



ESTADUAL DA PARAÍBA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE - PB
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

HELLEN SOUTO GUIMARÃES

**EXPERIMENTOS HISTÓRICOS EM SALA DE AULA: UM RELATO DE
EXPERIÊNCIA COM O MOTOR DE FARADAY**

**CAMPINA GRANDE – PB
2014**

HELLEN SOUTO GUIMARÃES

**EXPERIMENTOS HISTÓRICOS EM SALA DE AULA: UM RELATO DE
EXPERIÊNCIA COM O MOTOR DE FARADAY**

Trabalho de Conclusão de Curso da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Ana Paula Bispo da
Silva.

**CAMPIN GRANDE – PB
2014**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

G963e Guimarães, Hellen Souto.
Experimentos históricos em sala de aula [manuscrito] : um relato de experiência com o motor de Faraday / Hellen Souto Guimarães. - 2014.
34 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva, Departamento de Física".

1. Experimentos históricos. 2. Motor elétrico. 3. História do eletromagnetismo. I. Título.

21. ed. CDD 537

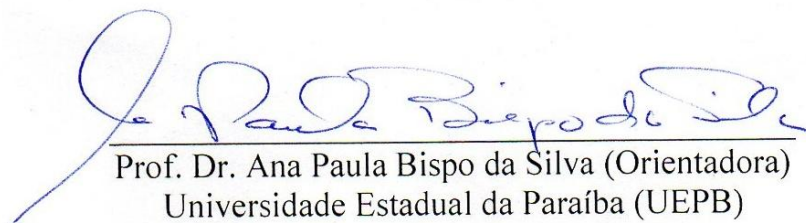
HELLEN SOUTO GUIMARÃES

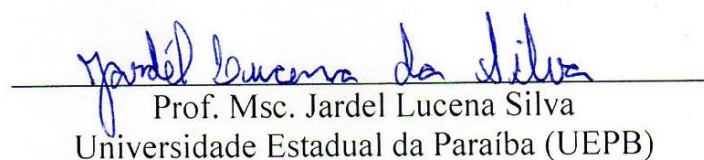
EXPERIMENTOS HISTÓRICOS EM SALA DE AULA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA
COM O MOTOR DE FARADAY

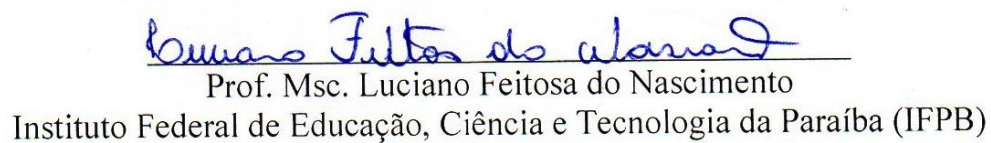
Trabalho de Conclusão de Curso da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
licenciado em Física.

Aprovada em: 24/11/2014.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Ana Paula Bispo da Silva (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Msc. Jardel Lucena Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Msc. Luciano Feitosa do Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

A toda a minha família que sempre esteve ao meu lado me dando o apoio e a força necessários para chegar cada vez mais longe.

AGRADECIMENTOS

É quase impossível lembrar todos que estiveram durante esses momentos da minha vida, colaborando direta e indiretamente para esta vitória.

Primeiramente agradeço a Deus por me dar sempre forças para levantar quando só me restava cair.

Ao meu pai José Paulino Guimarães e a minha mãe Maria Raquel Souto Guimarães, por terem muitas vezes quebrado cabeça junto comigo pensando em como construir meus experimentos.

À professora Ana Paula por ter confiado em mim e aceitado iniciar esse trabalho para caminhar esse trajeto comigo, pelas grandes oportunidades que me deu em vários momentos.

Ao professor Marcelo Gomes Germano por todo o seu apoio e colaboração que foram muito importantes na construção desse trabalho.

Aos professores do departamento do Curso de Licenciatura Plena em Física da UEPB, em especial, a Jardel Lucena Silva que me ajudou em diversas ocasiões inclusive por ter me cedido as suas turmas para a aplicação deste trabalho.

A Thiago Araújo, técnico de laboratório de Física, que sempre esteve pronto para me ajudar com paciência e dedicação.

À coordenação do curso de Física que está sempre disponível para ajudar seus alunos. Com um carinho especial a Seu João a quem dei muito trabalho resolvendo meus problemas junto à coordenação e ele sempre esteve pronto para me ajudar com muita dedicação e presteza, sem nunca reclamar.

Ao professor Alessandro Frederico da Silveira e ao Programa de Institucional de Iniciação a Docência (PIBID), por ter me dado à primeira oportunidade de trabalhar com experimentos em sala de aula.

Aos alunos do 3º ano das turmas A e B do turno da manhã do ano de 2013 da Escola Estadual de Ensino Médio Afonso Campos, localizada na cidade de Pocinhos – PB que participaram da aplicação desse trabalho.

Aos meus companheiros do Grupo de História da Ciência e ensino (GHCEN – UEPB), por terem me propiciado conversas e discussões de diferentes temas, me ajudando na compreensão dos mesmos.

Aos meus colegas que estiveram comigo durante esses anos, em especial a Rubenicio Thiago, Ricardo Fernandes, Mikaely Araújo, Clearlison Costa (amigo e cunhado) e Carolina Souza por terem feito parte dessa conquista tão especial pra mim.

A todos os meus familiares em especial a minha prima Thaís da Costa Guimarães por está a meu lado a tanto tempo. Agradeço por ela ter sido minha prima, minha amiga, minha companheira, minha irmã, minha consciência e muitas outras coisas mais. Sempre estive ao meu lado nos melhores e piores momentos da minha vida sem nunca pensar em me abandonar, por mais difícil que tenha sido me aguentar.

Um agradecimento especial a Terezinha e Luiz que praticamente me adotaram nesses últimos anos me recebendo em sua casa como se eu fosse mais uma filha, a Thayná que foi mais uma irmã e também a Douglas e a Renan que foram meus cunhados adotivos durante todo esse tempo.

Ao meu irmão Higo Souto Guimarães que sempre foi meu companheiro e até chegou a passar a noite acordado junto comigo montando e concertando experimentos que deram errado.

E um último agradecimento, mais não menos especial para Wellington de Castro Martins, por seu apoio, carinho e incentivo. Incentivo mais que especial desde o dia em que decidi fazer meu vestibular há alguns anos atrás até os dias de hoje, que fez sacrifícios enormes para me ajudar a chegar onde estou.

É gratificante quando vemos o nosso trabalho sendo reconhecido e mais ainda quando temos ao nosso lado pessoas tão incríveis nos apoiando, dando força, incentivando. Essa foi mais uma batalha vencida e quando percebemos a quantidade de pessoas que estão ao nosso lado nos incentivando a lutar eu só tenho uma coisa a dizer: que venha cem anos de guerras que com o exercito que tenho ao meu lado eu a vencerei.

“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.”

(Isaac Newton)

“Ainda que eu tivesse o dom da profecia, o conhecimento de todos os mistérios e de toda a ciência; ainda que eu tivesse toda a fé, a ponto de transportar montanhas, se não tivesse o amor, nada disso me adiantaria.”

(I Coríntios 13:2)

Sumário

1. Introdução	12
2. A História de Faraday e o seu Envolvimento com o Eletromagnetismo:	13
3. Reconstruindo Experimento para a Sala de Aula:	15
4. O Experimento Demonstrativo: O Motor de Faraday:	16
4.1. Montagem da Réplica.....	17
4.2. O Experimento a ser Montado pelos Alunos: Motor Elétrico Básico.....	19
5. A Física do Experimento:.....	20
6. Sequência de Aulas	21
6.1. Primeira Etapa: A História e as Pesquisas de Michael Faraday	21
6.2. Segunda Etapa: Revisão.....	22
6.3. Terceira Etapa: O Experimento Demonstrativo	24
6.4. Quarta Etapa: Montagem do Experimento Feita pelos Alunos	24
7. Considerações Finais	26
REFERÊNCIAS	27
APÊNDICE A – MATERIAL CONTIDO NO KIT ENTREGUE AOS ALUNOS.....	28
APÊNDICE B – ROTEIRO DE MONTAGEM	29
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO.....	30
APÊNDICE D – SEQUENCIA DIDÁTICA: INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA	32
APÊNDICE E – PLANO DE AULA 1.....	33
APÊNDICE F – PLANO DE AULA 2.....	334

Tabela de Figuras

Figura 1: Desenho ilustrativo do motor elétrico feito por Michael Faraday	16
Figura 2 (a): Gancho parafusado	17
Figura 2 (b): Bateria.....	17
Figura 2 (c): Fio	17
Figura 2 (d): Interruptor	17
Figura 2 (e): Recipiente.....	17
Figura 2 (f): Prendedor metálico.....	17
Figura 3: 1ª ilustração da montagem da réplica	18
Figura 4: 2ª ilustração da montagem da réplica	18
Figura 5: 3ª ilustração da montagem da réplica	18
Figura 6: 4ª ilustração da montagem da réplica	18
Figura 7: Réplica do motor elétrico de Michael Faraday	19
Figura 8 (a): Fio	19
Figura 8 (b): Ímã	19
Figura 8 (c): Parafuso	19
Figura 8 (d): Pilha	19
Figura 9: Motor elétrico simples	20
Figura 10: Esquema mostrando o vetor resultante do campo eletromagnético	21
Figura 11 (a): Alunos assistindo a 1ª etapa da aula.....	22
Figura 11 (b): Alunos assistindo a 1ª etapa da aula.....	22
Figura 12 (a): Alunos assistindo a 2ª etapa da aula.....	23
Figura 12 (b): Alunos assistindo a 2ª etapa da aula.....	23
Figura 13 (a): Alunos participando da 3ª etapa da aula	24
Figura 13 (b): Alunos participando da 3ª etapa da aula	24
Figura 14 (a): Alunos participando da 4ª etapa da aula	25
Figura 14 (b): Alunos participando da 4ª etapa da aula	25
Figura 14 (c): Alunos participando da 4ª etapa da aula.....	25
Figura 15: Motor elétrico simples	29

RESUMO

Este trabalho parte do princípio que atividades experimentais associadas a episódios históricos podem contribuir para estimular os alunos em relação à aprendizagem de conceitos de física. No entanto, várias pesquisas mostram que exemplos de tais materiais são escassos quando se trata de reprodução em sala de aula (Martins, 2007). Assim, este trabalho faz parte de um projeto que vem sendo desenvolvido pela Universidade Estadual da Paraíba no sentido de fornecer material didático envolvendo história da ciência e experimentação para professores da educação básica. O episódio histórico escolhido para este trabalho foi o experimento realizado por Faraday, no período entre 1821 e 1823, em que surgem alguns dos princípios de funcionamento dos motores elétricos. Para explorar os conceitos de física, partimos da descrição original de Faraday (Faraday, 1844) para reconstruir o experimento utilizando materiais de baixo custo e explorando a relação entre o sentido da corrente e os polos magnéticos. O conjunto de atividades constituído pela reconstrução do experimento e a sequência de aulas formam o material utilizado para a realização de uma atuação junto a alunos do 3º ano do Ensino Médio. A análise do processo desenvolvido pelos alunos mostra que experimentos históricos podem servir como elementos motivacionais na aprendizagem de física

Palavras-Chave: Experimentos históricos. Motor elétrico. História do eletromagnetismo.

ABSTRACT

This work is based on the idea that experimental activities and historical episodes can contribute to stimulate students to be interested in to learn physics concepts. However, many researches argue that are few practical materials that deal with this association (Martins, 2007). Thus, this work is part of a project developed in the State University of Paraíba to create didactical material that associates experimental activities and historical episodes directed to high school students. In this work, we choose the historical episode about the experiment made by Faraday between 1821 and 1823, which deal with the first ideas on electrical motors. To explore physics concepts, we rebuild Faraday's experiment from his description and we analyze its physics concepts. The experiment and the lesson plan associated to it were applied in a public high school. The results shows that historical experiments can contribute to the motivational aspect of teaching.

Keywords: Historical Experiments. Electrical Motor. History of Electromagnetism

1. Introdução

A construção da ciência não ocorre da noite para o dia, mas sim após um percurso longo e demorado, com erros e acertos. A história da ciência traz vários exemplos desta provisoriabilidade do conhecimento científico, que podem contribuir para problematizar e motivar o Ensino de Física.

Um destes exemplos históricos que está muito próximo do cotidiano dos alunos são os motores elétricos. Envolto em um período de novas tentativas e várias explicações, o motor elétrico passou por diferentes adaptações até chegar ao que conhecemos hoje. Uma das primeiras ideias de “motor elétrico” está relacionada com o estudo das correntes induzidas por Faraday. Michael Faraday (1791- 1867) permite explorar ainda outro viés da história da ciência, mostrando que a relação entre experimento e teoria não é simples. As ideias de “motor elétrico”, um equipamento tão necessário e presente atualmente, vieram de alguém que tinha uma formação básica, mas que investigava, incansavelmente, experimentalmente (Dias e Martins, 2004).

Entendemos que tanto a história envolvendo o motor elétrico quanto a que envolve Michael Faraday, apresentam vários elementos que podem contribuir para a motivação dos estudantes na disciplina de Física.

Assim, este trabalho se constitui num relato de experiência de uma intervenção realizada no Ensino Médio, contando com a reprodução do experimento de Faraday e uma sequência didática em que a história da ciência e uma atividade experimental com motores atuais estão associadas.

A aula foi direcionada a alunos do 3º ano das turmas “A” e “B” do turno da manhã da Escola Estadual Afonso Campos, localizada na cidade de Pocinhos – PB. Os alunos que participaram da aula foram alunos que se ofereceram a participar da atividade, ao todo foram entre 10 e 15 alunos participantes. Esses alunos não foram escolhidos por nós, eles ouviram a proposta e se ofereceram a participar de nosso laboratório didático.

2. A História de Faraday e o seu Envolvimento com o Eletromagnetismo¹

Início do século XIX: as experiências com eletricidade e magnetismo fazem parte do cotidiano dos laboratórios em vários países da Europa. A Royal Society, na Inglaterra, recebe, semanalmente, diversos trabalhos que procuram compreender os fenômenos elétricos e magnéticos. As tentativas de explicação envolvem desde a natureza de tais fenômenos, como também as possíveis relações entre eletricidade estática, corrente elétrica e magnetismo.

Depois que Oersted² divulga os resultados de seu experimento, em 1820, várias pessoas buscam compreender as relações que haveria entre corrente elétrica e magnetismo (Martins, 1986). Entre estas pessoas, está Michael Faraday (1791- 1867). Faraday na época trabalhava com Humpry Davy em um dos laboratórios mais bem equipados da Inglaterra. Sob a influência de Davy, as primeiras experiências de Faraday envolviam mais a eletroquímica, como o caso das pilhas.

Muitas questões ainda permaneciam em aberto, como a diferença entre a eletricidade obtida por fricção, que parecia ser apenas superficial, e a eletricidade de caráter voltaico (como as pilhas), que parecia ser devido a transformações no interior dos corpos. As duas eletricidades pareciam ter o mesmo comportamento, mas será que tinha a mesma origem ou natureza? Tais questões já tinham envolvido Volta e Galvani durante o século XVIII e ainda permaneciam em aberto e passavam a envolver também o magnetismo.

Além disso, continuava a questão da natureza “fluida” da eletricidade: a existência de fenômenos contrários, como correntes contrárias, ou movimentos de rotação contrários, deveria ser associada a dois tipos de fluidos ou a um só fluido? Ou seja, a eletricidade seria fruto da atuação de dois tipos de “causadores” em oposição, ou por apenas um “causador”, que pode estar ausente ou presente. Tal questão estava em aberto desde os experimentos de Du Fay sobre a eletricidade vítrea e resinosa (Boss e Caluzi, 2007), e ainda não apresentava uma resposta clara, aceita pela maioria.

Outra questão em aberto estava relacionada com as propriedades químicas dos materiais e a capacidade de produzirem eletricidade. Uma das teorias aceitas na época supunha que havia uma decomposição da solução quando uma corrente passava pela substância, devido a uma força de atração ou repulsão entre as moléculas que estavam entre os terminais de entrada e saída da solução, ocorrendo uma série de decomposições e recomposições no líquido – defendida por Grothus e Davy. A outra teoria, defendida por La

¹ A história do eletromagnetismo é muito extensa e não é nossa intenção aqui tratá-la por completo. Para aprofundamento, sugerimos Whittaker (1987) e Darrigol (2005);

² Sobre a descoberta de Oersted, sugerimos a leitura de Martins (1986).

Rive, supunha que havia apenas as moléculas vizinhas aos terminais, que eram decompostas, e seus fragmentos se deslocariam ao longo do líquido entre os terminais (Whittaker, 1987, p. 170).

Juntamente com Davy, as primeiras experiências de Faraday na Royal Institution estavam ligadas à questão de propriedades químicas. Porém, após tomar conhecimento do trabalho de Oersted, Faraday começa uma série de experimentos sobre rotações eletromagnéticas, afastando-se temporariamente das pesquisas com eletroquímica.

Inicialmente, Faraday se restringiu a reproduzir os experimentos que eram divulgados à época. Depois iniciou seus próprios experimentos, tentando descobrir “analogias entre o comportamento da eletricidade observada no movimento das correntes, e o comportamento da eletricidade em condutores em repouso” (Whittaker, 1987, p. 171).

As experiências de Faraday podem ser divididas em três fases em que ele se ateu a diferentes propriedades e interpretações dos fenômenos eletromagnéticos (Dias e Martins, 2004). O experimento que discutimos aqui está inserido na segunda fase, que vai de 1821 a 1823, que investigam os fenômenos de rotação do fio em torno de um polo magnético e o movimento do polo em torno do fio conduzindo corrente. A primeira e a terceira fases são divididas nos seguintes períodos 1820 – 1821 e 1825 – 1832 respectivamente.

As observações de Faraday foram de grande contribuição para a compreensão no desenvolvimento de novos experimentos que elucidassem as relações de magnetismo e eletricidade. Tanto que o artigo foi traduzido para o francês e acrescido de comentários de Ampère³.

Faraday já havia tido contato com Ampère quando viajou com Davy por vários laboratórios da Europa e os dois trocavam correspondências frequentemente. Apesar de adotarem formas diferentes para explicar, Faraday e Ampère concordavam com relação às causas dos fenômenos eletromagnéticos. No entanto, enquanto Faraday explicava a partir do que hoje conhecemos por “linhas de força”, o que atualmente nos leva ao conceito de fluxo, Ampère desenvolveu uma teoria de equivalência entre magnetos e circuitos com correntes baseada principalmente na ação de forças de atração e repulsão (Whittaker, 1987, p. 88). A divergência nos formalismos de Faraday e Ampère fica mais evidente na fase posterior das pesquisas de Faraday, quando se trata da indução eletromagnética. Nesse caso, o fato de Faraday não fornecer um formalismo matemático mais completo para a explicação dos

³ Para entender Ampère, sugerimos Chaib e Assis (2007) e Darrigol (2005).

fenômenos, restringindo-se à abordagem qualitativa, diferencia-o de Ampère e seus seguidores.

Foram muitos anos e tentativas antes que Faraday encontrasse uma explicação para a relação entre corrente elétrica e magnetismo. Muito tempo também se passou até que o experimento inicial de Faraday pudesse levar ao que conhecemos atualmente como motor elétrico. Durante esse intervalo, diferentes contribuições e modificações foram feitas na eletrodinâmica, muitas vezes considerando hipóteses erradas, outras vezes, corretas.

3. Reconstruindo Experimento para a Sala de Aula

Nas salas de aula do ensino médio é comum nos depararmos com alunos que não conseguem entender toda abstração vetorial e geométrica envolvida com o estudo do eletromagnetismo, conteúdo que é abordado, em geral, no 3º ano do Ensino Médio. Esses alunos estudam não apenas este conteúdo mais também outros, como ótica geométrica, cinemática vetorial etc., através de desenhos dos livros didáticos ou até mesmo desenhos feitos pelo próprio professor na lousa da sala de aula, o que não significa dizer que eles vão conseguir entender a abstração contida nesses conteúdos.

A proposta da experimentação em sala de aula é exatamente essa: de mostrar para os alunos na prática o que eles só veem na teoria trazida pelos livros e que nem sempre são abordados da melhor forma pelos professores para que os alunos possam entender da melhor maneira possível.

Abordando o experimento como demonstrativo, para que o aluno visualize a realidade do fenômeno físico ocorrendo e a partir disso, aplicação do conteúdo conceitual juntamente com o contexto histórico envolvido em sua elaboração por Faraday, acreditamos que o aluno terá mais caminhos para se chegar ao entendimento do conteúdo. O aluno terá diversos caminhos para chegar o entendimento conhecendo a história de quem fez as descobertas, verá de forma linear como ocorreram as descobertas e ainda terá a chance de ver na prática o que até então ele só conhecia na teoria e terá a oportunidade de fazer os seus próprios testes e com isso tirar suas próprias conclusões. Esta proposta pretende utilizar as hipóteses de Faraday como problematizadoras, para que os alunos possam, assim como ele, entender as diferentes formas de interpretação dos fenômenos, considerando o ambiente em que se encontrava.

Além desse experimento demonstrativo traz-se também a proposta de um experimento mais simples e prático para os alunos montarem em sala de aula. Trata-se também de um

motor elétrico que funciona com o mesmo conceito de indução eletromagnética que o experimento demonstrativo, ou seja, a recriação do motor de Faraday, contudo com uma montagem mais simplória.

4. O Experimento Demonstrativo: O Motor de Faraday

Trata-se de um experimento importante para os estudos do eletromagnetismo que foi elaborado sem nenhum preceito matemático. A teoria e as deduções matemáticas só foram obtidas depois de toda a sua análise experimental, após as conclusões conceituais.

O experimento original feito por Faraday por volta de 1820 era bem mais rústico do que o que nós iremos apresentar aqui, além de fazer uso de material perigoso.

Experimento de Faraday (material):

- Base de madeira
- Poste metálico;
- Fios de cobre;
- Recipientes de vidro;
- Ímã cilíndrico;
- Mercúrio⁴;
- Fonte de energia.

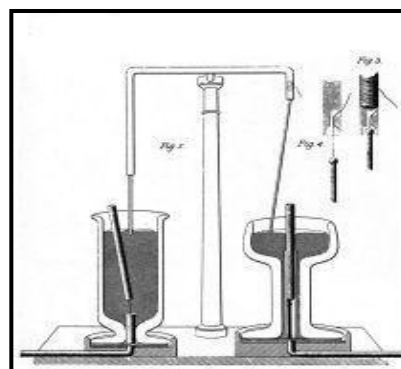


Figura 1: Mostra o desenho feito por Faraday é um esquema que demonstra o experimento feito por ele onde, o lado direito mostra a rotação do fio em torno do ímã e o lado esquerdo mostra a rotação do ímã em torno do fio.

A descrição da Figura 1 nos diz que Faraday fez não só a rotação que o fio faz em volta do ímã (que é o que nós iremos mostrar no nosso experimento), como também a rotação que o ímã faz em volta do fio. Para o nosso experimento iremos utilizar materiais similares, porém tentando nos aproximar o máximo possível do efeito que ele descreve.

No nosso experimento iremos adotar materiais bem mais simples e de fácil acesso, para que não só o professor, mas também qualquer curioso que tenha interesse no assunto possam fazê-lo sem muitas dificuldades.

⁴ Mercúrio utilizado por Faraday se trata do elemento químico de complexo manuseio.

4.1. Montagem da Réplica

Material utilizado:

- Base de madeira;
- Uma haste de metal condutor de eletricidade em forma de Z (no nosso caso, usamos o alumínio);
- Um gancho parafusado;
- Fio de cobre muito fino desencapado;
- Fio de cobre muito grosso desencapado;
- Um recipiente circular de metal;
- Um ímã cilíndrico de mesma altura que o recipiente;
- Líquido condutor (nesse caso água com sal);
- Uma bateria de 12 v e 7 A;
- Prendedores metálicos;
- Um interruptor de campainha;
- Fios encapados.

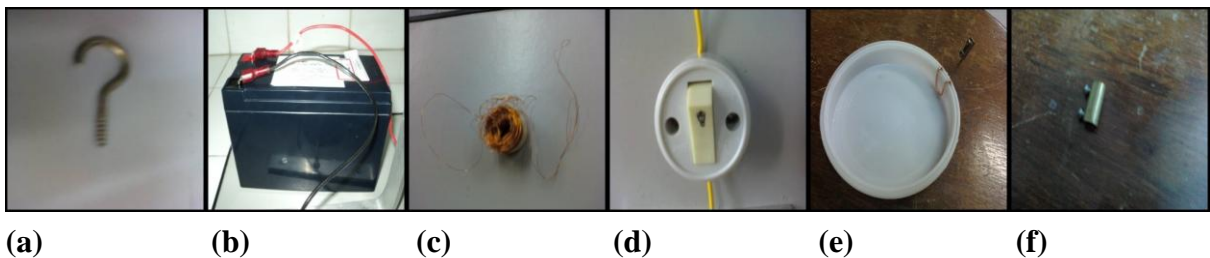


Figura 2: Mostra os materiais utilizados na construção do experimento: (a) Gancho parafusado; (b) Bateria; (c) Fio; (d) Interruptor; (e) Recipiente; (f) Prendedor metálico.

Modo de Montagem:

1. Na haste em forma de Z faça três furos em uma das pontas da haste, dois deles servirão para colocar os parafusos que prenderá essa haste à base de madeira e o outro furo servirá para colocar o parafuso onde será preso um fio pequeno, na outra ponta, faça mais um furo para colocar o gancho voltado para baixo segundo ilustra a Figura 3;

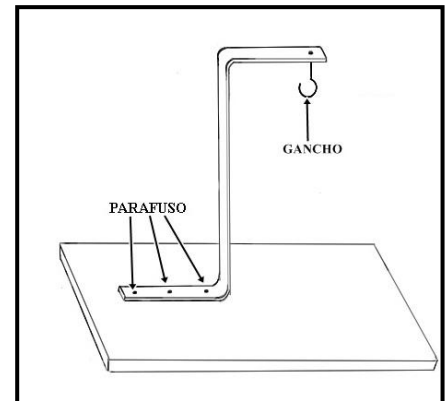


Figura 3

2. O pedaço de fio grosso deixe-o reto com uma pequena curva em uma de suas extremidades como se fosse uma bengala, nessa argola prenda uma ponta do fio mais fino e a outra ponta do fio fino prenda no gancho fixo na haste assim como podemos ver na Figura 4;

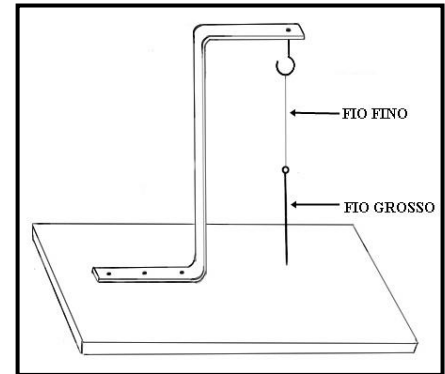


Figura 4

3. Coloque o recipiente bem abaixo do fio de modo que o fio fique no centro do recipiente coloque um prendedor metálico para fixar o recipiente e prender uma das pontas de um fio como está ilustrado na Figura 5;

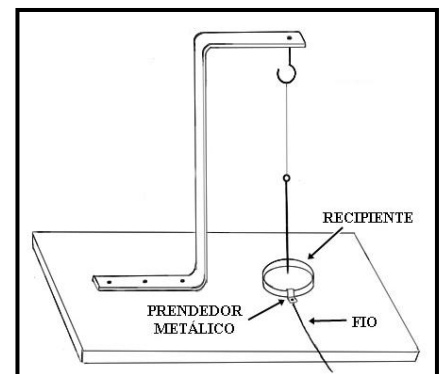


Figura 5

4. Na outra ponta do fio que anteriormente foi fixado na haste, coloque um interruptor de campainha e o outro fio que sai da campainha prenda a outra ponta em um dos polos da bateria, o fio que está fixo no recipiente, prenda a sua outra ponta no segundo polo da bateria como está representado na Figura 6;

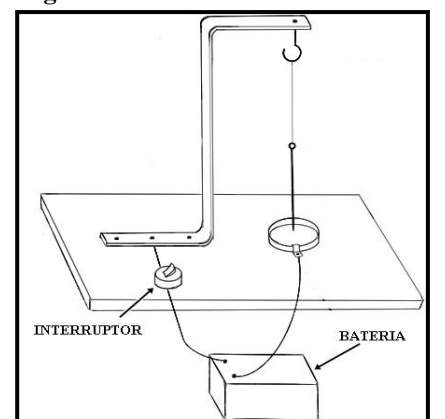


Figura 6

5. Coloque o ímã cilíndrico de neodímio posicionado no centro do recipiente e teremos o experimento pronto como mostra a figura abaixo:

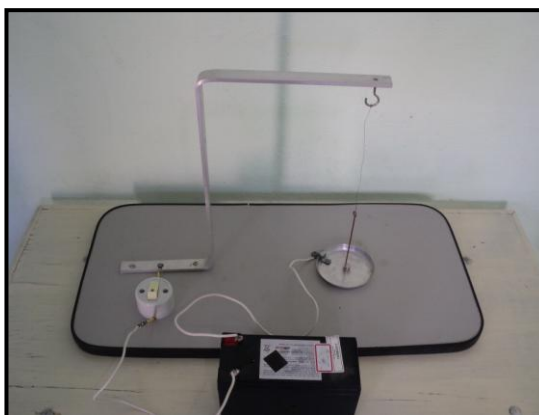


Figura 7: Réplica do motor elétrico de Michael Faraday, feito para ser demonstrado na aula.

4.2. O Experimento a ser Montado pelos Alunos: Motor Elétrico Básico

O experimento a ser montado pelos alunos é feito de matérias simples que demonstra exatamente o que ocorre no experimento demonstrativo.

Material utilizado:

- 1 pilha alcalina D de 1,5 v;
- 1 parafuso simples de rosca “soberba” (de madeira);
- 1 fio de cobre fino de 15 cm de comprimento;
- 1 ímã de neodímio N35 de 10mm X 4mm.



(a) Fio;

(b) Ímã;

(c) Parafuso;

(d) Pilha.

Figura 8: Material utilizado para os alunos montarem o experimento do motor simples na conclusão da aula.

Modo de montagem:

1. Coloca-se o ímã na base (ou cabeça) do parafuso;
2. Coloca-se a ponta do parafuso no polo positivo da pilha;
3. Em seguida encosta-se uma das pontas do fio no polo negativo da pilha e a outra ponta do fio no ímã.

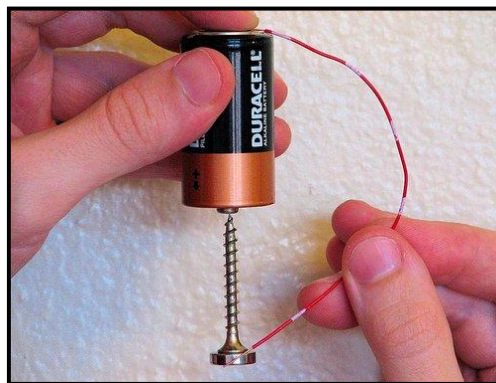


Figura 9: Figura 9: Mostra como deve ser feita a montagem do motor simples.

5. A Física do Experimento

O ímã por si só já produz um campo magnético, de atração ou repulsão, dependendo do corpo que se aproxime a ele e de sua polaridade (se for polos iguais, serão repelidos, porém se forem polos diferentes serão atraídos). Contudo, como está se tratando de uma corrente elétrica que irá passar por esse circuito, isso irá gerar um campo eletromagnético.

Lembrando-se ainda de regra da mão direita⁵ que se aprende ainda no Ensino Médio, passando-se a corrente pela haste e seguindo o percurso até chegar ao fio grosso pendurado, deduzimos então, que a direção e o sentido da corrente serão respectivamente, verticais e para baixo, sendo ainda a direção e sentido do campo ‘saindo de sua palma’ então, esse serão respectivamente, horizontal e para a direita. O que irá gerar uma força giratória no sentido horário, isso se colocarmos o polo sul do ímã para cima. No entanto se invertermos a polaridade do ímã, o sentido será invertido também e, portanto será o anti-horário (figura 6).

⁵ A ‘regra da mão direita’ exprime uma das maiores dificuldades na interpretação da ação entre campo magnético e corrente elétrica. Conforme discutido em Martins (1986), a interpretação deste fenômeno foi feita por Oersted considerando outros elementos além dos resultados experimentais. Crenças filosóficas, por exemplo, influenciaram na aceitação de um efeito “circular” associado a uma corrente “linear”.

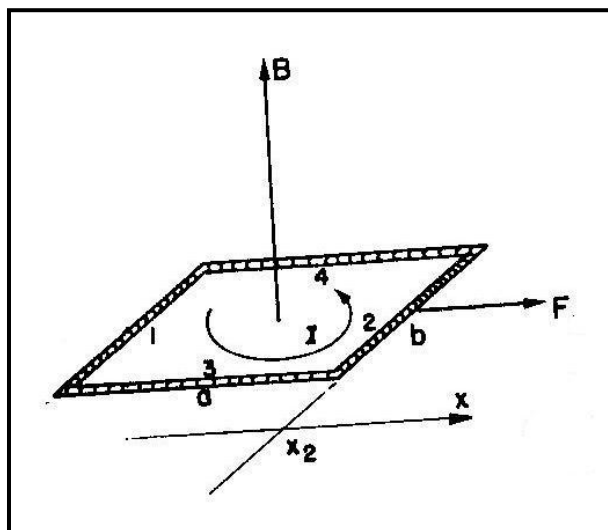


Figura 10: Mostra como se dá a rotação do fio segundo o campo eletromagnético resultante.

6. Sequência de Aulas

A aula foi desenvolvida com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual de Ensino da cidade de Pocinhos no estado da Paraíba a Escola Estadual Afonso Campos. A aula foi dividida em quatro etapas distribuídas em três aulas de 45 minutos cada aula. As três primeiras etapas foram aplicadas em duas aulas e a última etapa em uma aula. Todas as aulas foram gravadas (áudio e vídeo) com a autorização dos alunos e da direção da escola.

Segue-se abaixo a descrição dos procedimentos adotados nas aulas.

6.1. Primeira Etapa: A História e as Pesquisas de Michael Faraday

Aqui se trabalhou partindo da história da vida de Faraday desde o seu nascimento até o final da sua vida explicando sua formação, as descobertas e teorias estudadas e constatadas por ele. Ao concluir a apresentação, iniciou-se a apresentação do conteúdo da indução eletromagnética. Essa apresentação partiu do experimento de Oersted, explicando as teorias existentes na época, seguindo com o trajeto percorrido por Michael Faraday citando alguns dos experimentos feitos por ele durante a realização de suas pesquisas. Durante as explicações dadas dos experimentos, fora colocado em foco o primeiro motor elétrico feito por ele, que foi o motor o qual foi recriado por nós de forma mais simples para ser utilizado em sala de aula.

Em seguida foram citados vários exemplos de aparelhos elétricos utilizados em nosso dia a dia partindo do princípio da indução eletromagnética para o seu funcionamento. Quando explicado o movimento giratório provocado pelo campo magnético os alunos não pareceram muito entusiasmados com a possibilidade de se usar tal conceito. Entretanto, ao ouvir citar os equipamentos elétricos que utilizam o conceito, eles mesmos perceberam outros exemplos que utilizem o mesmo princípio de funcionamento.



(a)

(b)

Figura 11: Ambas as figuras (a e b) se remetem ao momento da aula durante a primeira etapa.

6.2. Segunda Etapa: Revisão

A aula teve início com uma rápida revisão onde foram abordados alguns conteúdos e conceitos que se faziam necessários para dar continuidade ao nosso objetivo, que seria a indução eletromagnética. Nessa revisão foram abordados assuntos como:

- Conceito de corrente elétrica;
- Tipos de funcionamentos de máquinas;
- Transformações de energia;
- Campo magnético;
- Polaridade de ímãs.

Essa revisão se fez necessária levando em consideração que muitos desses conceitos poderiam já ter sido esquecido por esses alunos. Durante toda esta primeira fase da aula, os alunos foram sempre incentivados a participarem e sempre indagados sobre o que eles sabiam e/ou lembravam-se de cada conteúdo citado durante a aula.



Figura 12: Ambas as figuras (a e b) se remetem ao momento da aula durante a segunda etapa.

Nessa etapa percebe-se que muitas das teorias citadas na revisão os alunos não lembravam, alguns chegaram a dizer ainda que na época em que viram tais conceitos não conseguiram compreender. Contudo, de um modo geral ao fim da revisão, eles pareceram bem mais familiarizados com os conteúdos.

Durante essa etapa foi buscado incentivar os alunos a pensar, questionar e dizer o que eles entendem sobre determinado assunto. Em certo ponto, indaguei sobre o que eles entendem por indução citando o exemplo de uma pessoa induzindo outra e a resposta obtida foi:

“‘tá’ dizendo que ele vai exercer uma determinada influencia em você. Vai influenciar.”

(Aluno 1)

Essa resposta foi essencial para dar continuidade ao assunto e ajudou bastante na compreensão dos demais alunos sobre o conceito da indução eletromagnética.

Os alunos foram bastante participativos quando eles entendiam algo e eu pedia exemplos; questionando quando não compreendiam. Essas participações foram bastante satisfatórias considerando-se que o nosso objetivo era ter uma troca de informações entre alunos e professor.

6.3. Terceira Etapa: O Experimento Demonstrativo

Neste ponto foi mostrado a eles o experimento demonstrativo, a recriação do motor de Faraday. De imediato, houve aproximação e indagação sobre sua construção, as semelhanças e diferenças com o experimento do Faraday e ainda sobre o seu funcionamento por parte dos alunos.

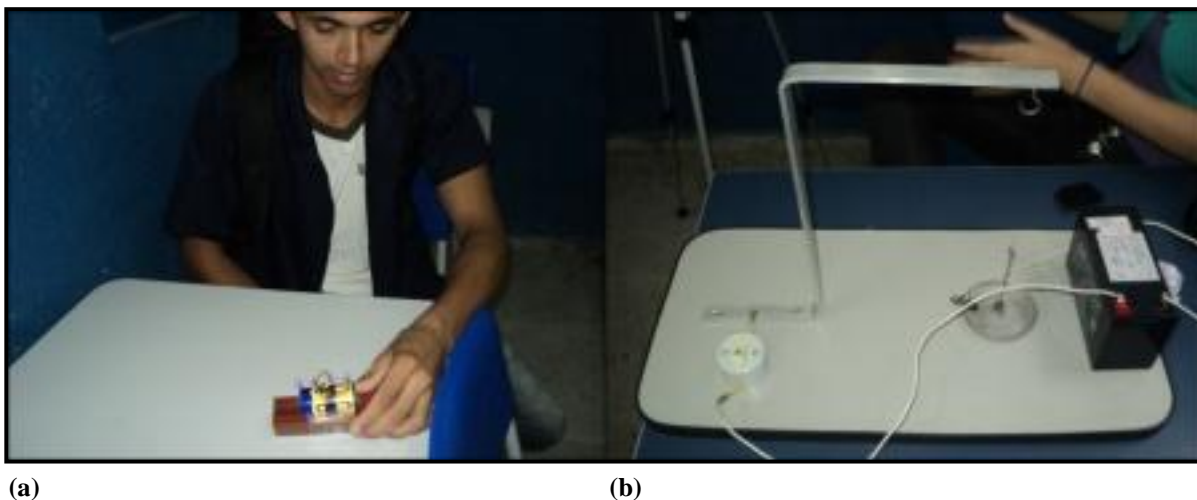


Figura 13: Nessas imagens temos: (a) Um aluno manuseando um motor elétrico simples; (b) A explicação e discussão da réplica do motor elétrico de Michael Faraday.

Nesta etapa, mostrei aos alunos a recriação do motor elétrico de Faraday, como mostra a Figura 8 e outro modelo de motor elétrico mais simples mostrado na Figura 9. Aqui foi mostrado a esses alunos os dois motores explicando o seu funcionamento a partir do conceito trabalhado em sala de aula de indução eletromagnética. Esse foi o ponto máximo da aula, quando os alunos viram o experimento funcionando, mostrando assim que os alunos se interessam muito mais quando as aulas de física fogem do tradicional e partem para trazer novidades aos alunos.

6.4. Quarta Etapa: Montagem do Experimento Feita pelos Alunos

Essa etapa fora realizada em outra aula três dias após a aula onde se aplicou as etapas anteriores. Nesta etapa foi entregue aos alunos um pequeno kit contendo materiais para montar o motor simples (APÊNDICE A). Eles receberam ainda duas folhas: uma contendo as instruções de montagem (APÊNDICE B) e a outra com questionamentos sobre alterações que os alunos fariam na montagem para que eles analisassem tais mudanças e o que isso afetaria em seu funcionamento (APÊNDICE C). Nas instruções de montagem, apenas em uma

montagem o parafuso giraria sem problema algum, na montagem seguinte, alterando a pilha, o experimento não funciona como deveria e na última montagem o parafuso poderia até girar, mas não com a mesma intensidade da primeira montagem. Nesse caso era pedido que os alunos explicassem com suas palavras, por que isso ocorreria.



Figura 14: todas as imagens expostas acima (a, b e c) são referentes ao momento em que os alunos estão montando os experimentos e descrevendo o seu funcionamento.

Apesar de ter por objetivo fazer os alunos se tornarem participativos e não apenas passivos este ponto foi muito importante para saber até onde ia a compreensão deles junto ao que lhes fora passado e obtive respostas bem interessantes. Como as descritas abaixo:

- Quanto à primeira montagem na qual o parafuso gira sem problemas, obtive a seguinte resposta:

“Está ocorrendo uma rotação do parafuso onde esta o ímã prata. Com a passagem da corrente elétrica da pilha pelo fio condutor do polo – para o ímã provoca o aparecimento de um campo magnético provocando a rotação.”

(Aluno 2)

- Para a montagem 2 em que usa-se a pilha menor, temos a seguinte explicação:

“A potência da pilha pequena, não é o suficiente para que haja a distribuição de cargas. Isto é, não é o suficiente para se associar com o ímã que pede uma potência maior.”

(Aluno 3)

- Para a montagem 3 obtive a resposta a seguir:

“Ocorreu uma rotação de menor intensidade com a passagem da corrente elétrica provavelmente e devida a propriedade do qual a ímã preto é constituído e diferente do ímã prata isso faz com que não tenha tanta intensidade na rotação.”

(Aluno 4)

Podemos perceber que os alunos não utilizam termos técnicos. Entretanto, do jeito deles, de uma forma simplória eles conseguem explicar do ponto de vista deles o que tá acontecendo e porque isto ocorre. A não utilização de tais termos, porém, não significa que suas respostas estivessem erradas, muito pelo contrário, grande parte das respostas estava correta. No entanto, o modo e os termos com a qual eles responderam eram de forma “rústica” sem termos técnicos e científicos.

7. Considerações Finais

De um modo geral, o objetivo de fazer os alunos se interessarem e participarem da aula foram alcançados. Conseguimos introduzir a história do pesquisador, o trajeto percorrido para se construir o conhecimento científico e ainda o experimento em uma aula de modo que os alunos compreendessem o que lhes fora passado e participassem assiduamente. Na aula, não introduzimos equações nem fórmulas, considerando que este é o único ponto abordado pela maioria dos professores e tínhamos como foco fazer uma aula diferente do tradicional. Porém a aula foi concluída com a certeza que os alunos aproveitaram e absorveram grande parte do que lhes foi passado em sala de aula.

Temos, porém, que lembrar que existem professores que buscam fazer diferente em sua sala de aula, como introduzir outros elementos com interdisciplinaridade, abordagem CTSA etc.. Há diferentes formas de tornar as aulas diferentes do que já se conhece, motivando os alunos.

Contudo quem já presenciou a realidade de uma sala de aula da rede pública de ensino sabe que existem inúmeros fatores que vão contra a vontade de um professor fazer a diferença em sua sala: muitas das vezes faltam apoio de uma direção e/ou coordenação escolar e até mesmo de seus colegas; há as cobranças para se dá o maior número de conteúdos possíveis tendo em vista a exigência de se preparar o aluno para vestibulares e ENEM. No entanto, isso

não significa que o professor deva simplesmente se entregar ao sistema que lhe foi imposto e deixar sua aula em um patamar de mesmices na qual os alunos simplesmente terão que decorar fórmulas e substituir valores que muitas vezes eles nem sequer sabem o que significam.

Nossa experiência com esses alunos foi positiva, conseguimos passar todas as informações que queríamos e ainda tivemos um bom retorno dos alunos tanto no que diz respeito na participação das aulas como nas respostas obtidas na atividade final com eles descrevendo o que estavam vendo do experimento.

REFERÊNCIAS

- BOSS, S. L. B.; CALUZI, J. J.. Os conceitos de eletricidade vítrea e resinosa segundo Du Fay. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 635-644, 2007.
- CHAIB, J.P.M.D.C.; ASSIS, A. K. T. Sobre os efeitos das correntes elétricas–Tradução comentada da primeira obra de Ampère sobre eletrodinâmica. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 5, n. 1, p. 85-102, 2007.
- DARRIGOL, O. **Electrodynamics from Ampère to Einstein**. New York: Oxford University Press, 2005.
- DIAS, V. S. A indução eletromagnética na sala de aula. Pp. 207-220. In: SILVA, C. C. (org.) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. 381p.;
- DIAS, V. S.; MARTINS, R. A. Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, pp. 517-530, 2004.;
- MARTINS, R. A. Ørsted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, p. 89-114, 1986.
- WHITTAKER, E. **A history of the theories of aether and electricity. I. The classical theories**. American Institute of physics, Tomash publishers, 1987.434p.;

APÊNDICE A – MATERIAL CONTIDO NO KIT ENTREGUE AOS ALUNOS

- Um fio fino de 15 cm de comprimento;
- Um parafuso de cerca de 4 cm de comprimento;
- Uma pilha D;
- Uma pilha AAA (pilha palito);
- Um ímã cilíndrico de ferrite;
- Um ímã cilíndrico de neodímio.

APÊNDICE B - ROTEIRO DE MONTAGEM

Coloque um ímã na “cabeça” do parafuso e coloque a ponta do parafuso no polo positivo (+) da pilha deixando o parafuso de cabeça para baixo. Em seguida encoste uma ponta do fio no polo negativo (-) da pilha e a outra ponta do fio encoste-se ao ímã, como mostra a figura abaixo:

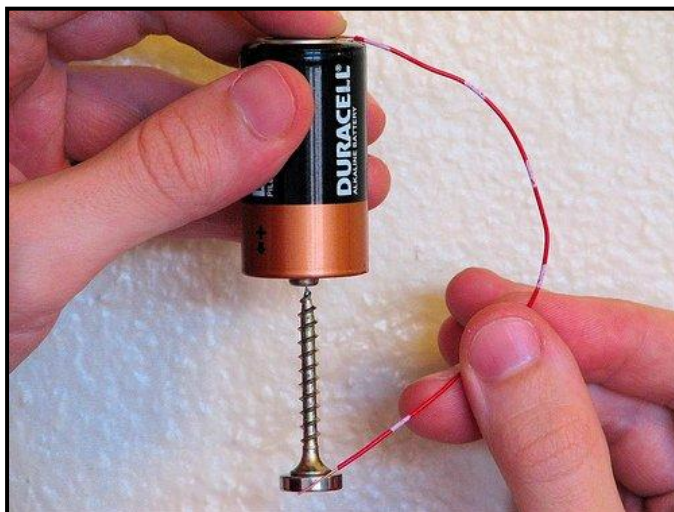


Figura 15: A figura mostra como deve ficar a montagem do experimento.

APÊNDICE D – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Escola Estadual de Ensino Médio Afonso Campos

Pocinhos-PB

Disciplina: Física.

Professor (a): Hellen Guimarães.

	Objetivos	Número de Aulas	Recursos Utilizados	Tempo (min)
Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> • Passar aos alunos uma breve noção de como se deu os estudos de Michael Faraday até que ele chegasse a suas descobertas; • Passar aos alunos a compreensão de que a construção do conhecimento se dá a partir de um longo processo de estudos e análises; • Mostrar aos alunos o processo evolutivo das descobertas científicas, que são baseadas em estudo, pesquisa e dedicação. 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Datashow. 	40
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar os conteúdos que se fazem necessários para a compreensão do conteúdo de Indução Eletromagnética; • Incentivar os alunos a responderem, questionarem e desse modo construir a aula de forma participativa. 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Datashow; • Objetos que contribuem para a aula (ímãs, motores de brinquedos, etc.) 	30
Etapa 3	<ul style="list-style-type: none"> • Mostrar aos alunos na prática o conteúdo que anteriormente se deu por teoria; • Fazer com que os alunos compreendam que existe funcionalidade naquilo que eles estudam em sala de aula. 		<ul style="list-style-type: none"> • Experimento montado anteriormente com o objetivo de ser utilizado na aula 	15
Etapa 4	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar o quanto os alunos conseguem descrever fenômenos físicos quando eles o veem 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Kit contendo os materiais e roteiro necessários para montar o motor elétrico simples; • Questionário. 	40

APÊNDICE E – PLANO DE AULA 1

**Escola Estadual de Ensino Médio Afonso Campos
Pocinhos-PB**

Disciplina: Física.

Professor (a): Hellen Guimarães.

Duração da Aula: 90 min (2 horas-aula).

Conteúdo:

- A Indução Eletromagnética e a História de Michael Faraday.

Objetivos:

- Apresentar aos alunos uma aula diferente adotando uma metodologia diferenciada que possibilite um maior entendimento por parte dos alunos;
- Construir uma aula onde os alunos sejam vistos como ativos na construção do mesmo e não apenas um receptor de informações;
- Aplicar uma abordagem histórica envolvendo as descobertas feitas Michael Faraday e mostrando como ele chegou ao experimento na qual é conhecido como o primeiro motor elétrico de Faraday;
- Trazer uma abordagem que junte a história e o experimento da indução fazendo os alunos se questionarem a respeito do funcionamento disso no cotidiano deles.

Metodologia:

- Aula expositiva;
- Data show;
- Uso de experimentos expositivos e interativos;
- Contextualização histórica.

Avaliação:

- Participação e questionamentos na construção da aula;

APÊNDICE F – PLANO DE AULA 2

Escola Estadual de Ensino Médio Afonso Campos
Pocinhos-PB

Disciplina: Física.

Professor (a): Hellen Guimarães.

Duração da Aula: 45 min (1 horas-aula).

Conteúdo:

- A Indução Eletromagnética e a História de Michael Faraday.

Objetivos:

- Avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos durante a aula anterior;
- Ponderar as percepções que os alunos tiveram do conteúdo lecionado na aula anterior;

Metodologia:

- Aplicação de experimentos junto com roteiro didático para os alunos montarem e descreverem o que eles veem acontecer e explicar por que isso ocorre.