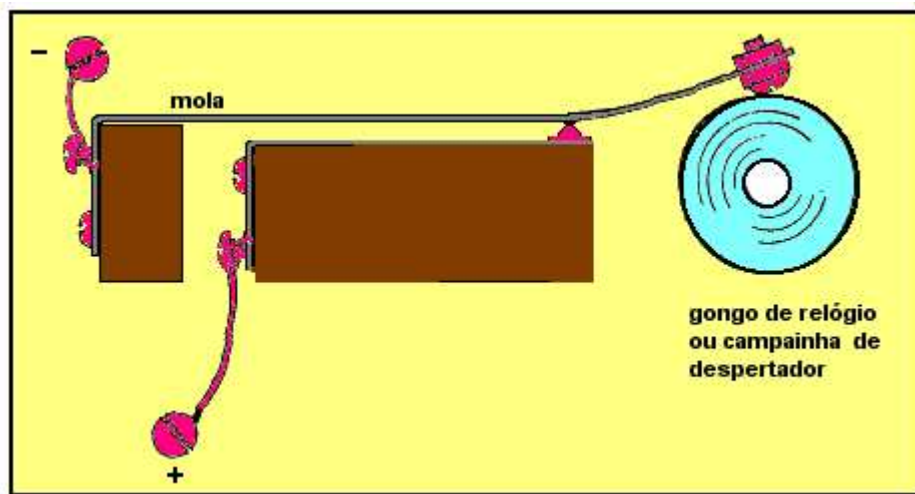


Figura B-1. Esquema elétrico de uma campainha pouco convencional que utiliza Força entre correntes

Para esta apresentação, a única explicação sobre a campainha para sustentar a curiosidade dos alunos e estimular as hipóteses foram:

Quando ligada, o gongo fica recebendo com grande frequência, uma “marteladinha” em sua parte superior devido ao levanta e abaixa da haste com a mola, resultando no barulho de uma campainha.

Com estas informações e estimulado os alunos, saíram as seguintes hipóteses sobre o por que disso:

Aluno A1: A campainha seria uma luta entre a força da mola e a força magnética?

Aluno A2: Se os fios forem invertidos a campainha ainda funciona?

Aluno A3: Tem a ver com o campo magnético?

Aluno A4: É o campo magnético que enverga a haste para cima?

Aluno A5: Quais as forças que a mola exerce?

Aluno A6: É a corrente que entra pelo + que afasta a mola e bate no gongo?

Aluno A7: Isso seria o mesmo esquema de uma pilha quando está ligada em um fio enrolado em um prego?

Aluno A8: Tem algo a ver com indução magnética?

Aluno A9: Tem algo a ver com d.d.p.?

Aluno A10: Como as correntes estavam em sentidos opostos, ocorre o choque dos campos magnéticos?

Aluno A11: As forças estão em sentido contrário?

III-2. Exposição do Projeto, além das hipóteses dos alunos

Neste momento, após o evento da campanha, foi apresentado o experimento das duas garrafas (PET 1 = um filamento de alumínio e PET 2 = dois filamentos de alumínio com espessuras diferentes), que utiliza o mesmo fenômeno físico envolvido na campanha, isto é, força entre correntes.



Figura B-2: Esquema elétrico de uma das garrafas PET (PET 1) que utiliza Força entre Correntes.



Figura B-3: Esquema elétrico de uma das garrafas PET (PET 2) que utiliza Força entre Correntes. Fitas internas pouco visível.

Para esta apresentação, a única explicação foi que as duas garrafas envolviam o mesmo fenômeno físico que a campanha, estimulando novamente os alunos para as hipóteses, seja antes, durante ou depois das apresentações quando ligados e acionado o(s) interruptor(es).

Com estas informações e estimulado os alunos, saíram as seguintes hipóteses sobre o por que disso:

Aluno B1: O que tem dentro da garrafa utiliza no experimento 1? (PET 2)

Aluno B2: Somente o filamento mais fino se movimenta ou foi impressão? (PET 1)

Aluno B3: Se tem algo a ver com a regra da mão direita, como isso funciona? (PET 2)

Aluno B4: O fio vai quebrar quando ligado nas pilhas? (PET 1)

Aluno B5: O que acontece se for feita a inversão do fios da pilha (PET 1 e 2)

Aluno B6: O filamento mexe devido ao atrito?

Aluno B7: Será que o fio vai vibrar quando ligar? (PET 1)

Aluno B8: Isso não envolve Campo Magnético, Corrente e Força nisso? (PET 2)

III-3. Finalização

Após a apresentação dos experimentos, comecei a explicar pausadamente o que ocorreu com algumas sugestões de fenômenos físicos que podiam estar envolvidos. E conforme eu ia percebendo que essas dicas deixavam os alunos satisfeitos, por sanarem suas dúvidas anteriores, eu avançava na explicação. Utilizei para isso, além da transparência da campanha e dos experimentos anteriores, a lousa e transparências essenciais que estão anexas para confirmar.

Na lousa e verbalmente, foi comentado alguns fenômenos envolvidos após o experimento:

3.1. Magnetismo:

- 3.1.1. Imã Natural (Magnetita):
- 3.1.2. Origem
- 3.1.3. Pólos de um Imã
- 3.1.4. Propriedades dos Imãs
- 3.1.5. Campo Magnético
- 3.1.6. Bússola e o Campo Magnético Terrestre
- 3.1.7. Indução Magnética
- 3.1.8. Regra da Mão Direita

3.2 Força Magnética

- 3.2.1. Força Magnética numa Carga
- 3.2.2. Regra da Mão Esquerda
- 3.2.3. Força Magnética sobre Fios: Paralelos e Anti-Paralelos

Este modelo de aula, que estimula a curiosidade do aluno, foi pensada juntamente com a professora Inês por ser considerada por muitos a maneira mais construtiva de transmissão e absorção de conhecimentos pelo aluno, onde a interação se faz também necessária entre professor e aluno, pois os alunos são estimulados a questionar e tentam achar uma solução para o evento, gerando muita curiosidade e interesse do saber, ficando bem registrado o evento, pois professor não dá as respostas de “mão beijada”, apenas direciona-os para tal.

IV – Anexos

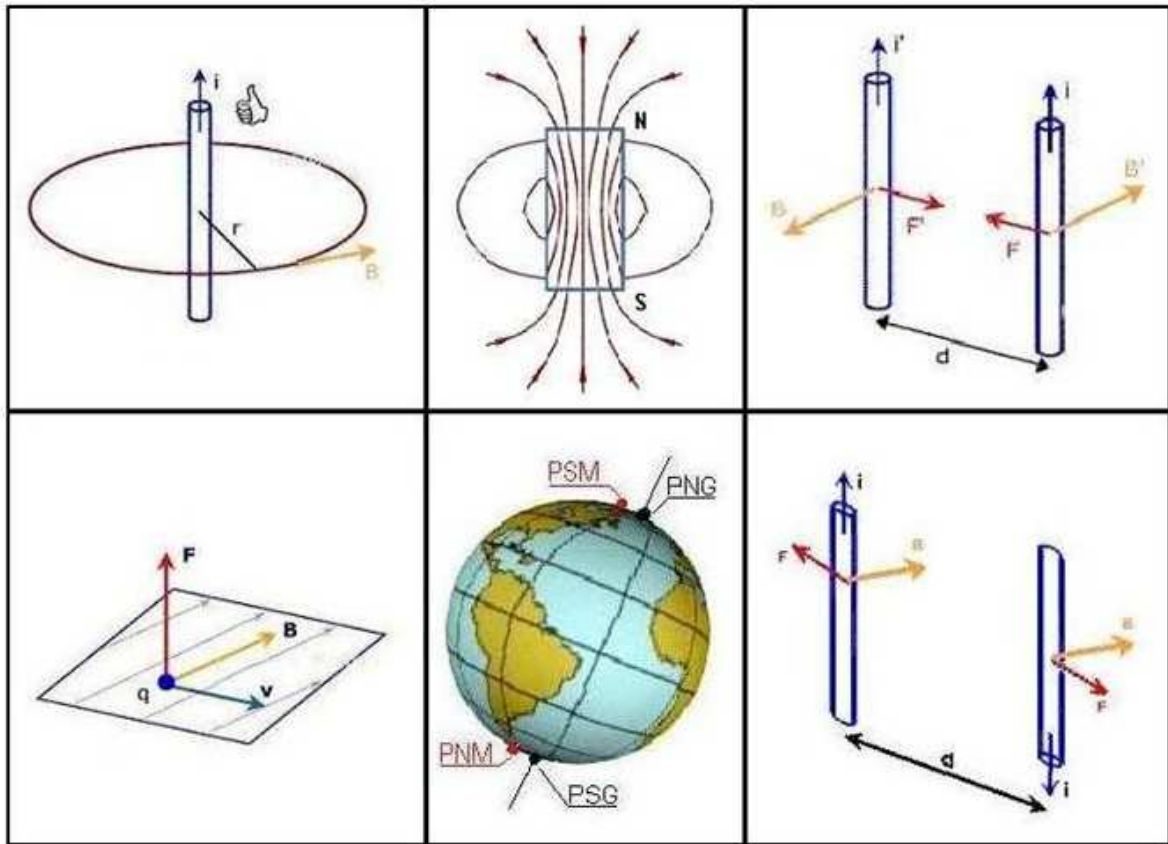


Figura B3: Transparência utilizada após apresentações

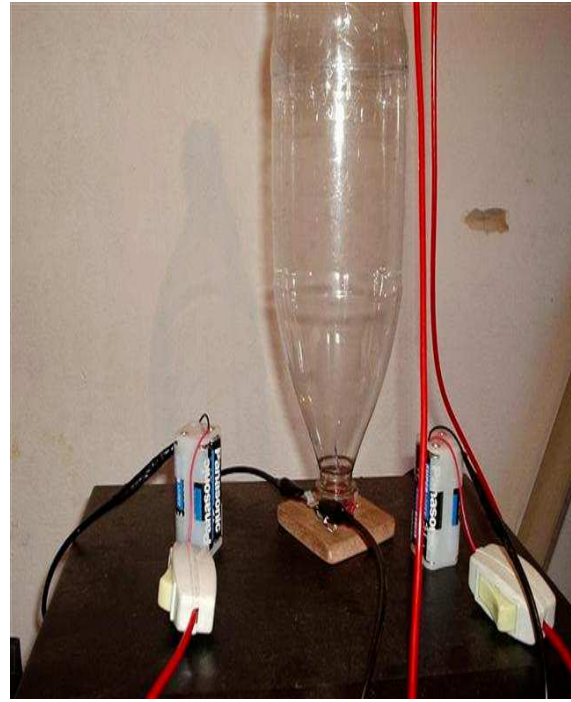


Figura B4: PET 1 com fios de contato, interruptor e pilhas para gerar correntes.

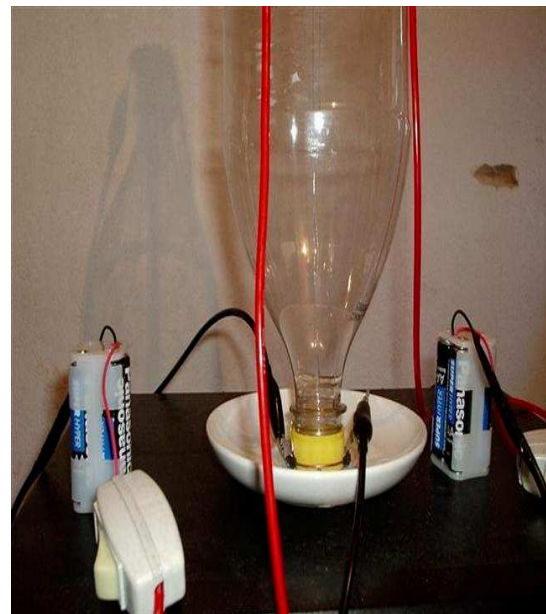
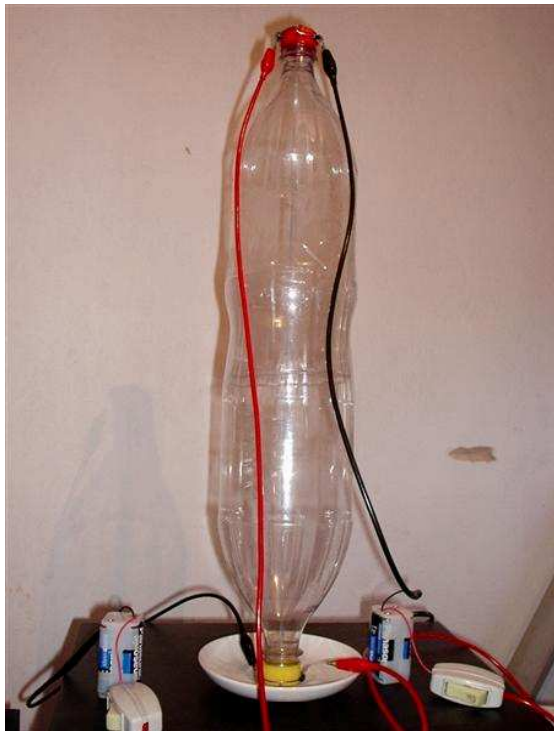


Figura B5: PET 2 com fios de contato, interruptor e pilhas para gerar correntes.

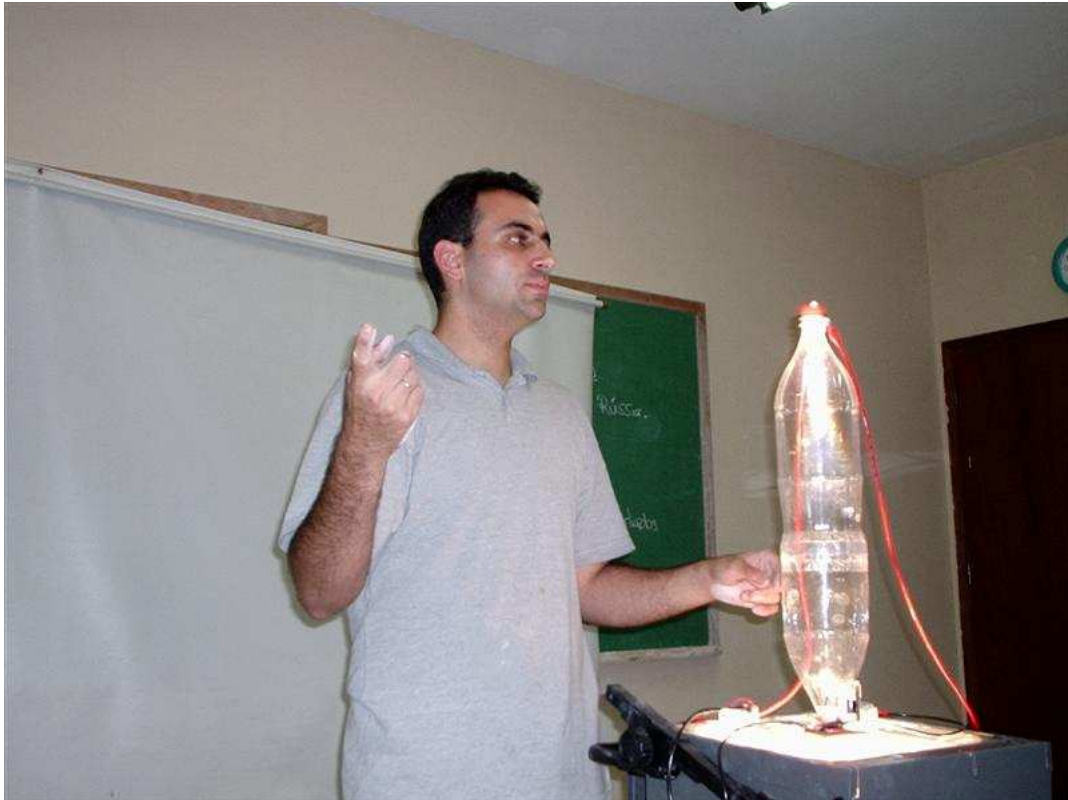


Figura B6: Estimulando as hipóteses, antes de iniciar o experimento

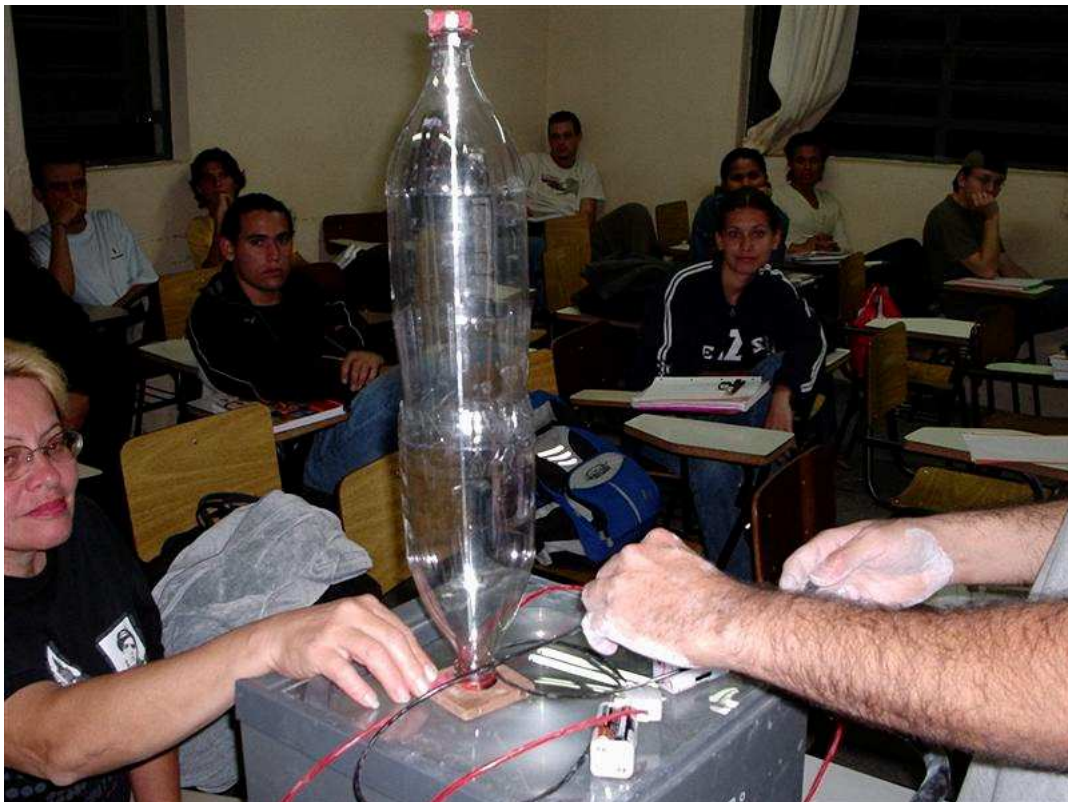


Figura B7: Um pouco antes de Iniciar Experimento.



Figura B6: Experimento sob ação de Campo Magnético Externo, auxiliado pelo Aluna.



Figura B8: Explicação sobre alguns dos fenômenos ocorridos.



Figura B10: Alguns dos alunos da Tarde.



Figura B9: Alguns dos alunos da Noite

V – Bibliografia

[1] Relatório final do projeto "Força entre Correntes" apresentado à disciplina F809 do Instituto de Física da Unicamp no segundo semestre de 2004, feito pelo aluno Rafael Jurado Netto.

[2][http://www.ifi.unicamp.br/%7Elunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/lista_projetosF809- geral_TEMATICA.htm](http://www.ifi.unicamp.br/%7Elunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/lista_projetosF809-geral_TEMATICA.htm).

[3] Escola e Cursinho Pré-Vestibular Herbert de Souza, rua “(a confirmar)”, Associação de Bairros Vila União, Campinas-SP, (19)...

[4] Home Page: <http://www.feiradeciencias.com.br>.

[5] Fundamentos de Ensino de Ciência; Cap. 2, E POR FALAR EM ENSINO DE CIÊNCIA...UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA, pág 22; Décio Pacheco