

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



**NOVAS ABORDAGENS PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO:  
CONSTRUÇÃO DE PROJETOS EXPERIMENTAIS COM MATERIAIS DE  
BAIXO CUSTO**

**JOSÉ MARIA SOMBRA JÚNIOR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Alexsandro Pereira Lima

**MOSSORÓ – RN**

**Setembro - 2015**

## CAPÍTULO 5 - O PRODUTO

As atividades experimentais realizadas a partir da construção de projetos com materiais de baixo custo ou recicláveis abrangem todos os ramos do Ensino da Física. No entanto, os projetos desenvolvidos nessa pesquisa, por uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, concentraram-se na construção de projetos alinhados aos conteúdos de cinemática do primeiro ano, especificamente movimento em queda livre, e nos conteúdos de eletrodinâmica e eletromagnetismo, vistos apenas no terceiro ano do Ensino Médio. Para enriquecer as aulas teóricas dos terceiros anos, foi construído um painel contendo resistores em série e paralelo e uma simulação de ligação de interruptores em paralelos, *Three way*. Além disso, na parte do eletromagnetismo, foi desenvolvido um projeto que mostra de forma sucinta os efeitos da Lei Michael Faraday.

Para auxiliar o professor na montagem dos experimentos e no desenvolvimento das aulas teórico-práticas, foi elaborado um plano de aula para cada experimento construído.

### 5.1 DO MOVIMENTO DE QUEDA LIVRE

Quando um corpo está em queda livre, no caso do experimento proposto, uma esfera de 5 mm de diâmetro, a única força que atua nela é a força gravitacional. Quando um corpo se encontra em queda livre na proximidade da superfície terrestre, a força gravitacional que nele atua é praticamente constante. Como consequência, o corpo tem uma aceleração constante para o centro da Terra. Esta aceleração é representada pelo símbolo  $g$ .

Dessa forma, foi construído um experimento que pudesse contribuir e reforçar as aulas teóricas sobre movimento de queda livre. Na Tabela 3 abaixo, listamos todo o material para a produção do experimento e o valor total para montá-lo.

MATERIAL UTILIZADO	VALOR UNIDADE	TOTAL
Uma haste de madeira com 1 m de comprimento, dividida em 04 partes iguais. Em cada parte da haste, foram feitos, com o próprio material da madeira, pinos e orifícios para o regular encaixe das peças;	R\$ 3,00	R\$ 3,00
Uma tábua de dimensões 30 cm x 50 cm;	R\$ 2,00	R\$ 2,00
Três metros de fio 4,0 mm (fio para ligação de som automotivo);	R\$ 1,00	R\$ 3,00
Um sensor tic-tac;	R\$ 3,00	R\$ 3,00
Um cronômetro;	R\$ 7,00	R\$ 7,00
Dois relés pequenos de 12 v;	R\$ 2,50	R\$ 5,00
Um eletroímã (na maioria dos laboratórios de física dispõe de pelo menos um);	R\$ 5,00	R\$ 5,00
Dois botões liga/desliga simples.	R\$ 2,50	R\$ 2,50
Total		R\$ 30,50

**Tabela 3.** Material para a produção do experimento e o valor total para montagem. Fonte: Mercado Local (adaptado).

A figura 1(a) abaixo mostra o projeto de queda livre dos corpos completamente montado, e as figuras 1(b), 1(c), 1(d) e 1(e) ilustram separadamente cada componente do projeto.



**Figura 1(a).** Experimento de queda livre completamente montado. Fonte: Própria.



**Figura 1(b).** Cronômetro utilizado para aferir o tempo de queda da esfera. Fonte: Própria.



**Figura 1(c).** Hastes de 25 cm de altura cada. Fonte: Própria.



**Figura 1(d).** Base com os interruptores da fonte e do eletroímã. Fonte: Própria.



**Figura 1(e).** Encaixe correto de duas hastes do projeto. Fonte: Própria.

## 5.2 PLANO DE AULA 1

1. **Tema:** Movimento de queda livre dos corpos.
2. **Público-alvo:** Alunos do primeiro ano do Ensino Médio
3. **Duração:** Duas aulas – 1 h e 40 minutos:
  - **Uma aula teórica de 50 minutos:** Conhecimento teórico (Histórico, definições, conceitos e aplicações), apresentação das equações matemáticas;
  - **Uma aula prática/experimental de 50 minutos:** Montagem, apresentação e funcionamento do experimento.
4. **Disciplina:** Física
5. **Objetivos**

**5.1 Objetivo geral:** Estudar o movimento de um corpo em queda livre e estimar o valor da aceleração gravitacional local e a velocidade da esfera no instante em que ela toca o sensor que desativa o cronômetro.

**5.2 Objetivos específicos:**

- Desenvolver a prática da leitura científica como forma prazerosa de aquisição de conhecimento;
- Observar os fenômenos do dia a dia e relacioná-los ao tipo de movimento estudado;
- Constatar que o tempo de queda dos corpos não depende da massa;
- Deduzir equações de Física a partir das observações do experimento;
- Trabalhar com o educando situações problemas na perspectiva de resolução de problemas do seu dia a dia;
- Articular o cotidiano do educando com os conceitos de movimento em queda livre;
- Promover a aprendizagem cooperativa como forma de aquisição e fortalecimento dos conhecimentos explanados.

**6. Competências e Habilidades**

- Utilizar equipamentos para medida precisa de tempo e velocidade. Utilizar gráficos e fórmulas matemáticas para caracterizar o tipo de movimento.
- Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender Leis e Teorias Físicas.

**7. Fundamentação Teórica**

As polêmicas entre Aristóteles e Galileu que envolvia o estudo do movimento de queda dos corpos duraram cerca de dois mil anos. Aristóteles, um filósofo grego, através de sua lógica indutiva, afirmava que os corpos mais pesados caem mais rápido do que os mais leves. Com isso, se uma esfera for 10 vezes mais pesada do que outra esfera, ela deve cair 10 vezes mais rápido, fato que não é observado experimentalmente.

Já os estudos de Galileu Galilei, considerado o pai da Ciência Moderna, ocasionaram um redirecionamento no pensamento e no método aristotélico, quando desenvolveu vários instrumentos experimentais e pode comprovar várias teorias utilizando essa nova abordagem prática. Galileu discordava totalmente do que Aristóteles atestava, sobre o movimento de queda dos corpos, e para provar que estava correto, propôs a realização de um experimento que comprovasse tal feito. Neste experimento, estando Galileu no alto da Torre de Pisa, abandonou, ao mesmo tempo, objetos de pesos bastante diferentes e observou que havia sim um retardamento do mais leve em relação ao mais pesado no instante em que este chegava ao chão. Mas a diferença era da ordem de poucos centímetros entre a posição final do objeto mais pesado e a posição do mais leve nesse mesmo instante. O ponto importante nisso não é o fato de que as esferas chegam ao chão em tempos ligeiramente diferentes, mas sim que os tempos de queda são aproximadamente iguais. Pois Galileu sabia que a resistência do ar influenciava, e por isso colocou que desprezando a resistência do ar, todos os corpos, com independência de seus pesos, caem com a mesma aceleração constante. Nesse sentido, em ciência, aprender o que se deve considerar é tão importante como aprender o que se deve desconsiderar (HETCH, 1987).

Portanto, podemos falar que a tese de Galileu é uma idealização, pois para que o fenômeno ocorra sem resistência do ar é preciso estar no vácuo; e Galileu não tinha como testar essa possibilidade. Entretanto, as inúmeras medições da aceleração da gravidade feitas ao longo dos séculos obtiveram resultados dentro de uma margem de erro tão pequena que os valores são extremamente convincentes. Com isso, pode-se concluir que todas as coisas caem ao mesmo tempo dentro dos limites de erros experimentais, e Galileu descartou esses efeitos (HETCH, 1987).

Dessa forma, para analisar os efeitos da queda dos corpos de massas diferentes e podermos, principalmente, descobrir o valor da gravidade e da velocidade dos objetos na iminência de chegar ao solo, construímos um experimento, a partir de material de baixo custo, que pudéssemos observar, estudar e fixar de forma clara esse conhecimento. O movimento de queda livre é um movimento vertical de qualquer corpo que se move nas proximidades da

superfície da Terra, sob a influência unicamente da sua força peso. Nessas condições, todos os corpos se movem com a mesma aceleração constante  $g$  (gravidade). Em outros termos, o movimento de queda livre é um Movimento Retilíneo e Uniformemente Variado (MRUV) com direção vertical e uma aceleração de módulo  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  (valor a ser calculado, com o uso da função horário do espaço do MRUV, a partir da obtenção do tempo nas condições de medidas do experimento).

Se a aceleração de um corpo for constante durante todo o movimento dizemos que o movimento é chamado uniformemente acelerado. Nesse caso a aceleração instantânea, em qualquer instante, é igual à sua aceleração média. A equação (1) pode então ser utilizada para determinar como velocidade instantânea do corpo varia com o tempo:

$$v = v_0 + at \quad (1),$$

que para o caso do movimento de queda livre,

$$v = v_0 + gt \quad (2),$$

onde  $g$  é a aceleração da gravidade.

Pode-se mostrar que a velocidade média durante todo o percurso é dada por

$$v = v_0 + gt/2 \quad (3)$$

Sabendo que velocidade é  $v = \Delta S/\Delta t$  (4).

Igualando as equações (3) e (4) temos que, para o movimento em queda livre,

$$h = h_0 + v_0t + 1/2gt^2 \quad (5)$$

Como a velocidade inicial do corpo (liberado a partir do repouso) é nula, temos,

$$\Delta h = 1/2gt^2 \quad (6)$$

## 8. Recursos

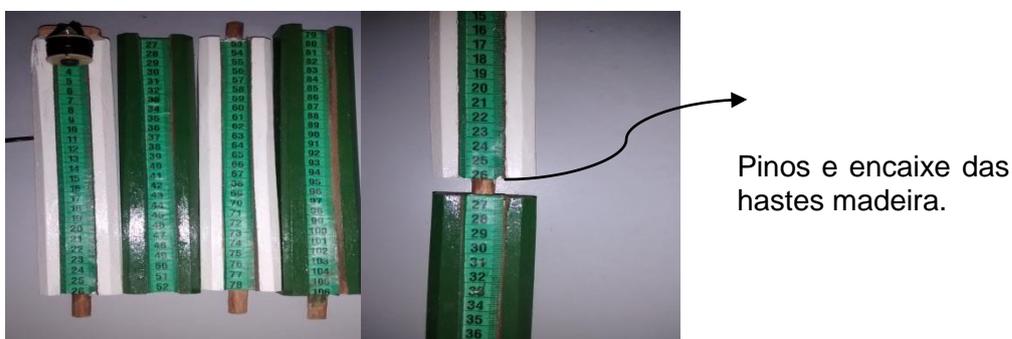
Os recursos utilizados foram: *datashow* e um computador para a explanação das aulas expositivas como forma de melhor apresentação do conteúdo, sobretudo, porque, serão trabalhados primeiramente os conteúdos teóricos.

Quadro branco e pincel para condução dos momentos de dedução de algumas equações necessárias ao entendimento do fenômeno.

E o experimento de queda livre, construído com material de baixo custo ou reciclável, pois o estudo da Física torna-se mais interessante para os alunos, quando podemos apresentá-los da forma que acontecem.

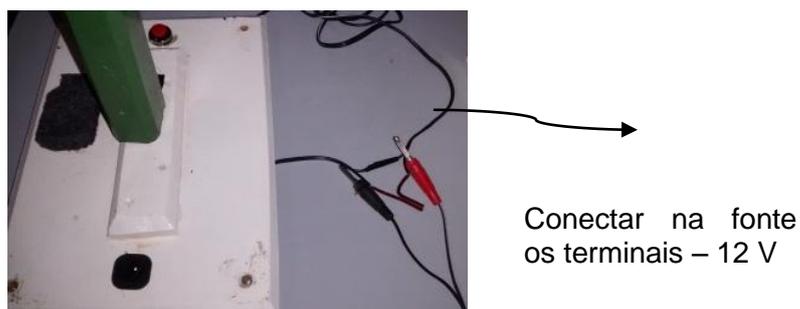
## 9. Montagem e funcionamento

- Monte a haste de madeira obedecendo à sequência numérica da fita centimetrada colada na haste, encaixando os pinos, como na Figura 2;



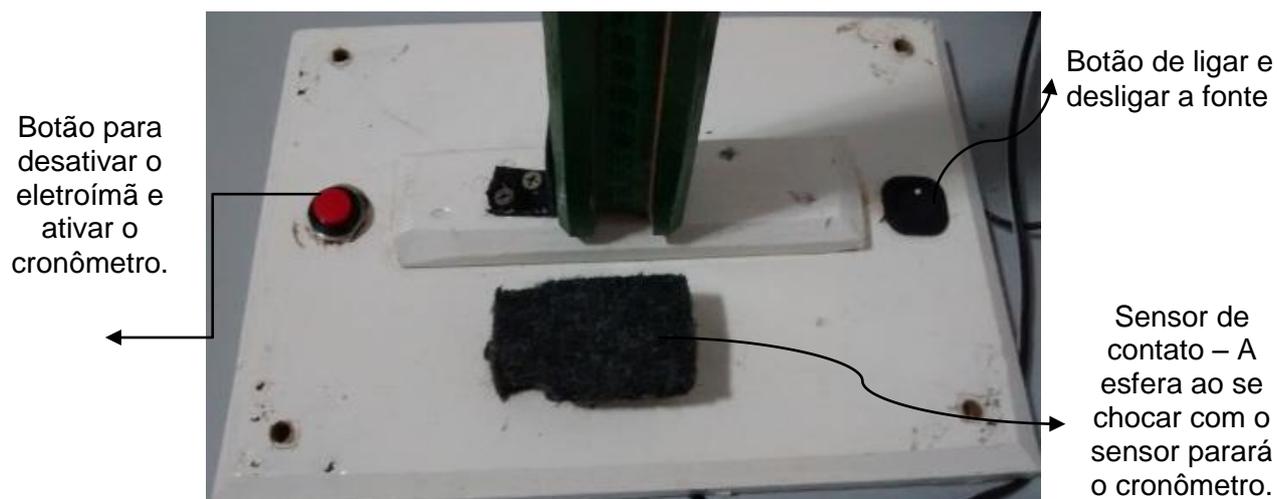
**Figura 2.** Haste de madeira de 1 metro de comprimento dividida em 04 pedaços que podem ser unidos conectando os pinos em cada orifício. Fonte: Própria.

- Regule o prumo na lateral da haste já montada e certifique-se que este está alinhado. Caso contrário, regule-o com parafusos enroscados na base do projeto;
- Conecte as extremidades dos fios, Figura 3, com a fonte. Verifique se a fonte não está ligada à tomada;



**Figura 3.** Conexão com a fonte. Fonte: Própria.

- Segure o botão vermelho, Figura 4, e leve a esfera até o eletroímã que deverá está ligado. Cuidado para segurar o eletroímã por muito tempo, pois ele se aquece rápido e pode causar danos ao experimento e queimaduras em quem está realizando a prática.



**Figura 4.** Base do experimento. Fonte: Própria.

- Observe se o cronômetro está zerado, Figura 5;



**Figura 5.** Cronômetro zerado, pronto para aferir o tempo de queda da esfera. Fonte: Própria.

- Libere o botão vermelho, ver Figura 4, e anote o referido tempo registrado no cronômetro.

## 10. Avaliação

Levando sempre em conta que a avaliação da aprendizagem de qualquer estudante deve-se dar de forma sistemática, somativa e contínua decidimos analisar a aquisição do conhecimento de nossos da seguinte forma: Elaboração de um relatório sobre a aula prática, seguindo um roteiro previamente orientado pela instituição (ou professor da disciplina), exercício sobre o cálculo da aceleração gravidade local e da velocidade no instante desejado e avaliação bimestral contendo questões que relacionadas a aula prática experimental. Não se excluem, todavia, outras formas de avaliação que se fizerem necessárias durante o processo.

### 5.3 Eletrodinâmica e Eletromagnetismo

Analisando as últimas edições do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), especificamente nos anos de 2012 e 2014, percebemos uma abordagem prática experimental em algumas questões de Física. A partir dessa análise, percebemos que seria importante construir projetos experimentais e propor, para a gestão da escola, aulas práticas voltadas para

as aplicações desses e outros conteúdos que pudessem ser apontados como fortes candidatos à prova do ENEM na próxima edição. Além disso, estimular alunos e professores a buscarem novas estratégias para o sucesso nessa avaliação.

Podemos citar a questão 52 da prova rosa, edição ENEM 2012: Ligação em série, Ligação em paralelo e *Three way*. Trata-se de uma ligação muito utilizada atualmente em prédios e residências com interruptores em paralelo, comumente conhecida como *three-way*. Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectando-os para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esse Interruptor além de proporcionar um maior conforto para o usuário aumenta os aspectos quanto à segurança, devido ao comando da iluminação estar em mais de um ponto. Exemplo: em corredores ou uma escada, é bom que tenha um interruptor em cada uma das extremidades ligado a mesma lâmpada. Isso possibilita uma pessoa acender a lâmpada ao chegar e apagá-la quando atingir a outra extremidade da escada ou corredor.

Dessa forma, percebendo a gama de aplicações práticas cobradas nas provas das últimas edições do ENEM, uma das equipes da turma que passou pela intervenção, orientada pelo professor, desenvolveu outros projetos experimentais que, mesmo fugindo da realidade dos conteúdos programáticos daquele bimestre, pudessem explicar na prática, para eles próprios e para o restante dos colegas, como a Física estava inserida dentro dos conteúdos abordados nessas questões. Logo, essa turma construiu um painel com associações de resistores em série e paralelo, que na oportunidade, definiram o que era um resistor? O porquê do uso das lâmpadas incandescentes no experimento? E sobre aplicação diária dessas associações, destacando que esse comportamento das lâmpadas é consequência do tipo de ligação a que estão sujeitas nas residências, escolas, e demais estabelecimentos. Mudando a ligação entre as lâmpadas, altera-se seu funcionamento.

Portanto, pode-se afirmar que o comportamento das lâmpadas nas instalações domésticas e comerciais é apenas um caso particular dos tipos de ligações elétricas possíveis que são estudadas em eletricidade. Esse painel, ainda apresenta uma fotocélula ligada a uma lâmpada para que os alunos

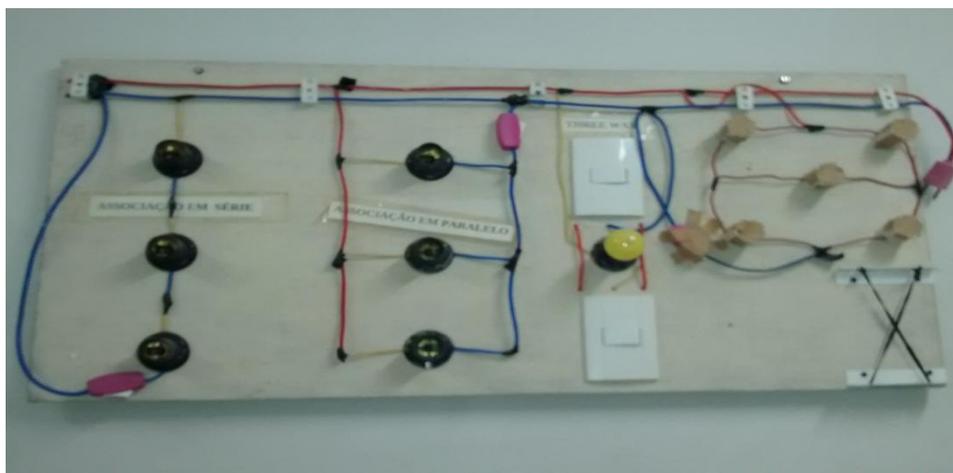
aprendam sobre o seu funcionamento e, principalmente, uma simulação de ligação residencial realizada com interruptores em paralelo, conhecido como *three way*, para explicar a questão cobrada no ENEM.

Abaixo listamos o material e o valor gasto para fabricação do experimento.

MATERIAL UTILIZADO	VALOR UNIDADE	TOTAL
Uma tábua de dimensões 120 cm x 60 cm	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Cinco metros de fio (instalação elétrica)	R\$ 1,50	R\$ 7,50
Sete soquetes simples	R\$ 0,80	R\$ 5,60
Dois interruptores <i>Three way</i>	R\$ 3,50	R\$ 7,00
Sete lâmpadas incandescentes (220 V – 25 W)	R\$ 2,00	R\$ 14,00
Três tomadas “fêmeas”	R\$ 1,00	R\$ 3,00
Um relé fotocélula	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Total		R\$ 70,00

**Tabela 4.** Material e valor gasto para fabricar o experimento. Fonte: Mercado local (adaptado).

A Figura 6 apresenta o painel construído com o material listado acima. Observando no sentido da direita para a esquerda, temos: lâmpadas em série, lâmpadas em paralelo e em seguida, o *Three way*.



**Figura 6.** Lâmpadas associadas em série, paralelo e *Three way*. Fonte: Própria.

## 5.4 Plano de Aula 2

1. **Tema:** Ligação em série, Ligação em paralelo e interruptores em paralelo, conhecidos como *three way*.

2. **Público-alvo:** Alunos do terceiro ano do Ensino Médio das Escolas Públicas

3. **Duração:** Duas aulas – 1 h e 40 minutos:

- **Uma aula teórica de 50 minutos:** Conhecimento teórico (Histórico, definições, conceitos e aplicações), apresentação das equações matemáticas;
- **Uma aula prática/experimental de 50 minutos:** Montagem, apresentação e funcionamento do experimento.

4. **Disciplina:** Física

### 5. Objetivos

#### 5.1 Objetivo geral

Apresentar a função dos resistores em um circuito elétrico e a maneira como estes resistores podem ser arranjados dentro do circuito. Dependendo da forma como os resistores são associados, podem apresentar comportamento diferente no circuito elétrico. Os dois tipos de arranjo possíveis, com dois resistores, serão ilustrados e comparados nesta aula: são o arranjo ou associação de resistores em paralelo e em série.

Pretende-se ainda apresentar a ligação e o funcionamento de um sistema simples de interruptores em paralelo, muito utilizado no nosso cotidiano, conhecido como *Three Way*.

#### 5.2 Objetivos específicos:

- Aprender os métodos de associar resistores e calcular o valor da resistência equivalente;
- Observar os fenômenos do dia-a-dia e relacioná-los ao tipo de circuito estudado;
- Compreender a montagem da ligação em série e relacionar com as aplicações diárias;

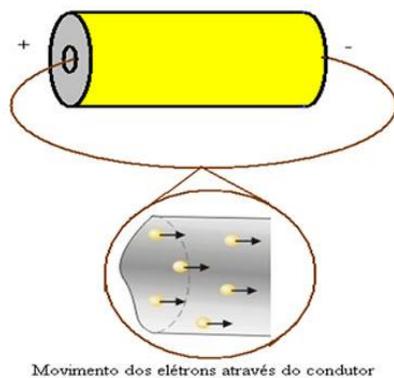
- Compreender a montagem da ligação em paralelo e suas aplicações no cotidiano;
- Analisar as principais características das ligações em série e em paralelo;
- Calcular o resistor equivalente do circuito em série ou paralelo;
- Calcular a corrente elétrica em cada resistor independente da ligação;
- Determinar o valor da tensão elétrica em cada resistor;
- Compreender a ligação de interruptores em paralelo e sua aplicabilidade.

## **6. Competências e habilidades**

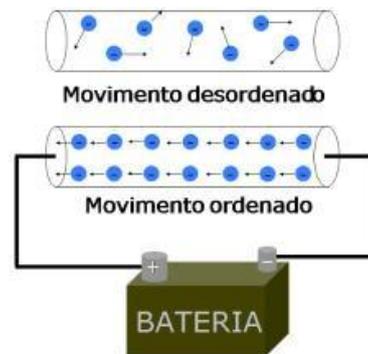
- Identificar tipos de circuitos elétricos e relacionar com o consumo de energia;
- Conhecer e utilizar os conceitos físicos. Relacionar grandezas, identificar parâmetros relevantes.
- Compreender e utilizar leis e teorias físicas.

## **7. Fundamentação teórica**

Qualquer caminho que os elétrons passam a fluir é chamado de circuito elétrico. Para um fluxo contínuo de elétrons, deve haver um circuito elétrico sem interrupções. O movimento ordenado desses elétrons no circuito, isto é, com direção e sentidos preferenciais, de portadores de carga elétrica, é chamado de corrente elétrica, como é mostrado na Figura 7, e acontece sempre que os terminais estão conectados a um gerador (circuito fechado). Na situação onde pelo menos um dos terminais não está ligado ao gerador (circuito aberto), o movimento dos elétrons é aleatório ou desordenado e não existe corrente elétrica, como mostrado na Figura 8. As correntes elétricas tem papel fundamental no mundo moderno, estando presentes nos sistemas de iluminação residenciais e urbanos, nos eletrodomésticos em geral, na indústria, nos computadores nos aparelhos de comunicação, nos veículos automotores etc.

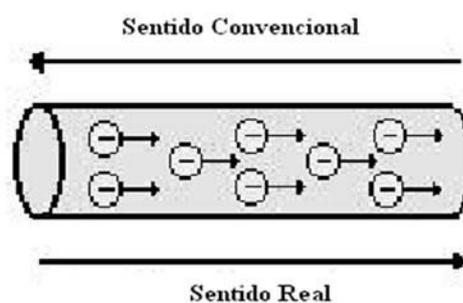


**Figura 7.** Movimento dos elétrons através do condutor.  
Fonte: [www.brasilecola.com.br](http://www.brasilecola.com.br)



**Figura 8.** Movimento ordenado e desordenado ou aleatório dos elétrons através do condutor.  
Fonte: [fisicaprofronaldoramos.blogspot.com](http://fisicaprofronaldoramos.blogspot.com)

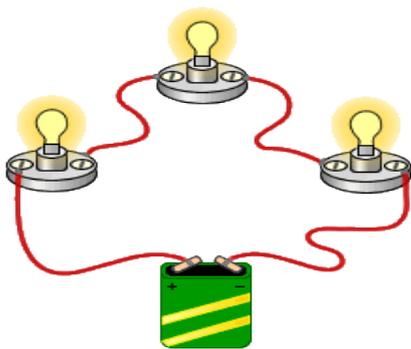
A diferença de potencial (d.d.p.) em um gerador, por exemplo, uma pilha, fornece a direção da passagem da corrente elétrica em circuito elétrico. Os elétrons (com carga negativa) saem do polo negativo de uma pilha, percorrem a lâmpada e voltam pelo polo positivo. Já o sentido inverso da corrente, chamado de convencional, é quando sai do polo positivo da pilha, percorre o circuito e volta pelo negativo, ilustrado na figura 3.



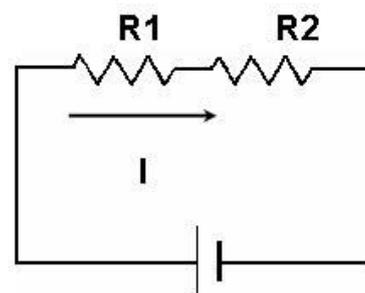
**Figura 9.** Sentido da corrente elétrica no condutor. Fonte: [www.brasilecola.com.br](http://www.brasilecola.com.br).

Um circuito elétrico básico é mostrado na Figura 10(a). As duas lâmpadas, de mesmas especificações, estão conectadas a uma bateria de tal forma que, a corrente elétrica que percorre o circuito, passa pelo terminal

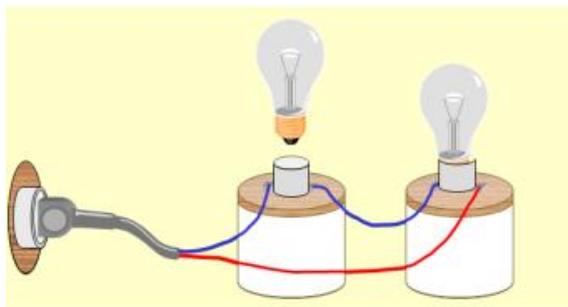
negativo da bateria, depois por todos os filamentos resistivos das lâmpadas e retornam pelo terminal positivo (o mesmo valor de corrente atravessa também a bateria). Este é o único caminho disponível para os elétrons do circuito. Uma interrupção em qualquer lugar dele resultará em um circuito aberto e na interrupção do fluxo de elétrons figura 10(c). Isso ocorre quando o interruptor é aberto, quando um dos fios é acidentalmente cortado ou quando o filamento de qualquer lâmpada queima. Tipos de ligação como esses são chamados de ligação em série, mostrado na figura 10(a).



**Figura 10(a).** Lâmpadas ligadas em série.  
Fonte: [www.10emtudo.com.br](http://www.10emtudo.com.br)



**Figura 10(b).** Resistores ligados em série. Fonte: [www.brasilecola.com.br](http://www.brasilecola.com.br)

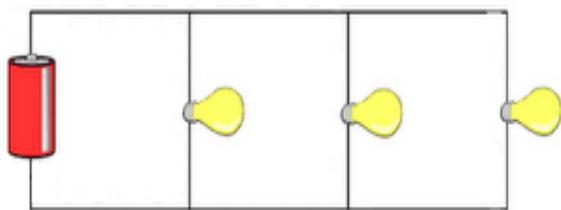


**Figura 10(c).** Lâmpada desconectada do soquete. Fonte: [aprendendoeletricanaweb.blogspot.com.br](http://aprendendoeletricanaweb.blogspot.com.br)

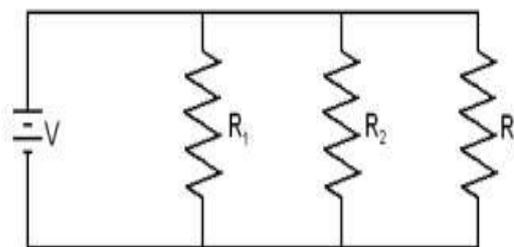
Para resistores em série, o cálculo do resistor equivalente, ou seja, um único resistor que substitui todos os outros do circuito, mas que funciona no circuito do mesmo modo que a associação é representada abaixo:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_N \quad (07)$$

Muitos circuitos são elaborados de modo que seja possível operar vários dispositivos elétricos, cada qual independentemente dos demais. Em nossas casas e escolas, por exemplo, pode-se ligar ou desligar ou queimar uma determinada lâmpada sem com isso afetar o funcionamento das demais lâmpadas e equipamentos elétricos. Isso ocorre porque esses dispositivos estão conectados uns com os outros em paralelo, ilustrado nas figuras 11(a) e 11(b).



**Figura 11(a).** Lâmpadas ligadas em paralelo.  
Fonte:mafaldafernandes.blogspot.com

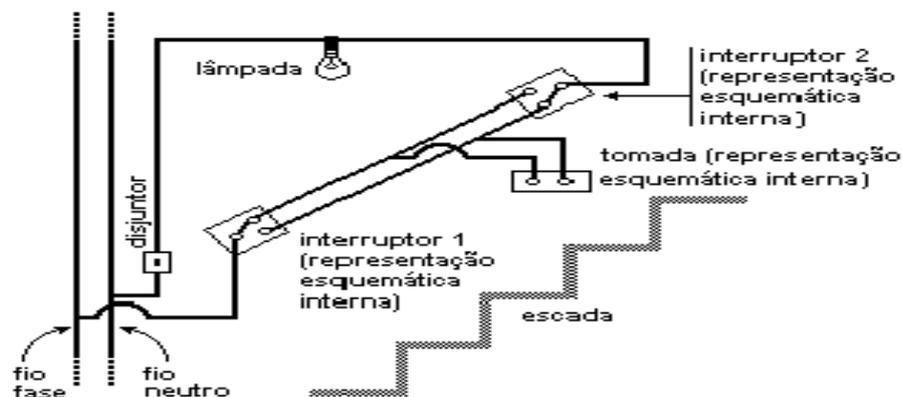


**Figura 11(b).** Resistores ligados em paralelo. Fonte:crv.educacao.mg.gov.br

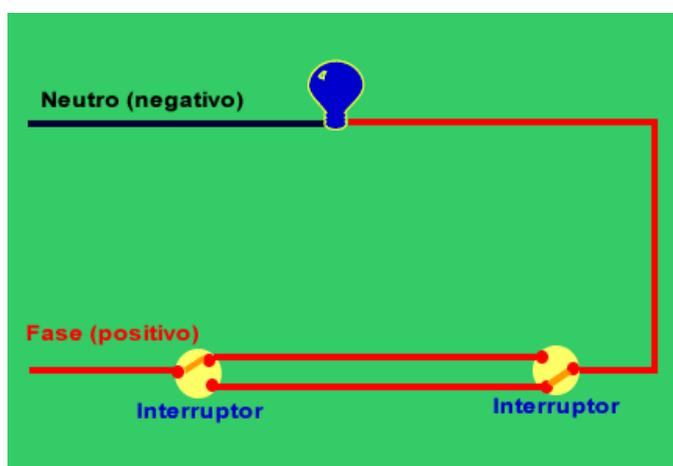
Para esse tipo de associação, o resistor equivalente, vale,

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_n} \quad (08)$$

Algumas residências, escolas e principalmente em prédios utilizam de um sistema de interruptores em paralelo muito útil hoje em dia. Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectando-os para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esse Interruptor além de proporcionar um maior conforto para o usuário aumenta os aspectos quanto à segurança, devido ao comando da iluminação estar em mais de um ponto. Exemplo: em corredores ou uma escada, é bom que tenha um interruptor em cada uma das extremidades ligado a mesma lâmpada. Isso possibilita uma pessoa acender a lâmpada ao chegar e apagá-la quando atingir a outra extremidade da escada ou corredor.



**Figura 12(a).** Simulação de uma ligação de interruptores em paralelo (*Three Way*) em uma escada. Fonte: [www.fazfacil.com.br](http://www.fazfacil.com.br)



**Figura 12(b).** Simulação de uma ligação de interruptores em paralelo (*Three Way*). Fonte: [www.fazfacil.com.br](http://www.fazfacil.com.br)

## 8. Recursos utilizados

Os recursos utilizados foram: *datashow* e um computador para a explanação das aulas expositivas como forma de melhor apresentação do conteúdo, sobretudo, porque, serão trabalhados primeiramente os conteúdos teóricos.

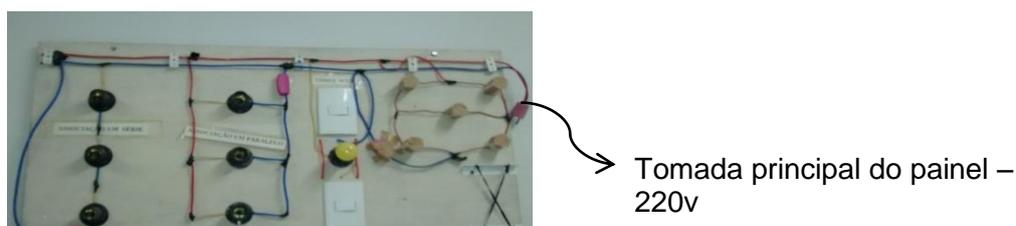
Quadro branco e pincel para condução dos momentos de dedução de algumas equações necessárias ao entendimento do fenômeno.

E o painel contendo resistores em série, resistores em paralelo e o *Three Way*, construído com material de baixo custo ou reciclável, pois o estudo

da Física torna-se mais interessante para os alunos, quando podemos apresentá-los da forma que acontecem.

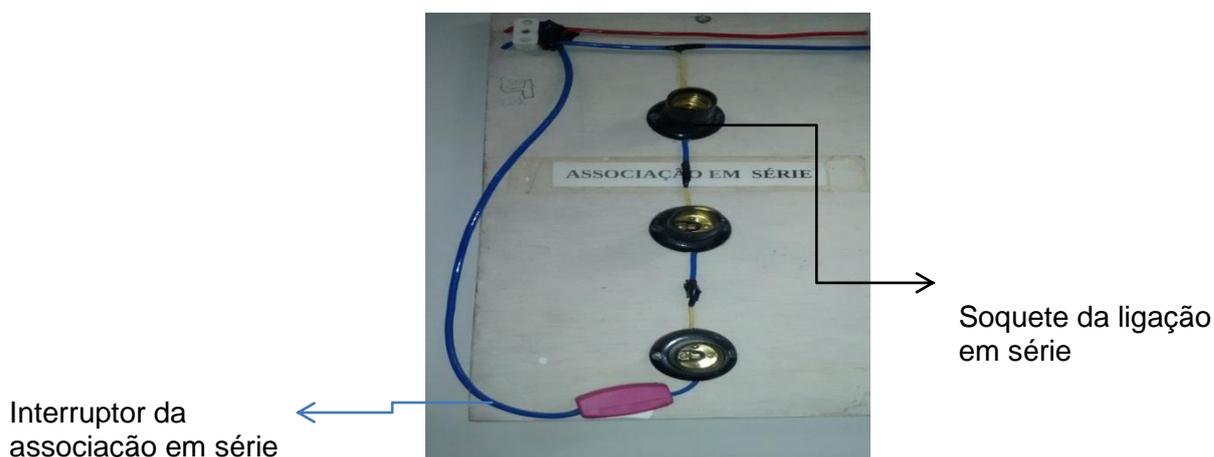
### 9. Montagem e funcionamento

- Coloque as lâmpadas (se possível com as mesmas especificações de fábrica), em cada um dos soquetes;
- Conecte a tomada do painel em uma tensão de 220 V;



**Figura 13.** Imagem completa do painel. Fonte: Própria.

- Enrosque as lâmpadas em cada soquete e acione o interruptor. Observe o brilho das lâmpadas e questione com os alunos porque que isso acontece; desconecte qualquer lâmpada do circuito e verifique que todas as outras lâmpadas apagarão.



**Figura 14.** Lâmpadas associadas em série. Fonte: Própria.

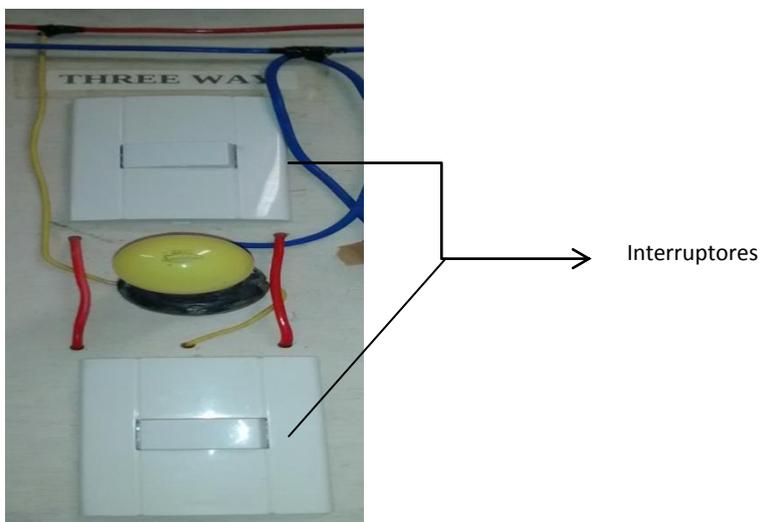
- Conecte as lâmpadas em cada soquete e acione o interruptor das lâmpadas em paralelo. Mostre que o brilho das lâmpadas é normal, ou seja, funciona respeitando as condições de fábrica, pois a tensão elétrica não será dividida para as três lâmpadas do circuito como acontece com os resistores em

série. Desconecte uma lâmpada; mostre para os alunos que as outras continuam acesas como se nada tivesse ocorrido. Compare as duas associações e relacione-as com o cotidiano dos estudantes.



**Figura 15.** Lâmpadas associadas em paralelo. Fonte: Própria.

- Acione os interruptores em paralelo (*Three Way*). Desligue e ligue os interruptores independentemente.



**Figura 16.** Interruptores em paralelo – *Three Way*. Fonte: Própria.

## 10. Avaliação

Levando sempre em conta que a avaliação da aprendizagem de qualquer estudante deve-se dar de forma sistemática, somativa e contínua, decidimos analisar a aquisição do conhecimento de nossos da seguinte forma:

Elaboração de um relatório sobre a aula prática, seguindo um roteiro previamente orientado pela instituição (ou professor da disciplina), exercício sobre associação em série e paralelo, além da utilidade e do funcionamento do *three way*. Avaliação bimestral contendo questões relacionadas a aula prática experimental. Não se exclui, todavia, outras formas de avaliação que se fizerem necessárias durante o processo.

#### 4.5 Indução Magnética – Lei de Faraday

Nessa edição, a questão que destacamos como muito importante, é a **questão 68**. Trata-se do fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Faraday percebeu, por meio da realização de uma série de experiências, que sempre que o fluxo de campo magnético variava, uma diferença de potencial surgia nos pontos do circuito e, conseqüentemente, uma corrente elétrica induzida aparecia. Logo, outra equipe desenvolveu, com o auxílio do professor, depois de muitos estudos, um pequeno experimento que mostrasse, de forma concreta, a aplicação real dessa da Lei de Faraday.

Na tabela abaixo, apresentamos todo o material utilizado na construção do experimento, bem como o valor total gasto.

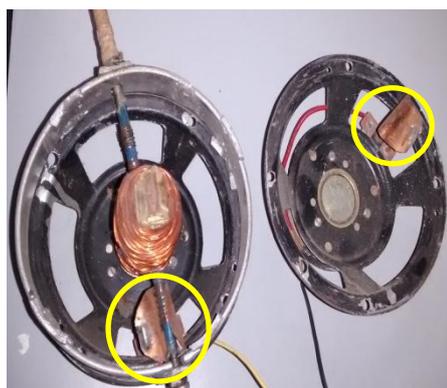
QUANTIDADE	MATERIAL	VALOR UNITÁRIO	TOTAL
02	Autofalantes pequenos	R\$ 5,00	R\$ 10,00
50 metros	Fio de cobre Nº (fio de enrolar motor)	R\$ 0,50	R\$ 25,00
01	Parafuso de 30 cm (eixo do projeto)	R\$ 0,40	R\$ 0,40
01	Hélice de ventilador usada	R\$ 3,00	R\$ 3,00
01	LED VERMELHA	R\$ 2,00	R\$ 2,00
01	Chapa de cobre 10 cm x 10 cm (utilizado para fazer as escovas de contato)	R\$ 1,00	R\$ 3,00
0,5 metro	Fio 4,0 mm (fio para ligação de som automotivo)	R\$ 0,50	R\$ 0,50
	Total		R\$ 43,90

**Tabela 5.** Material utilizado e valor gasto. Fonte: Mercado local (adaptado).

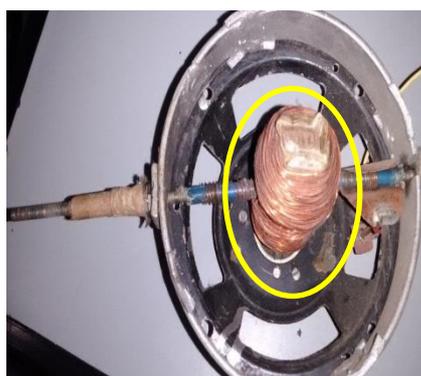
As Figuras 17(a), 17(b) e 17(c) mostram o projeto montado completamente, a parte interna do projeto, identificando principalmente suas escovas e a bobina, onde por ela passa o eixo de rotação, respectivamente.



**Figura 17(a).** Projeto indução magnética completamente montado. Fonte: Própria.



**Figura 17(b).** Parte interna Projeto indução magnética - em destaque, as escovas de contato. Fonte: Própria.



**Figura 17(c).** Destaca a Bobina do projeto indução magnética. Fonte: Própria.

## 5.6 Plano de Aula 3

1. **Tema:** Lei de Faraday.
2. **Público-alvo:** Alunos do terceiro ano do Ensino Médio das Escolas Públicas
3. **Duração:** Duas aulas – 1 h e 40 minutos:

- **Uma aula teórica de 50 minutos:** Conhecimento teórico (Histórico, definições, conceitos e aplicações), apresentação das equações matemáticas;
- **Uma aula prática/experimental de 50 minutos:** Montagem, apresentação e funcionamento do experimento.

#### 4. **Disciplina:** Física

#### 5. **Objetivos:**

##### 5.1 **Objetivo geral**

Explicar o que é Campo Magnético Induzido e enunciar a Lei de Faraday, mostrando que um Campo Elétrico é induzido em qualquer região do espaço onde exista um Campo Magnético variando com o tempo.

##### 5.2 **Objetivos específicos:**

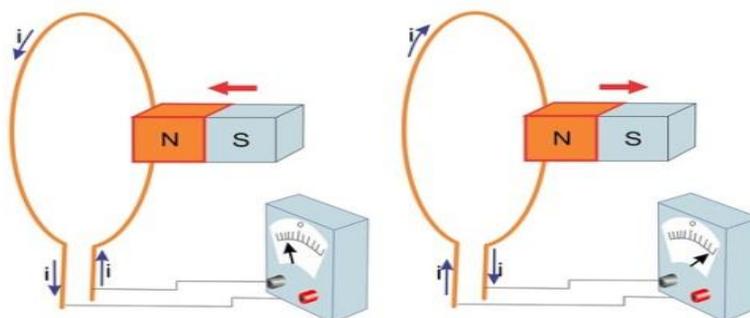
- Analisar a força eletromotriz induzida em um fio condutor movendo-se em Campo Magnético;
- Analisar a aplicação da Indução Eletromagnética nos microfones dinâmicos, nos autofalantes, cartões magnéticos, bobinas etc;
- Compreender que a variação do Campo Magnético induz um Campo Elétrico;
- Discutir sobre a importância e a utilidade da Indução Magnética no dia a dia;
- Estudar alguns efeitos causados pela Indução Magnética.

#### 6. **Competências e habilidades**

- Identificar os polos de um ímã e mostrar que eles não podem ser isolados;
- Definir fluxo magnético, força eletromotriz e corrente induzida e aplicar as leis de Faraday e de Lenz para resolver problemas e interpretar fenômenos.
- Conhecer e utilizar os conceitos Físicos. Relacionar grandezas, identificar parâmetros relevantes.
- Compreender e utilizar leis e teorias físicas.

## 7. Fundamentação teórica

Foi a partir dos anos de 1830 que, dois grandes Físicos, Michael Faraday, na Inglaterra, e Joseph Henry, nos Estados Unidos, perceberam independentemente que um campo magnético variável um fluxo magnético variável através de uma superfície limitada por uma espira de fio fechada estacionária induz uma corrente elétrica no fio, mostrado na Figura 17.



**Figura 18.** Variação do fluxo magnético através de uma superfície limitada de uma espira.  
Fonte: [www.ebah.com.br](http://www.ebah.com.br).

Dessa forma, processo de variação das linhas do campo magnético na superfície limitada de uma espira é chamado de indução e a fem (força eletromotriz, ou tensões) e as correntes elétricas surgidas a partir da variação desse fluxo magnético são chamadas de fem induzidas e correntes induzidas.

Esses importantes Físicos, Faraday e Henry, também descobriram que em um campo magnético parado em relação a um referencial inercial, um fluxo magnético variável através de uma superfície limitada por uma espira de fio móvel induz uma fem no fio. Assim, uma força eletromotriz gerada pelo movimento de um condutor em uma região com um campo magnético é chamado de fem.

Portanto, a variação do fluxo magnético em qualquer espira passa a surgir uma fem induzida e, conseqüentemente, uma corrente elétrica induzida que poderá, dependendo da intensidade, acender uma LED conectada nos extremos da espira.

## 8. Recursos utilizados

Os recursos utilizados foram: *datashow* e um computador para a explanação das aulas expositivas como forma de melhor apresentação do conteúdo, sobretudo, porque, serão trabalhados primeiramente os conteúdos teóricos.

Quadro branco e pincel para condução dos momentos de dedução de algumas equações necessárias ao entendimento do fenômeno.

O experimento construído com material de baixo custo ou reciclável que demonstra os efeitos do movimento de uma espira numa região (entre os ímãs do projeto) onde existe um Campo Magnético.

## 9. Montagem e funcionamento

- Conecte a hélice no eixo do experimento e certifique que a mesma está bem fixa;



**Figura 19(a).** Hélice do experimento. Fonte: Própria.



**Figura 19(b).** Modelo do experimento. Fonte: Própria.

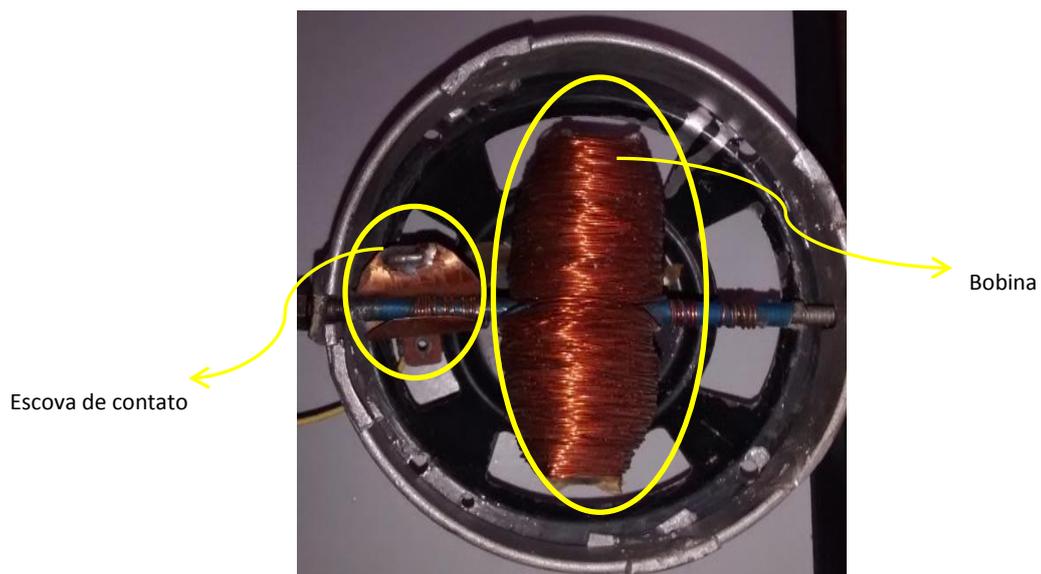
Eixo principal do experimento, onde a hélice deve ser conectada.

- Coloque a LED nos terminais como mostrado na figura 20;



**Figura 20.** Terminais de conexão com a LED. Fonte: Própria.

- Observe se existe contato entre as “escovas” (fazem o contato elétrico com a bobina e transmite para a LED) e os fios (extremos) da espira;



**Figura 21.** Bobina e escova do experimento. Fonte: Própria.

- Coloque o projeto de frente para um ventilador ou gire a hélice com as mãos de modo que o eixo passe a girar;
- Observe a LED acender.

## 10. Avaliação

Levando sempre em conta que a avaliação da aprendizagem de qualquer estudante deve-se dar de forma sistemática, somativa e contínua,

decidimos analisar a aquisição do conhecimento de nossos da seguinte forma: Elaboração de um relatório sobre a aula prática, seguindo um roteiro previamente orientado pela instituição (ou professor da disciplina), exercício sobre as aplicações e as causas da indução magnética no experimento e no dia a dia dos alunos. Avaliação bimestral contendo questões relacionadas à aula prática experimental. Não se exclui, todavia, outras formas de avaliação que se fizerem necessárias durante o processo.

## Apêndice A

### Questionário destinado aos alunos



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA**  
**NÍVEL DE MESTRADO EM FÍSICA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA**  
**EM NÍVEL DE MESTRADO**

Caro aluno,

Solicitamos a sua contribuição para responder às questões abaixo, pois estamos realizando uma pesquisa que servirá de subsídio para estudarmos alguns elementos sobre a prática do professor no desenvolvimento das aulas, a relação entre a Física e o cotidiano do aluno e a condução das aulas práticas através da utilização de materiais de baixo custo.

Para a sua resposta, leve em consideração uma escala de 01 a 05, onde 01 equivale a discordar totalmente, 02 discordar, 03 discordar parcialmente, 04 concordar parcialmente e 05 concordar plenamente.

IDENTIFICAÇÃO	
<b>Iniciais:</b>	<b>Sexo:</b> Fem ( <input type="checkbox"/> ) Masc ( <input type="checkbox"/> )
<b>Idade:</b> anos	<b>Naturalidade:</b>
<b>Escola que estuda:</b>	<b>TURNO:</b> Integral

#### BLOCO I - A prática do professor no desenvolvimento das aulas:

- Os recursos didáticos utilizados na Disciplina de Física deixam a aula mais atrativa.

(  ) 1 (  ) 2 (  ) 3 (  ) 4 (  ) 5

2. As explicações dos conteúdos feitas pelo professor de Física são claras e objetivas.

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

3. As aulas teóricas e experimentais de Física são sempre bem planejadas e executadas.

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

4. O professor de Física sempre detalha o conteúdo abordado em sala de aula, evitando qualquer dúvida.

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

#### **BLOCO II - A relação entre a Física e o cotidiano do aluno**

5. Gosto de estudar Física.

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

6. O ensino de Física é muito importante para minha vida atual e futura.

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

7. O professor sempre relaciona os conteúdos estudados em sala de aula com o meu cotidiano e as tecnologias envolvidas.

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

8. Aprendo bastante nas aulas de Física.

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

9. As aulas práticas experimentais são importante para compreender melhor os fenômenos ambientais que acontecem no meu dia a dia.

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

#### **BLOCO III - A condução das aulas práticas, através da utilização de materiais de baixo custo.**

10. As aulas práticas são sempre realizadas com material de baixo custo ou reciclável.

1  2  3  4  5

11. Aprendo mais com as aulas práticas experimentais de Física utilizando materiais de baixo custo.

1  2  3  4  5

12. A construção de projetos experimentais de baixo custo incentiva a pesquisa e a busca pelo conhecimento.

1  2  3  4  5

13. A realização de oficinas com os experimentos de Física construídos com materiais de baixo custo, além de difundir a questão da pesquisa, garante um reforço na aprendizagem dos alunos que apresentam e daqueles que participam.

1  2  3  4  5