

**F 609 – Instrumentação para Ensino de Física**

**Instituto de Física “Gleb Wataghin”**

**Unicamp**

## **Relatório Final**

### **FORÇA ENTRE CORRENTES**



#### **Autores**

Carlos Alberto Canhassi RA: 135245 (carloscanhassi x hotmail.com)

Jéssica Belatine RA: 097025 (jbelatine x hotmail.com)

Youssef Eduardo Khalifa RA: 083108 (youssefkagebunshin x gmail.com)

#### **Orientador**

Mauro M. G. Carvalho

<http://portal.ifi.unicamp.br/pessoas/corpo-docente/386-506>

#### **Coordenador**

José Joaquin Lunazzi

**17 de julho de 2014**

## Introdução

Em 18 de setembro de 1820, André Marie Ampère apresentou à Academia suas primeiras observações sobre a ação magnética das correntes elétricas. Ao explorar a experiência fundamental de Oersted, mostrou que dois longos fios retilíneos, paralelos entre si, se atraem (se repelem) caso conduzam correntes constantes no mesmo sentido e, se repelem caso conduzam correntes em sentidos opostos.

O presente trabalho busca demonstrar experimentalmente o fenômeno de atração e repulsão entre correntes elétricas, para tanto serão utilizados basicamente fios longos e uma bateria de 12 V. Vale ressaltar que o experimento é voltado à aplicação em sala de aula, ou seja, visa ser manuseado pelo professor ou mentor.

## Experimento

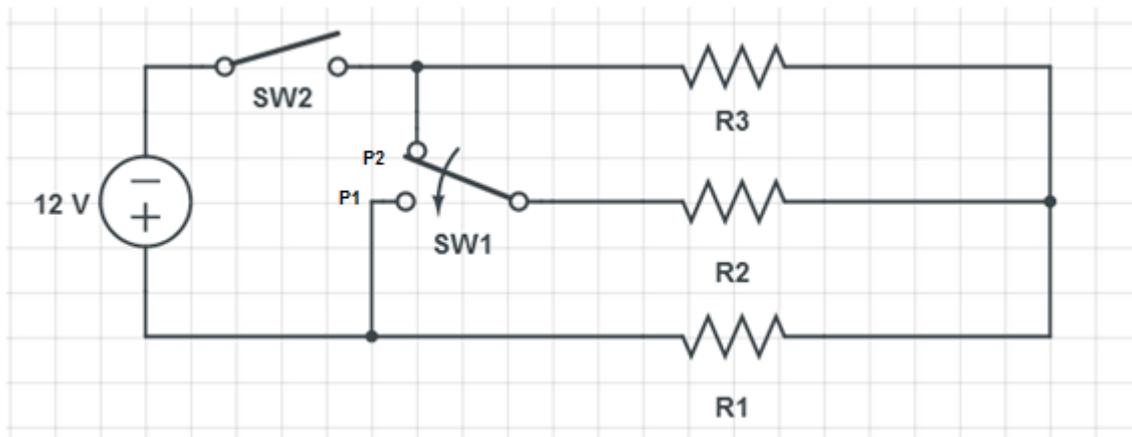
Primeiramente foi feita a aquisição dos materiais necessários, no caso a bateria Selada de 60 A da marca Acdelco, 4 m de fio com espessura de 3 mm, 2 garras jacaré grande, 2 grampos terminal para bateria. No nosso caso, conseguimos todo esse material com o professor Lunazzi, entretanto são materiais de fácil aquisição.

Posteriormente foi construído o suporte de madeira, o qual possui o corpo central vazado para que a luz passe e, assim seja possível a projeção da sombra em sala de aula. No suporte a bateria foi acoplada, os fios foram posicionados de forma a possibilitar a montagem de um circuito único para a demonstração dos dois tipos de força (atração e repulsão). Após realizada a disposição dos elementos necessários, foi feita a ligação do circuito elétrico, contudo, o grupo não atentou-se quanto a alta corrente que circularia, utilizando chaves para baixa amperagem; logo, quando foi feita a revisão do circuito para teste, foi necessário desmontar todo o circuito e construir um dispositivo para contato direto para a aquisição dos pulsos de corrente (sem utilizar chaves).

Outro ponto importante é em relação aos fios. Os fios devem ser compatíveis com a corrente e a tensão do circuito. No nosso caso como a corrente é alta, aproximadamente 30 A temos que utilizar um fio que suporte tal corrente.

Além disso, como o circuito é colocado em curto, há uma enorme dissipação de energia por meio do efeito Joule. Logo, se o circuito ficar ligado por um intervalo de tempo longo (mais de 4 segundos) os fios irão derreter e, assim danificar o experimento. Então foi instalado um disjuntor termomagnético de 35A em série, sendo que quando ligado por um intervalo de tempo grande, o disjuntor "cai" e interrompe a passagem de corrente.

Para mostrar a atração e repulsão dos fios no mesmo experimento desenvolvemos o circuito abaixo:



Quando a chave SW1 está na posição indicada pela figura (P2), a corrente nos fios 1 (R1) e no fio 2 (R2) são contrárias, logo os fios se repelem. Quando mudamos a chave SW1 para a outra posição (P1), as correntes são paralelas, e os fios se atraem.

Analisando o circuito percebemos que a corrente que passa pelo fio 1 é diferente quando mudamos de uma posição para outra. Como os fios tem aproximadamente o mesmo comprimento podemos dizer que  $R_1 = R_2 = R_3$ . Logo na posição P1 temos que  $i_1 = i_2$  e na posição P2  $i_1 = 2i_2$ . Portanto como a força é proporcional a corrente, temos que a força de repulsão será duas vezes mais forte que a força de atração.

### Fotos da Experiência

- Bateria utilizada para fornecer corrente



- Garra Jacaré



- Disjuntor Termomagnético



- Fio utilizado



- Montagem experimental



## Análise Teórica

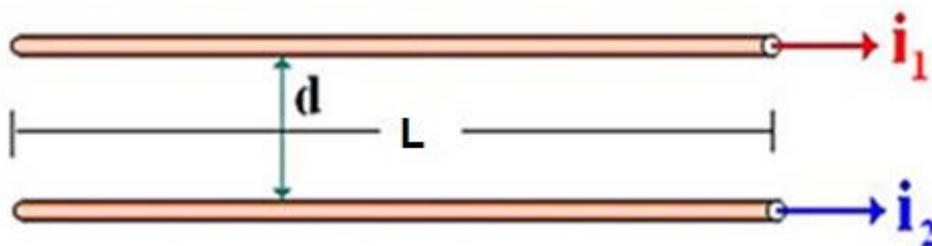


Fig.1 - Interação entre dois fios condutores paralelos

Utilizando a lei de Biot-Savart podemos calcular a intensidade do campo magnético  $B_1$  na posição do fio 2:

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d}$$

Em seguida calculamos o módulo da força magnética que atua sobre o fio 2 através da seguinte equação:

$\vec{F} = i\vec{L} \times \vec{B}$ , onde  $L$  é o comprimento do fio. Dessa forma, podemos ver que a força magnética que atua no fio 2 é:

$$F_1 = B_1 \cdot i_2 \cdot L = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d} i_2 L$$

$$F_1 = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d} L$$

Podemos dizer que o mesmo efeito ocorre para o campo magnético gerado pelo fio 2. Assim, o campo magnético criado pela corrente  $i_2$  na posição do fio 1 também produz uma força sobre a corrente  $i_1$ . A força tem a mesma intensidade e a mesma direção que a força  $F_1$ , mas não necessariamente o mesmo sentido, isso vai depender da orientação das correntes nos fios. Utilizando a regra da mão direita podemos ver que se as correntes estiverem no mesmo sentido, a força magnética entre os fios será de atração. Caso as correntes possuam sentidos contrários, a força será de repulsão entre os fios.

Podemos encontrar a direção e sentido do campo magnético usando a regra da mão direita:

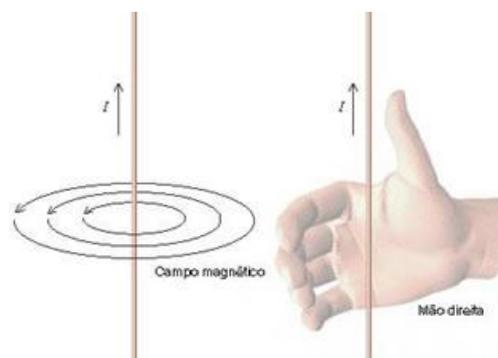
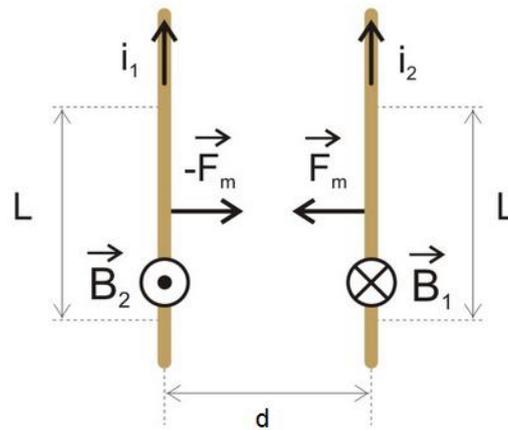


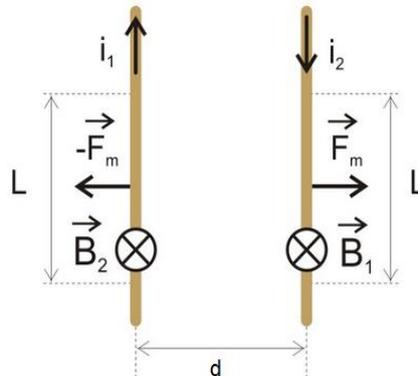
Fig. 2 - Direção campo magnético nos fios

- Correntes no mesmo sentido



Como esquematizado na figura acima, a corrente que passa no fio 1 irá gerar no fio 2 um campo magnético cujo sentido acarreta uma força de atração entre os fios.

- Correntes em sentidos contrários



Como esquematizado na figura acima, a corrente que passa no fio 1 irá gerar no fio 2 um campo magnético cujo sentido acarreta uma força de repulsão entre os fios.

### Definição de 1 Ampère

No SI, a unidade de corrente elétrica é o ampère, simbolizado por A. O ampère é a intensidade de uma corrente elétrica constante que, mantida em dois fios condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível e situados à uma distância de um metro entre si, no vácuo, produz entre esses fios condutores uma força de módulo igual a  $2 \times 10^{-7}$  N para cada seção do fio de um metro de comprimento. A definição é baseada na lei de Ampère.

## Opinião do orientador

O nosso orientador realizou os seguintes comentários: o projeto apresentou bom funcionamento e foi capaz de demonstrar o fenômeno de atração e repulsão; contudo, é necessário atentar-se durante as apresentações quanto aos riscos de acidentes com os integrantes do grupo e com os observadores.

## Comentários do Evento

Durante o evento de apresentação dos projetos foi possível notar que o projeto sobre "Força entre Correntes" Também despertou a atenção de todos que observaram. Um determinado rapaz, já formado em física pela Unicamp, copiou o esquema do circuito elétrico do projeto para utilizá-lo em uma aula demonstrativa de um concurso. A visita de alunos indianos exigiu do grupo a explicação do projeto em inglês. O professor Mauricio Urban Kleinke questionou a segurança da demonstração da força entre correntes.

## Bibliografia

Sites:

- [http://alfaconnection.net/pag\\_avsf/mag0203.htm](http://alfaconnection.net/pag_avsf/mag0203.htm) - visitado 03-06 as 21 hrs
- [http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13\\_T08.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_T08.asp) - visitado dia 01- 06 as 15 hrs
- [http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/glossario/verb\\_b\\_andre\\_mari\\_e\\_ampere.htm](http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/glossario/verb_b_andre_mari_e_ampere.htm) - visitado dia 03-06 as 20 hrs.

Livros e artigos:

- HALLIDAY, RESNICK, WALKER; Fundamentos da Física, Vol. 3, 8ª Edição, LTC, 2009.
- Melhorar, Apresentar e Registrar a apresentação de um Experimento de F-809, Força entre Correntes - Rodrigo de Souza Gama, disponível em:[http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_s\\_em2\\_2005/RodrigoS-lnes\\_RF1.pdf](http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_s_em2_2005/RodrigoS-lnes_RF1.pdf)