



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**PRODUTO EDUCACIONAL SOBRE  
SITUAÇÕES DE ENSINO INVESTIGATIVAS COM ATIVIDADES  
EXPERIMENTAIS NO ELETROMAGNETISMO**

**Marcos Antonio Gruppelli Raubach**

O Produto educacional apresentado ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da FURG, dentro do Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 21, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Orientadora:**

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosângela Menegotto Costa**

**Co-orientador:**

**Prof. Dr. Valmir Heckler**

Rio Grande

Agosto de 2018

# **PRODUTO**

## **SITUAÇÕES DE ENSINO INVESTIGATIVAS COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ELETROMAGNETISMO**

### **Experimentos de Eletromagnetismo**

#### **Introdução**

O Produto desenvolvido e retratado a partir de agora faz parte da dissertação desenvolvida no ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e tem por objetivo produzir uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre eletromagnetismo. Ela está baseada em dois experimentos que visam proporcionar situações onde possa ocorrer a interação entre os alunos bem como com o professor em busca de uma Aprendizagem Colaborativa (AC). Com a interação dos alunos com os experimentos e com os conteúdos desenvolvidos espero que possa se chegar a uma alfabetização científica, por parte dos alunos. Divido este produto em dois experimentos principais, e em aulas que serviram de base para a aplicação dos mesmos.

## **1- CONDUTOR EM MOVIMENTO**

### **1.1-Introdução**

Ao longo dos anos como professor venho buscando relacionar o conteúdo do eletromagnetismo com o dia-a-dia dos alunos a fim de obter um melhor desempenho destes neste conteúdo. Com este fim procurei criar um experimento que mostrasse uma relação entre os motores elétricos que são utilizados no cotidiano com o conteúdo de Física do 3º ano do ensino médio. A fim de dar um embasamento teórico para a realização dos experimentos que envolvem o meu produto procurei desenvolver aulas que abordam conteúdos que servem de ancoragem, isto é para a formação de uma Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Isto, no meu entendimento, é de suma importância

para que os alunos consigam formular as questões e respostas a respeito do experimento proposto.

Os conteúdos abordados devem fornecer os conceitos básicos para o entendimento dos fenômenos produzidos pelo experimento, isto por que caso contrário os alunos simplesmente irão perceber o fenômeno sem poder contribuir para a explicação do mesmo que é o objetivo principal. Eles devem interagir entre si e com o professor a fim de produzir uma Aprendizagem Colaborativa (AC).

Desta forma, para que os alunos compreendam que a força magnética surge da interação entre a corrente e o campo magnético, é necessário inicialmente que eles consigam compreender o conceito de corrente elétrica e como ela se comporta, o que são circuitos elétricos e seus componentes. Também é importante conhecer o conceito de campo magnético e seu comportamento para que possa entender posteriormente como ele contribui para o surgimento da força magnética.

## **1.2- Apresentação**

O experimento do condutor em movimento consiste em um trecho de condutor que se encontra sobre trilhos que estão ligados em série com uma fonte. Ao ser colocado sobre os trilhos e submetido a ação de um campo magnético este trecho de condutor entra em movimento. O movimento se dá devido ao surgimento da força magnética, que é a responsável por colocar o trecho de condutor para rodar sobre os trilhos.

O objetivo é que o aluno possa visualizar a ação da força magnética, e com isso possa relacionar com os motores elétricos que possuem em seus eletrodomésticos em seu cotidiano. E além disso possam compreender a relação entre eletricidade e magnetismo.

## **1.3- Sequência de conteúdos**

Para que os alunos possam compreender o fenômeno que ocorre no experimento é fundamental que ele possuam uma ZDP bem estruturada. Esta deve levar o aluno a relacionar o que ele obteve de conhecimento sobre os conteúdos desenvolvidos antes em sala de aula, com o que ele irá desenvolver na atividade experimental. Os conceitos, que ao meu ver, que devem ser abordados nas aulas anteriores, à aplicação da atividade experimental do condutor em movimento podem ser sistematizadas como mostra a tabela 1, estes conteúdo foram desenvolvidos em um conjunto de sete aulas.

Tabela A1.1: Cronograma dos conteúdos trabalhados antes da aplicação do produto.

| Aulas | Conteúdo                | Atividades realizadas   |
|-------|-------------------------|---|
| 1     | Corrente elétrica       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir a corrente elétrica</li> <li>• Classificar a corrente elétrica de acordo com o sentido convencional e eletrônico.</li> </ul>   |
| 2     | Circuitos elétricos     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar os componentes básicos de um circuito elétrico e suas funções</li> <li>• Utilizar o simulador (<a href="http://Phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuito-construction-kit-ac">Phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuito-construction-kit-ac</a>)</li> <li>• (Pedir que cada trio de alunos monte um circuito baseado em uma residência de cinco cômodos</li> </ul> |
| 3     | Magnetismo              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contexto histórico do estudo do magnetismo</li> <li>• Ímãs e suas propriedades</li> <li>• A não existência de monopolos</li> </ul>   |
| 4     | Campo magnético         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição do que é campo magnético;</li> <li>• Definir o conceito de linhas de campo magnético;</li> <li>• Comportamento das linhas de campo ao redor dos ímãs;</li> </ul>   |
| 5     | Experiências de Oersted | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstração da experiência</li> <li>• Regra da mão direita para explicar o comportamento do campo ao redor condutor</li> </ul>  |
| 6     | Aplicação do Produto    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do experimento</li> </ul>  |

## **1.4- Construção do experimento**

### **1.4.1- Material necessário**

Para construir o conjunto experimental me preocupei entre outras coisas com o aporte financeiro, já que há muito tempo os governos vêm diminuindo os gastos com educação, e com isto o poder aquisitivo dos professores vêm caindo, por isto procurei utilizar materiais de baixo custo, de fácil acesso aos professores e de prática montagem. Para esta construção foram utilizados os seguintes materiais:

- Um pedaço de tabua de 2,5cm x 10cm x 30cm.
- Quatro suportes plásticos (usei isoladores de cerca elétrica).
- Dois pedaços de fio 4mm de alumínio com 25cm de comprimento com furos nas extremidades para a construção dos trilhos.
- Um pedaço de fio 4mm de alumínio com 8cm de comprimento (o condutor que irá se movimentar).
- Um soquete de lâmpada.
- Dois pedaços de fio 1,5mm.
- Dois conectores banana fêmea.
- Uma lâmpada de 12 Volts.
- Uma fonte de 12 Volts.
- Um ímã de HD de computador, pintado de vermelho no lado do polo norte do ímã.
- 4 parafusos para madeira com 5cm de comprimento e 3mm de diâmetro.
- 2 parafusos para madeira com 1cm de comprimento e 1mm de diâmetro.

Todos os materiais estão mostrados na figura 1.1.

Figura 1.1: Foto dos materiais utilizados para a montagem do produto.



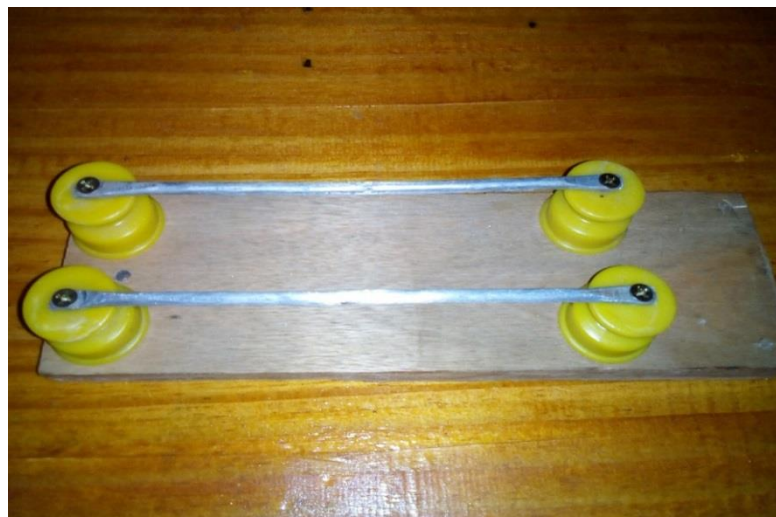
Fonte: Arquivo pessoal.

### 1.4.2- Montagem

Para construir o experimento foram realizadas as seguintes etapas:

1ª Fixam-se os fios sobre os isoladores no pedaço de madeira a fim de que formem um trilho, deixando-os separados pela distância de 5cm como mostra a figura 1.2.

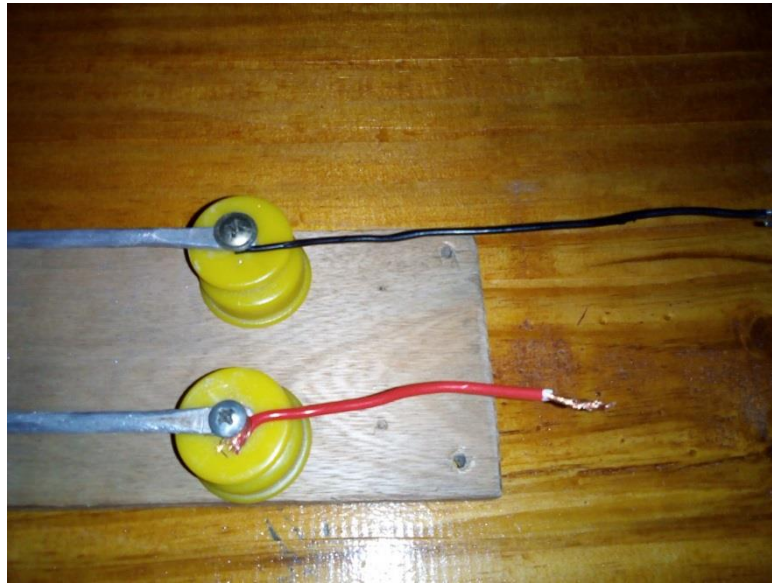
Figura 1.2: Foto que mostra a fixação dos trilhos.



Fonte: Arquivo pessoal.

2ª Prendem-se dois pedaços de fio de 1,5 mm aos trilhos como demonstra a figura 1.3.

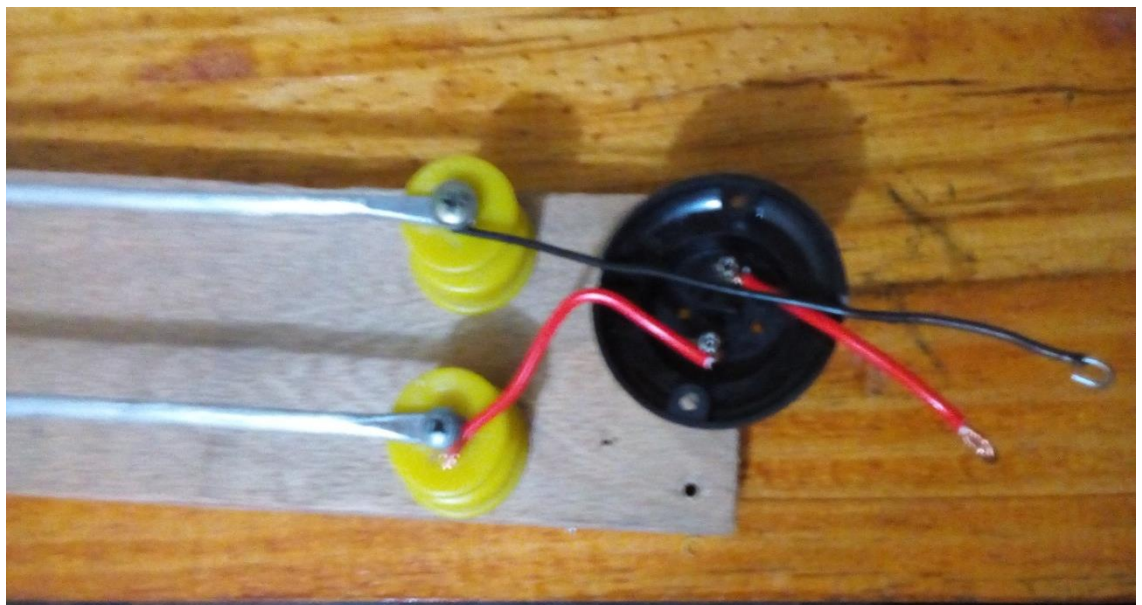
Figura 1.3: Foto que mostra a fixação dos fios aos trilhos.



Fonte: Arquivo pessoal.

3ª Um dos fios deve ser ligado em série com um soquete de lâmpada de 12 Volts e o outro deve passar direto como mostra a figura 1.4.

Figura 1.4: Foto que mostra a conexão do soquete aos fios.



Fonte: Arquivo pessoal

4ª Ambos os condutores devem ser ligados aos conectores banana fêmea como mostra a figura 1.5, que devem ser fixados na base de madeira, tomando o cuidado para que eles fiquem embutidos dentro da madeira para que não encostem em



superfícies metálicas, como bancadas de inox, quando for ser utilizado o conjunto experimental.

Figura 1.5: Foto dos fios conectados aos conectores.



Fonte: Arquivo pessoal

Desta forma, após todos os procedimentos de montagem, o conjunto experimental se apresenta como mostra a figura 1.6.

Figura 1.6: Foto do conjunto experimental pronto e ligado a fonte.

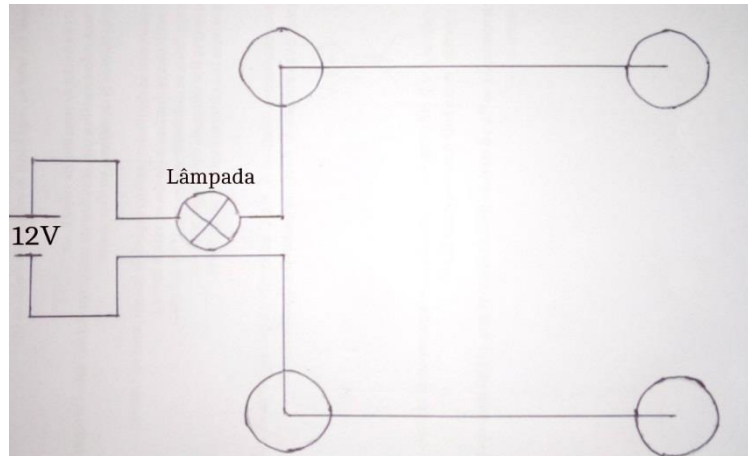


Fonte: Arquivo pessoal



Podemos representar o circuito do conjunto experimental através do diagrama esquemático como mostra a figura 1.7. Nela o circuito se encontra aberto, pois o trecho de condutor não está sobre os trilhos.

Figura 1.7: Diagrama esquemático do circuito do conjunto experimental aberto.



Fonte: Arquivo pessoal

A figura 1.8 mostra uma foto do conjunto experimental que já se encontra em funcionamento, e quando o ímã de HD é aproximado ao trecho do condutor.

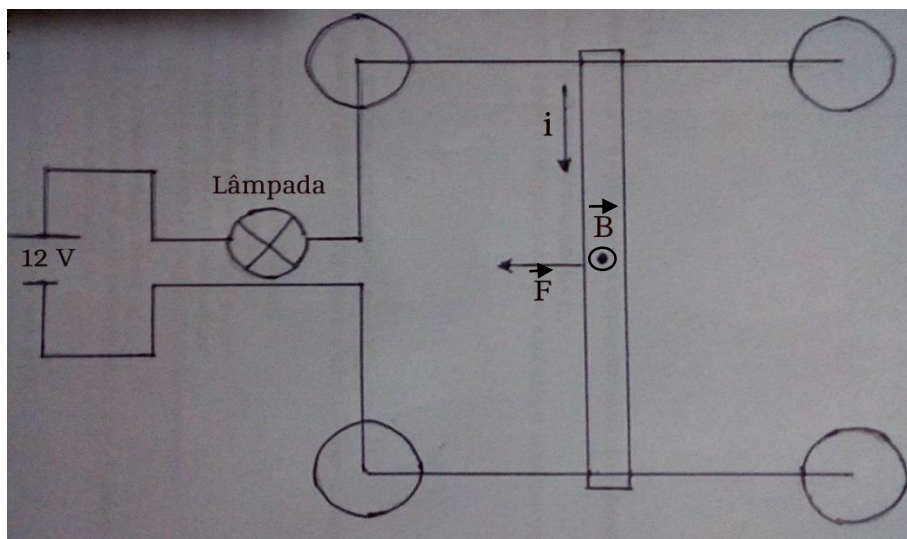
Figura 1.8: Conjunto experimental em funcionamento.



Fonte: Arquivo pessoal

Na figura 1.9 está mostrado o diagrama esquemático do circuito em funcionamento com a aproximação do imã e o comportamento do campo magnético gerado pelo mesmo.

Figura 1.9: Esboço do circuito em funcionamento.



Fonte: Arquivo pessoal.

## 1.5- Aplicação

Para a aplicação do produto a turma pode ser dividida em grupos para que os alunos possam ter o contato com o experimento. Para isto o professor deve construir o número de conjuntos experimentais de acordo com o número de grupos que ele deseja formar (no meu caso utilizei cinco). Outra proposta pode ser a demonstração do funcionamento do experimento deixando que a turma faça os comentários. Com isso este experimento pode servir de base para que se possa introduzir a equação da força magnética e a regra da mão direita.

Durante a realização do experimento o professor deve pedir que os alunos gravem com os seus Smartphones as discussões que surgirem no grupo, bem como as questões levantadas pelos mesmos. Isto deverá servir como base para a avaliação do resultado da aplicação do produto.

## 1.6- Roteiro

A seguir é apresentado o roteiro que orienta o procedimento dos alunos para que o fenômeno seja percebido, o que torna a SEI envolvida fechada, pois o professor neste caso orienta o procedimento. Esta foi a minha opção, porém pode-se também deixar de forma aberta questionando os alunos sobre como fazer o condutor se movimentar sem que se encoste nele.

### **Roteiro**

- I. Conecte a base com os condutores. Ligue o fio vermelho da fonte no plugue vermelho da base. Fio preto da fonte no plugue preto da base. A fonte deve estar conectada tensão de 110V ou 220V. Ligue a fonte; Anote o que ocorre;
- II. Coloque o trecho de condutor sobre os trilhos da base. E anote o que ocorre;
- III. Aproxime o ímã com lado vermelho para baixo, do pedaço de condutor que está sobre os trilhos. E anote o que ocorre;
- IV. Aproxime o ímã com lado vermelho para cima, do pedaço de condutor que está sobre os trilhos. E anote o que ocorre;
- V. Desligue a fonte. Inverta os fios ligação, o fio vermelho da fonte no plugue preto da base e o fio preto da fonte no plugue vermelho da base. Ligue a fonte e refaça os passos III e IV;
- VI. Desligue a fonte e refaça os passos III e IV;

Após os alunos terem realizado os procedimentos do roteiro, o professor deverá oportunizar um certo tempo para que os grupos façam as discussões entre eles. Isto promoverá a AC, na qual cada aluno contribui para a formulação das ideias sobre o experimento. Durante estas discussões cabe ao professor passar pelos grupos dando sua contribuição e vendo o que os alunos estão desenvolvendo, formando uma via de mão dupla para a aprendizagem dos mesmos.

### **1.7- Questionário**

O questionário a seguir tem como objetivo permitir uma análise do que os alunos absorveram de conceitos a respeito da atividade experimental.

### **Questionário**

- A. O que ocorreu quando apenas se ligou a fonte, passo I?
- B. Qual o fenômeno que ocorreu quando foi colocado o trecho de fio condutor sobre os trilhos da base, passo II? Realize um esboço.
- C. Qual foi o comportamento do trecho de fio condutor quando colocou-se o ímã com o lado vermelho para baixo próximo dele?
- D. Qual foi o comportamento do pedaço de fio condutor quando colocou-se o ímã com o lado vermelho para cima próximo dele?
- E. O que ocorre quando aproximamos o ímã com a fonte desligada?
- F. De quais fatores depende o fenômeno observado?
- G. Qual a explicação para o fenômeno observado?

Ao final do tempo das discussões realizadas nos grupos e, após terem respondido ao questionário, cada grupo deverá relatar as suas conclusões para o grande grupo, isto é, para a turma. Nesta hora o professor deverá anotar as colocações dos alunos ou filmar as mesmas, a fim de reunir material para a sua avaliação.

## **1.8- Considerações finais**

Ao final da aplicação deste experimento acredito que o professor terá construído uma boa ZDP para trabalhar o conteúdo sobre a força magnética, realizando a abordagem sobre o como ela contribui para o nosso cotidiano nos motores elétricos utilizados em nossas casas.

## **2- FREIO MAGNÉTICO**

### **2.1- Introdução**

Com a intenção de abordar a geração de energia elétrica, que depende do conteúdo relacionado com a lei de Faraday-Lenz, busquei por um experimento que fosse

interessante para mostrar aos alunos e que se utilizasse da mesma lei. Assim que vi o experimento do freio magnético, percebi que este tinha potencial, desta forma procurei pesquisar a fim de montar uma SEI com a utilização do mesmo.

## **2.2- Apresentação**

O experimento do freio magnético consiste em um ímã que desce por dentro de um cano de metal constituído de material não ferromagnético. O objetivo é que os alunos, ao realizarem o experimento, percebam que o movimento de queda do ímã é freado e que isto se deve à variação do fluxo magnético originado a partir da corrente induzida no cano e que se opõe ao campo magnético do ímã.

## **2.3- Sequência de conteúdo**

Como já foi mencionado, para que os alunos compreendam o fenômeno mostrado no experimento, é fundamental o desenvolvimento de uma ZDP que serve de ancoragem para o entendimento do experimento. No caso do ferio magnético fiz uso da mesma sequência de conteúdos que foi desenvolvida para o condutor em movimento com a adição de uma nova aula na qual abordei a produção da corrente elétrica induzida em uma bobina.

## **2.4- Construção do experimento**

### **2.4.1- Material utilizado**

Da mesma forma que para a construção do experimento anterior procurei construir este experimento com materiais de baixo custo. Entre os materiais estão:

- Um pedaço de tabua para a base com 2 cm x 10 cm x 20 cm.
- Dois sarrafos para as laterais com 2 cm x 5 cm x 90 cm.
- Um sarrafo para a parte de cima com 2 cm x 5 cm x 22 cm.
- Dois sarrafos que foram utilizados para servir de suporte para os tubos com 2 cm x 5 cm x 20 cm. Estes devem possuir dois furos com 22 mm feitos a 4 cm de cada uma das extremidades, tomando o cuidado para que fique centralizado em relação a largura do sarrafo.

- Um tubo de PVC com o diâmetro interno de 20 mm com o comprimento de 80 cm (optei em pintá-lo de vermelho).
- Um tubo de alumínio com o diâmetro interno de 20 mm com o comprimento de 80 cm (optei por pintá-lo de grafite).
- Um ímã de HD com a massa de 16 g
- Uma peça de chumbo com 16 g com o mesmo formato do ímã de HD (optei por pintá-la de azul).
- Um molde de barro com o mesmo formato do ímã de HD.
- Dez parafusos para madeira com 3,5 cm de comprimento e 3mm de diâmetro.
- Uma balança de precisão.

A figura 2.1 mostra todos os materiais utilizados.

Figura 2.1: Em (a) Foto do material utilizado para montar o experimento do freio magnético, em (b) foto do ímã da peça de chumbo e de dois parafusos.



Fonte: Arquivo pessoal.



## 2.4.2- Montagem

Para realizar a montagem seguiu as seguintes passos:

1º- Fixam-se as laterais na base e com o sarrafo da parte de cima como mostra a figura 2.2.

Figura 2.2: Foto das laterais fixadas na base e no sarrafo de cima.



Fonte: Arquivo pessoal.

2º- Fixam-se os sarrafos que dão sustentação aos tubos separados por uma distância de 55 cm como mostra a figura 2.3.

Figura 2.3: Foto que mostra os sarrafos de sustentação dos tubos.



Fonte: Arquivo pessoal

3º- Colocam-se os tubos passando pelos orifícios dos sarrafos. Então o conjunto está montado como mostra a figura 2.4.

Figura 2.4: Conjunto experimental do freio magnético montado.

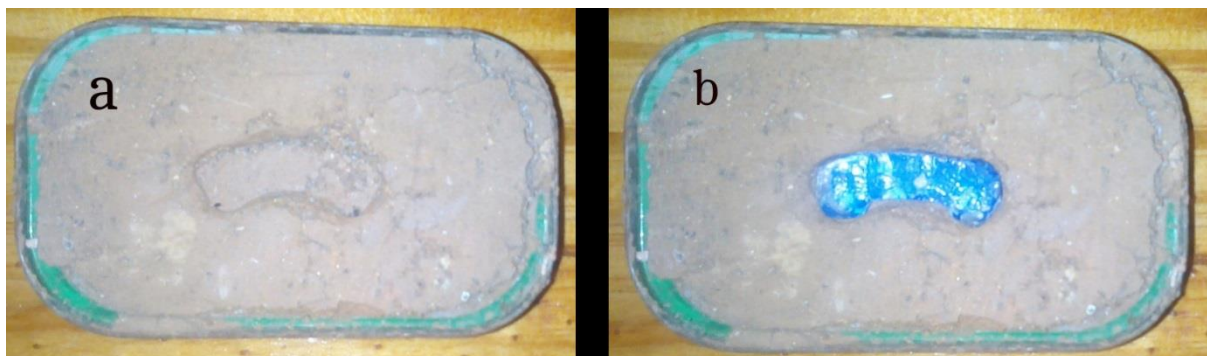


Fonte: Arquivo pessoal.

4º- Para obter uma peça com o mesmo formato do ímã de HD utilizei o chumbo. Fiz a medida da massa do ímã de HD, e obtive o valor de 16g. Retirei de uma chumbada de pesca uma massa de chumbo um pouco maior para que tivesse como realizar os ajustes. Coloquei essa massa de chumbo em um recipiente para que fosse aquecida até chegar ao ponto de fusão. Construí o molde do ímã dentro de uma forma de barro, onde despejei o chumbo no molde que havia sido feito, desta forma o chumbo após esfriar assumiu a forma do ímã. Como ao esfriar o chumbo ficou com umas certas imperfeições tive que realizar um trabalho de retirada das mesmas, com o uso de uma faca, tomando o cuidado para que a peça de chumbo não ficasse com a massa menor do que a do ímã. Logo após pintei a peça de chumbo com a cor azul.

A figura 2.5 traz duas fotos. Em (a) está o molde do ímã e em (b) o molde com a peça de chumbo já pintada colocada dentro do molde onde o barro foi acondicionado em uma lata de sardinha.

Figura 2.5: Fotos do molde em (a) e da peça de chumbo colocada no molde em (b).



Fonte: Arquivo pessoal

Na figura 2.6 são mostradas as fotos da peça de chumbo em (a) e do ímã de HD em (b). Percebe-se uma diferença de tamanho, isto se deve ao fato de que as densidades do neodímio e do chumbo serem diferentes, porém como a minha preocupação foi de que o formato e a massa fossem iguais não levei em conta a diferença de volume.

Figura 2.6: Fotos da peça de chumbo (a) e do ímã de HD (b).



Fonte: Arquivo pessoal

## 2.5- Aplicação

Para a aplicação o professor pode dividir a turma em grupos o que vai depender da quantidade de conjuntos experimentais que ele terá montado (no meu caso foram cinco), ou poderá também realizar a demonstração do fenômeno para depois os alunos levantarem hipóteses para justificar o que está acontecendo, propondo assim uma SEI.

Tanto em um procedimento como no outro penso que deve ser disponibilizado um tempo para que os alunos dialoguem entre si, afim de que possam formular questões e hipóteses que sejam depois colocadas para o grande grupo, a turma. Isto fará com que eles possam desenvolver uma AC. Ao final o professor poderá abordar o conteúdo referente a lei de Faraday-Lenz.

## **2.6- Roteiro**

Caso opte por dividir a turma em grupos o professor pode utilizar o seguinte roteiro para conduzir as atividades dos alunos.

### **Roteiro**

- I. Meça massas do ímã e da peça azul, anotando os seus valores em gramas;
- II. Abandone ambas as massas na parte superior do tubo vermelho e com o cronômetro do seu celular verifique o tempo de queda de cada uma delas e anote os tempos;
- III. Agora abandone a massa azul no tubo com a cor grafite e verifique com o cronômetro o tempo de queda e compare com o tempo que ela levou para passar pelo tubo vermelho;
- IV. Agora abandone o ímã para que ele passe pelo tubo na cor grafite e anote o que ocorre.

## **2.7- Questionário**

Após os alunos terem feito as discussões entre os membros dos grupos e terem realizado as atividades propostas pelo roteiro o professor poderá fazer uso do seguinte questionário.

### **Questionário**

- A. O que ocorreu quando ambos os corpos foram abandonadas e passaram por dentro do tubo de cor vermelha?
- B. O que se verificou quando as massas passaram dentro do tubo de cor grafite?

C. Qual a explicação para o fenômeno observado?

D. Que fatores poderiam ser alterados para que se torna-se ainda mais visível este fenômeno?

## **2.8- Considerações finais**

Acredito que ao final da aplicação desta atividade experimental o professor terá uma ampliação da ZDP de seus alunos, tornando possível a abordagem do conteúdo referente à lei de Faraday-Lenz relacionando-a com a produção da energia