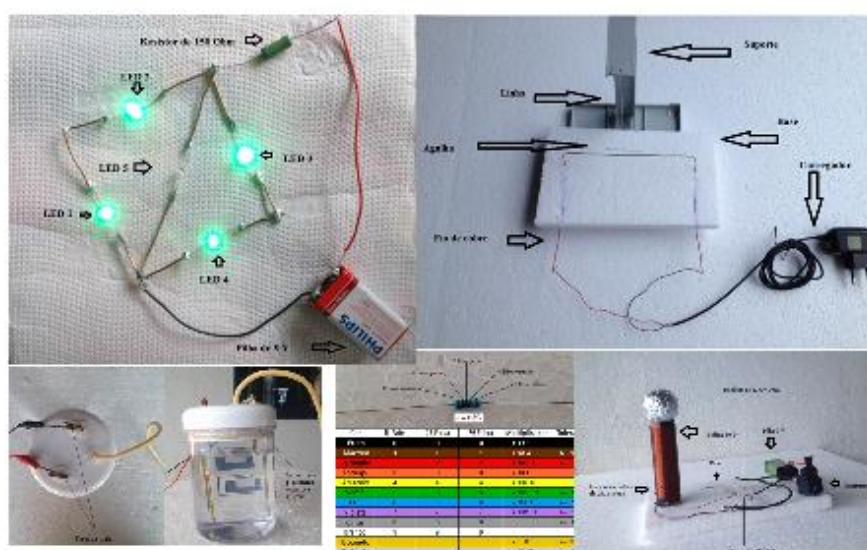


MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA

PROJETOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE
ELETROMAGNETISMO

MOACY JOSÉ STOFFES JUNIOR
CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR



Apresentação

Esta estratégia didática é destinada aos educadores que trabalham com a Física no 3º ano do Ensino Médio. Ela é produto de um estudo desenvolvido para o trabalho de conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizado pelo Professor Moacy José Stoffes Junior, sob a orientação do Prof. Dr. Carlos Mergulhão Junior do Departamento de Física da Fundação Universidade Federal de Rondônia, Campus de Ji-Paraná.

O material produzido é resultado do trabalho desenvolvido no Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama, em Porto Velho - RO. As atividades foram documentadas e analisadas para a dissertação de Mestrado do autor e deste estudo resultaram materiais de apoio para professores que queiram desenvolver atividades semelhantes em suas instituições de ensino e futuramente enriquecer ainda mais a proposta.

A partir da adoção de uma concepção epistemológica construtivista para o ensino de Eletromagnetismo propomos atividades experimentais estruturadas em pequenos projetos didáticos como instrumento de ensino. Sua função mediadora do diálogo construtivista entre professor, estudante e conhecimento científico. Nesta ótica, desenvolveremos uma metodologia que zela tanto pelos conteúdos normalmente trabalhados no ensino médio, como também ajudará o estudante desenvolver o seu lado pesquisador.

SUMÁRIO

1 SUGESTÕES PARA APLICAÇÃO DOS PROJETOS.....	4
1.1 Avaliação diagnóstica	4
1.2 Momento da motivação.....	4
1.3 Apresentação do projeto	4
1.4 Formação dos grupos	4
1.5 Objetivos	5
1.6 Planejamento.....	5
1.7 Orientação	6
1.8 Construção experimental	6
1.9 Socialização do saber	6
1.10 Avaliação	7
2 PROJETOS DE ELETROSTÁTICA	8
2.1 Pêndulo eletrostático (projeto1).....	8
2.2 Gerador de Van de Graaff (projeto 2).....	10
2.3 Garrafa de Leyden ou capacitor primitivo (projeto 3).....	13
2.4 Capacitores de grafite (projeto 4)	15
3 PROJETOS DE ELETRODINÂMICA.....	19
3.1 Gerador de Hidrogênio (projeto 5)	19
3.2 Resistores de grafite (projeto 6).....	21
3.3 Circuitos elétricos (projeto 7)	25
4 PROJETOS DE MAGNETOSTÁTICA.....	29
4.1 Linhas de campo de um ímã permanente (projeto 8).....	29
5 PROJETOS DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA.....	31
5.1 Clássico experimento de Oersted (projeto 9).....	31
5.2 Freio eletromagnético (projeto 10)	32
5.3 Motor elétrico de corrente contínua simples (projeto 11).....	33
5.4 Mini bobina de Tesla (projeto 12)	35
REFERÊNCIAS	38

1 SUGESTÕES PARA APLICAÇÃO DOS PROJETOS

Os projetos didáticos no Ensino Médio devem ser elaborados de modo a permitir que o aluno adquira e desenvolva determinadas habilidades cognitivas e sociais e sintaxe responsável pelo seu processo de aprendizagem. Apesar do trabalho com projetos não ser um instrumental cartesiano, não existindo fórmulas ou receitas a serem seguidas, algumas etapas são importantes.

1.1 Avaliação diagnóstica

Neste momento é importante o professor comunicar que as respostas da avaliação diagnóstica serão imprescindíveis para o desenvolvimento do projeto, assim deve ser feita com responsabilidade. As questões da avaliação diagnóstica devem evidenciar as maiores dificuldades da turma para serem posteriormente trabalhadas e também os pontos fortes para serem explorados.

1.2 Momento da motivação

Criar um clima de envolvimento e interesse no grupo, e em cada pessoa, sobre o que está sendo trabalhado na sala de aula. Ou seja, reforçar a consciência de aprender do grupo (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998).

A motivação pode ser feita a partir de excelentes vídeos existentes no *site* de compartilhamento de vídeos YouTube, exemplos de aplicações tecnológicas, situações do dia a dia, excursão, visita técnica, *etc.*

1.3 Apresentação do projeto

Neste momento o professor deve fazer uma breve apresentação da sugestão de projeto. É importante o educador deixar esclarecido que a proposta de construção experimental é apenas uma sugestão para orientar o trabalho, cabendo aos grupos melhorá-la.

1.4 Formação dos grupos

O trabalho de grupo é uma estratégia implícita à aprendizagem por projetos. Para isso, os alunos têm que o ver como um conjunto de pessoas que interagem têm consciência umas das outras e se percebem como um grupo (CASTRO; RICARDO,

1993). Esta é outra etapa importante ao iniciar um projeto didático, uma vez que é nesse momento que se pode explorar a aprendizagem cooperativa que:

- Desenvolve a liderança;
- Cria uma relação positiva entre alunos e professores;
- Estimula o pensamento crítico e ajuda os alunos a clarificar as ideias através do diálogo;
- Desenvolve a competência de comunicação oral;
- Melhora a recordação dos conteúdos;
- Cria um ambiente ativo e investigativo;
- Diminui individualismo.

É comum atividades em grupos, mas cada estudante trabalha individualmente, não discutem entre si, fracionam as atividades entre os integrantes, desse modo, perde o contexto da atividade, tornando algo mecânico e sem significado.

Há uma série de autores com trabalhos completos na área de aprendizagem cooperativa, mas alguns cuidados tomados pelo professor no momento de proposição da atividade são suficientes:

- Oriente sobre a importância da participação de todos na atividade;
- Deixe os estudantes se arranjam em grupos;
- Seja exigente com o cumprimento do cronograma proposto para a atividade.

1.5 Objetivos

É necessário que o educador estabeleça claramente as metas de aprendizagem que espera que os educandos desenvolvam e os conhecimentos que permitirão essa conquista. Os objetivos subjacentes ao projeto determinam o tipo, a quantidade e o nível de informação a ser priorizado.

1.6 Planejamento

É essencial construir um cronograma com prazos para cada atividade, delimitando a duração total do trabalho. Também é necessário verificar previamente a disponibilidade dos recursos e materiais que serão usados, como sites, livros, resistores, multímetros, *etc.*

1.7 Orientação

Na estratégia de ensino a partir de projetos são os próprios alunos os principais atores, pois são eles que realizam as atividades que lhes permitem encontrar as respostas para as suas questões. Cabendo ao educador o papel de observador, de orientador e de avaliador do trabalho dos alunos.

1.8 Construção experimental

As atividades experimentais devem ter caráter investigativo, na qual os educandos devem ocupar uma posição ativa no processo de construção do conhecimento e que o professor deve ser o mediador desse processo.

Na atividade experimental de investigação o aluno deve projetar e identificar algo interessante a ser resolvido, mas não deve dispor de procedimentos automáticos para chegar a uma solução mais ou menos imediata; a solução, na realidade, deve requerer do aluno um processo de reflexão e tomada de decisões sobre a sequência dos passos a seguir. O método investigativo tem, então, se revelado eficaz no desenvolvimento de aspectos fundamentais para a educação científica, tais como a possibilidade de fornecer aos alunos oportunidades para o desenvolvimento de habilidades de observação, formulação, teste, discussão, dentre outros (OLIVEIRA, 2010).

1.9 Socialização do saber

A socialização do saber é um momento de grande aprendizagem, pois o compartilhamento dos resultados alcançados estimula os alunos, fazendo-os interagir mais entre si e com o educador, melhorando suas habilidades de comunicação. Como resultado, o aluno passa a se expressar mais facilmente.

Há várias formas de organizar a socialização no final do projeto:

- Debate;
- Seminário;
- Exposição;
- Excursão;
- Visita técnica;
- Mesa redonda.

1.10 Avaliação

A avaliação quando se trabalha com projetos no meio escolar deve contemplar a aferição de competências, do que se sabe (saber-pensar) e do que se faz (saber-fazer), desde que não sejam separadas estas duas atividades, considerando-se a sequência cognitiva.

Nessa perspectiva, a avaliação deve ser processual, ou seja, deve considerar todo o processo. O processo avaliativo não deve ser composto por um único instrumento, como, por exemplo, somente uma avaliação escrita, como habitualmente usada na Metodologia Tradicional.

Um instrumento eficaz em uma avaliação processual é a planilha de acompanhamento, pois, além das informações quantitativas como notas e conceitos, ela também pode guardar dados mais específicos do aluno, de acordo com seus aspectos qualitativos.

As planilhas de acompanhamento são de uso, em sua essência, pessoal e por isso cada professor pode e deve confeccionar o modelo de planilha de acompanhamento que lhe for mais útil.

2 PROJETOS DE ELETROSTÁTICA

2.1 Pêndulo eletrostático (projeto1)

Apresentação

O projeto é recomendado para introduzir os conceitos iniciais de carga elétrica, processos de eletrização e força elétrica. Em alguns momentos utilizamos palavras no imperativo, tais como, faça, repita, etc., entretanto, são apenas sugestões para dar algumas ideias iniciais para os alunos, assim, fica aberto para eles enriquecerem as atividades e explorarem ao máximo os fenômenos físicos presentes. Uma documentação por meio de fotos ou vídeos agrega valor ao trabalho.

Material:

- Um suporte;
- Um pedaço de folha de alumínio (o mesmo utilizado na cozinha);
- Um pente de plástico ou bastão de vidro ou bastão de plástico;
- Um pedaço de lã, flanela ou tecido de algodão;
- Um fio não condutor (linha de nylon ou seda);
- Uma bolinha de isopor.

Procedimento

A montagem da atividade experimental é conforme a figura 2.1. Após a montagem e atritar (a umidade no momento das atividades interfere no tempo que as cargas ficam acumuladas) o bastão ou pente com a lã ou flanela o experimentador pode explorar várias situações:

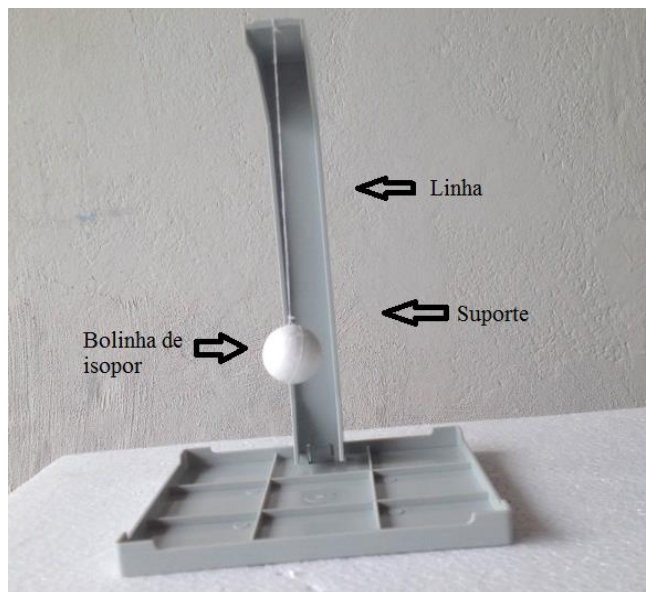


Figura 2.1- Montagem do projeto 1.

- Aproximar o pente ou bastão da bolinha sem fazer o contato;
- Repita a operação do item anterior, mas envolva a bolinha de isopor com a folha de alumínio;
- Toque a bolinha envolvida com a folha de alumínio com o pente ou bastão;
- Repita a operação do item anterior, mas retire a folha de alumínio da bolinha.

Algumas situações-problemas a serem exploradas:

- Explicar o que ocorre quando o bastão ou pente carregado se aproxima da bolinha de isopor (envolvida e não envolvida pela folha de alumínio) sem tocá-la.
- Explicar as diferenças que ocorrem, com relação às interações elétricas, entre as situações da bolinha com e sem a folha de alumínio;
- Utilizar uma tabela da série triboelétrica para explicar a natureza das cargas adquiridas pelo atrito;
- Explicar o que ocorre quando toca o bastão ou pente na bolinha com e sem a folha de alumínio;
- Comparar os efeitos observados com a bolinha com e sem a folha de alumínio;
- Explicar como podemos usar o pêndulo eletrostático para determinar o sinal da carga do material atritado.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é escrever um texto no formato de artigo científico, contemplando: título, autores, resumo, palavras-chave,

introdução, fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, considerações finais e referências.

2.2 Gerador de Van de Graaff (projeto 2)

Apresentação

O projeto é recomendado para introduzir os conceitos de campo elétrico e potencial elétrico. Apesar de em alguns momentos utilizamos palavras no imperativo, tais como, faça, repita, etc., entretanto, são apenas sugestões para dar algumas ideias iniciais para os alunos, assim, fica aberto para eles enriquecerem as atividades e explorarem ao máximo os fenômenos físicos presentes. Uma documentação por meio de fotos ou vídeos agrega valor ao trabalho.

Material:

- 1 base de madeira;
- 40 cm fios flexível de cobre de 3 mm;
- 20 cm de tubo de PVC 40 mm;
- 1 T PVC 40 mm;
- 1 luva PVC 40 mm;
- 1 tampão 40 mm;
- 1 correia de borracha (pode ser improvisada com a borracha de uma luva de limpeza, não se deve usar borracha da cor preta, pois ela geralmente é condutora);
- 1 motor de 12 V DC;
- 1 Bateria 12 V ou fonte 12 V;
- 1 parafuso;
- 1 rolete de feltro ou teflon;
- 1 eixo de aço;

Procedimento

A montagem da atividade experimental é conforme a figura 5.3, figura 5.4 e figura 5.5. A correia de borracha pode ser improvisada a partir da parte do pulso de uma luva de borracha utilizada para limpeza. Construa uma pequena “escova” com o fio de cobre superior e toque levemente a correia no eixo superior, como mostrado na figura 5.4, a outra extremidade conecte a parte interna da lata de refrigerante. Construa outra “escova” com fio de cobre inferior e toque levemente a correia no eixo de feltro do motor, depois conecte o fio à terra.

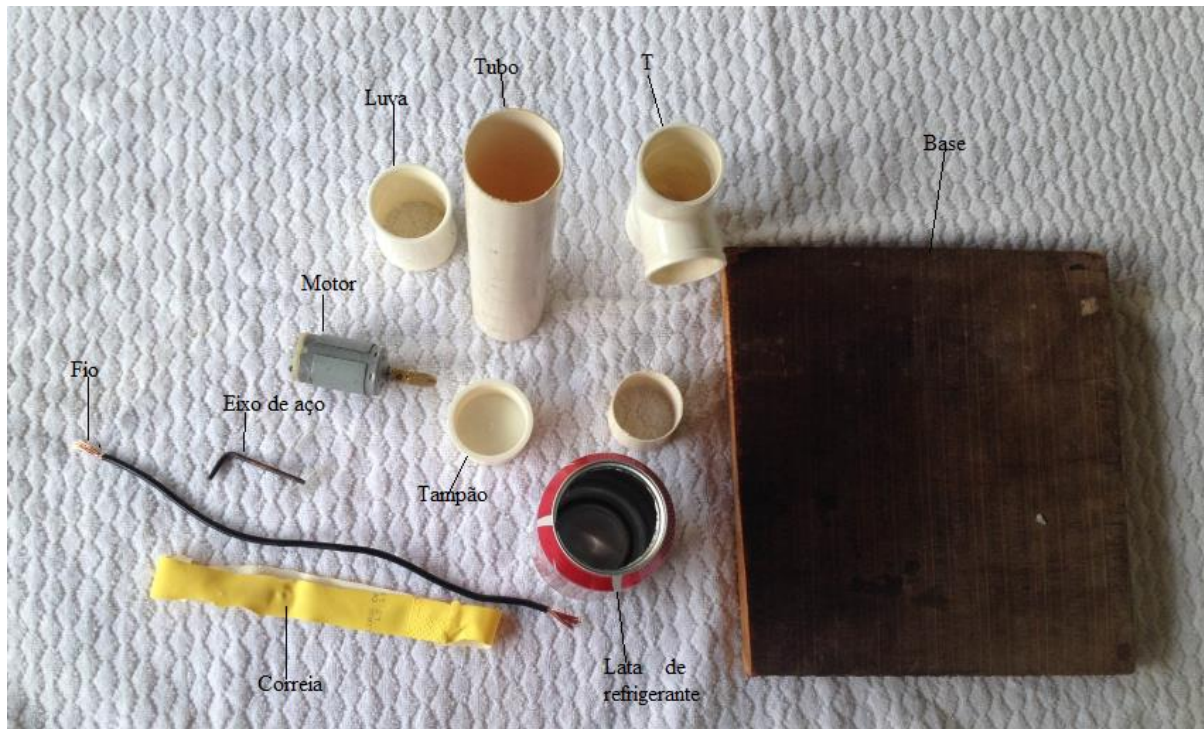


Figura 2.2-Materias para a montagem do gerador.

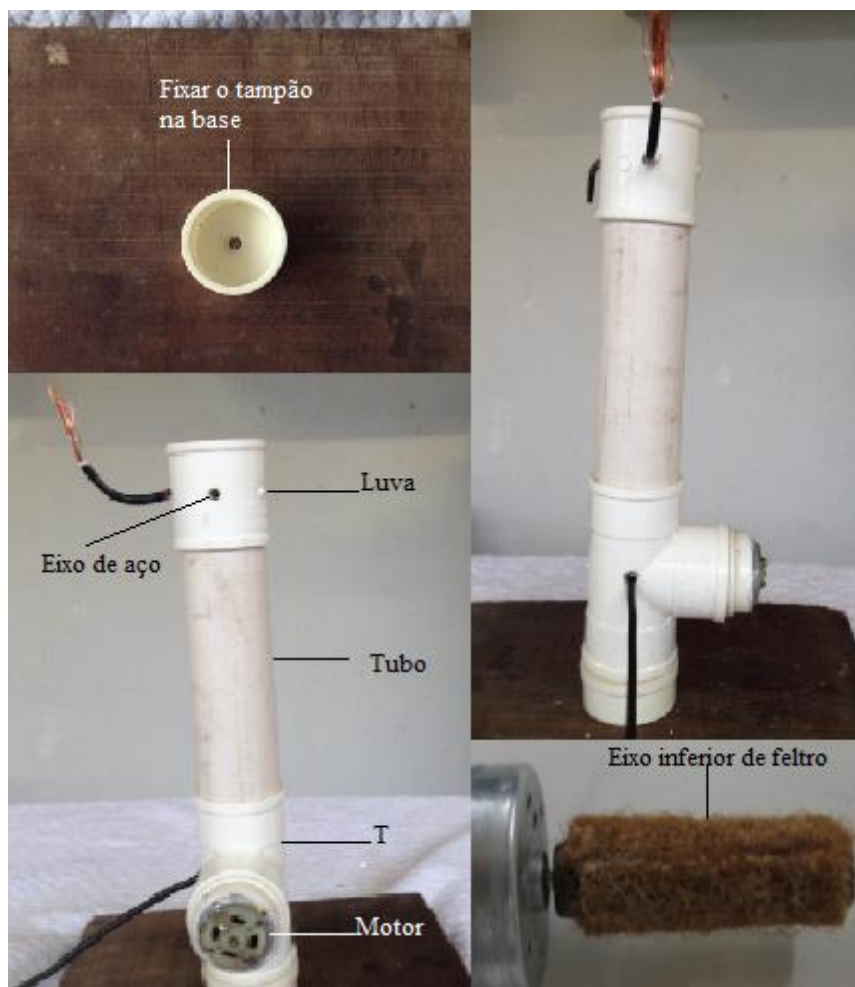


Figura 2.3- Detalhes da montagem do projeto 2.



Figura 2.4- Gerador de Van de Graaff concluído.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é escrever um texto no formato de artigo científico, contemplando: título, autores, resumo, palavras-chave, introdução, fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, considerações finais e referências.

Na fundamentação teórica o estudante deve apresentar os conceitos de campo eletrostático, potencial elétrico, histórico do gerador de Van de Graaff, explicar o funcionamento do gerador, eletrização por atrito e série triboelétrica.

Outra sugestão de atividade é apresentar o gerador de van de Graaff em uma feira de ciências ou até mesmo na própria escola nos horários de intervalo para que outros estudantes também o conheçam.

2.3 Garrafa de Leyden ou capacitor primitivo (projeto 3)

Apresentação

A proposta original desta atividade experimental é trazida no livro Teoria do Eletromagnetismo de Kleber Daum Machado. O projeto é recomendado para introduzir os conceitos de Capacitores. Em alguns momentos utilizamos palavras no imperativo, tais como, faça, repita, etc., entretanto, são apenas sugestões para dar algumas ideias iniciais para os alunos, assim, fica aberto para eles enriquecerem as atividades e explorarem ao máximo os fenômenos físicos presentes. Uma documentação por meio de fotos ou vídeos agrega valor ao trabalho.

Material:

- Uma garrafa pet de refrigerante de 2 litros;
- Folha de alumínio;
- Fio de cobre;
- Um bastão de latão;
- Uma bolinha de isopor;
- Fita adesiva;
- Um bastão de vidro;
- Uma flanela de lã.

Procedimento

Corte a garrafa de plástico aproximadamente na metade da sua altura. Depois na metade inferior, forre o plástico com a folha de alumínio, por dentro e por fora,

formando duas coroas cilíndricas, conforme a figura 2.5. Utilize a outra metade do recipiente plástico, e sua própria tampa, coloque a folha de alumínio picado até a altura de $\frac{3}{4}$ da garrafa, enfie a varinha de latão por dentro dela, por uma distância que seja suficiente para que a varinha chegue quase no fundo da parte inferior da garrafa. Na parte da varinha que fica para fora da garrafa, coloque a bolinha de isopor e a envolva com folha de alumínio, de modo a permitir o contato entre a folha de alumínio e o latão, figura 2.6. Após a montagem da garrafa de Leyden, atrite o bastão de vidro com a flanela e toque a bolinha de isopor com ele. Repita várias vezes o procedimento. Depois, aproxime a ponta do fio de cobre da bolinha de isopor e observe o que ocorre. Faça também num ambiente escuro, pode ser mais interessante (MACHADO, 2000).



Figura 2.5- Detalhe do corte da garrafa plástica.



Figura 2.6- Montagem do projeto 3.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é escrever um texto no formato de artigo científico, contemplando: título, autores, resumo, palavras-chave, introdução, fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, considerações finais e referências.

Na fundamentação teórica o estudante pode utilizar um bom livro texto para estudar e fundamentar:

- Histórico;
- O conceito de capacitor;
- Equações;
- Aplicação dos capacitores na eletrônica.

2.4 Capacitores de grafite (projeto 4)

Apresentação

A proposta original desta atividade experimental é trazida no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, volume 22, artigo intitulado “CONSTRUÇÃO DE

CAPACITORES DE GRAFITE SOBRE PAPEL, COPOS E GARRAFAS PLÁSTICAS, E MEDIDA DE SUAS CAPACITÂNCIAS”. Em alguns momentos utilizamos palavras no imperativo, tais como, faça, repita, etc., entretanto, são apenas sugestões para dar algumas ideias iniciais para os alunos, assim, fica aberto para eles enriquecerem as atividades e explorarem ao máximo os fenômenos físicos presentes. Uma documentação por meio de fotos ou vídeos agrega valor ao trabalho.

Material:

- Grafite de diâmetro de 0.5 mm a 1.0 mm de graduações de 6B a 6H;
- Papel cartão;
- Fio esmaltado N 24;
- Garrafa pet de 2 litros;
- Lixa d'água nº 240;
- Fita adesiva;
- Multímetro digital;
- Tesoura.

Procedimento

A técnica proposta para construção dos capacitores consiste em aplicar grafite sobre as faces opostas de uma mesma folha de material dielétrico (papel cartão ou plástico da garrafa pet) e utilizar esses desenhos de grafite como placas de um capacitor. Alternativamente, a aplicação de grafite pode dar-se em folhas diferentes do dielétrico, nesse caso o capacitor será constituído pela superposição das faces não grafitadas destas folhas (ou seja, com as faces grafitadas voltadas para fora), figura 2.7. Quando esses dois pedaços são sobrepostos com os lados pintados para fora, pode-se medir uma capacitância apreciável com o auxílio de um multímetro com função capacitímetro, bastando conectar sua entrada aos fios vindo das placas, figura 2.8, (ROCHA FILHO et al, 2005). A superfície de plástico é muito lisa, dificultando a deposição do grafite sobre ela, assim, é necessário utilizar a lixa para produzir pequenos sulcos. O estudante pode explorar a geometria, construindo capacitores de várias formas, por exemplo, capacitores cilíndricos.

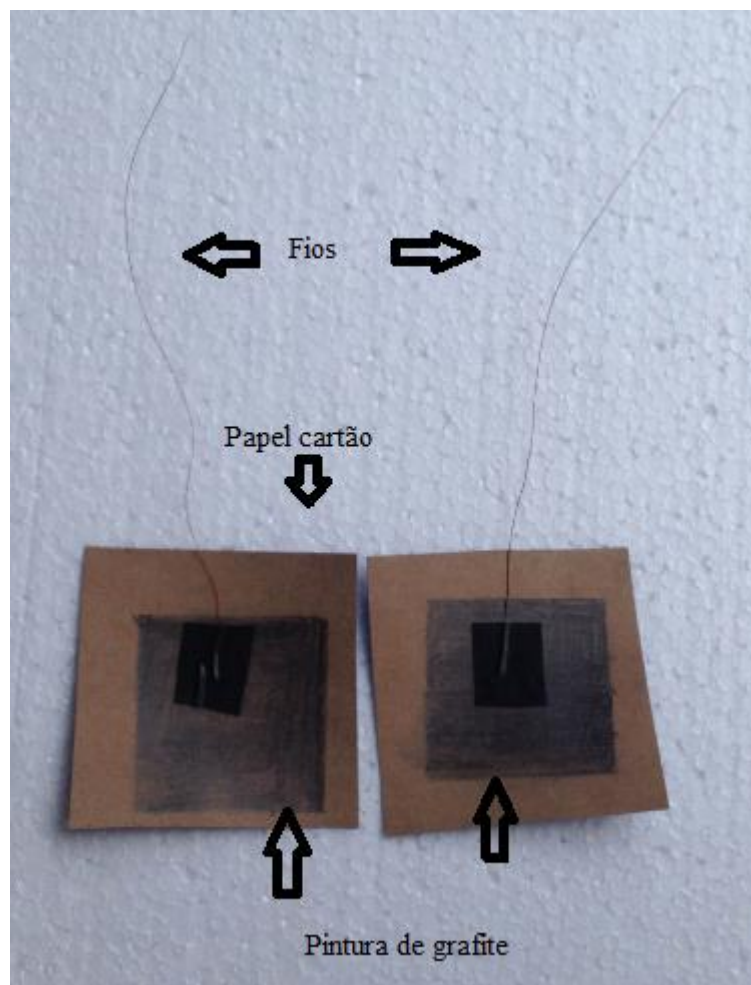


Figura 2.7- Placas do capacitor.

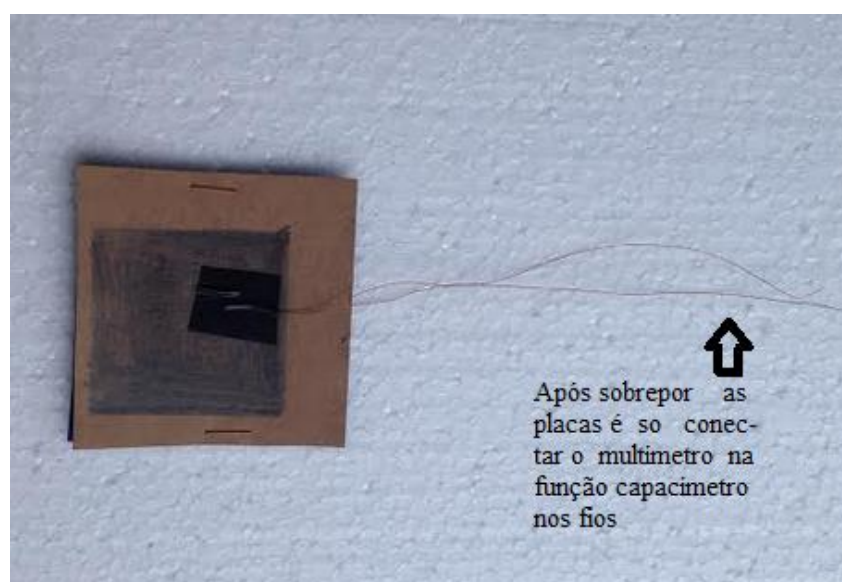


Figura 2.8- Medindo a capacitância.

Sugestão de atividade pós-experimento

A atividade experimental por si só já tem uma boa contribuição na aprendizagem, mas o professor pode potencializar ao máximo o interesse dos alunos pela atividade: uma disputa entre os grupos que consiste em construir o capacitor de maior capacitância e explicar os conceitos físicos que levaram a escolha de tal geometria.

3 PROJETOS DE ELETRODINÂMICA

3.1 Gerador de Hidrogênio (projeto 5)

Apresentação

O projeto é recomendado para o estudo dos efeitos da corrente elétrica, mais específico, da eletrólise. Mas, com um pouco de criatividade e orientação do professor pode-se utilizar também para introduzir o conceito de corrente elétrica. Apesar de em alguns momentos utilizamos palavras no imperativo, tais como, faça, repita, etc., entretanto, são apenas sugestões para dar algumas ideias iniciais para os alunos, assim, fica aberto para eles enriquecerem as atividades e explorarem ao máximo os fenômenos físicos presentes. Uma documentação por meio de fotos ou vídeos agrega valor ao trabalho.

Material:

- Um recipiente de vidro (vidro de conserva de palmito é adequado);
- Uma lâmina de serra manual;
- Bicarbonato de sódio ou hidróxido de sódio (soda cáustica);
- Fonte de 12 V ou bateria de 12 V;
- Uma mangueira de soro ou tubo látex;
- Água destilada;
- Cola quente;
- Duas garras jacaré;
- Solução para bolhas de sabão;
- Um copo;
- Fita isolante;
- Caixa de fósforos.

Procedimento

A construção da atividade experimental é conforme as figuras 3.1 e 3.2. Após a montagem conforme *setup*, adicione no recipiente de vidro 2 (duas) colheres de sopa de bicarbonato de sódio ou soda cáustica para cada 800 (oitocentos) mililitros de água destilada, vede completamente a tampa com cola quente e ligue à fonte. Adicione água no copo e solução para bolhas de sabão e insira a extremidade livre da mangueira/tubo dentro e observe a formação de bolhas de gás hidrogênio. Podemos explorar várias situações:

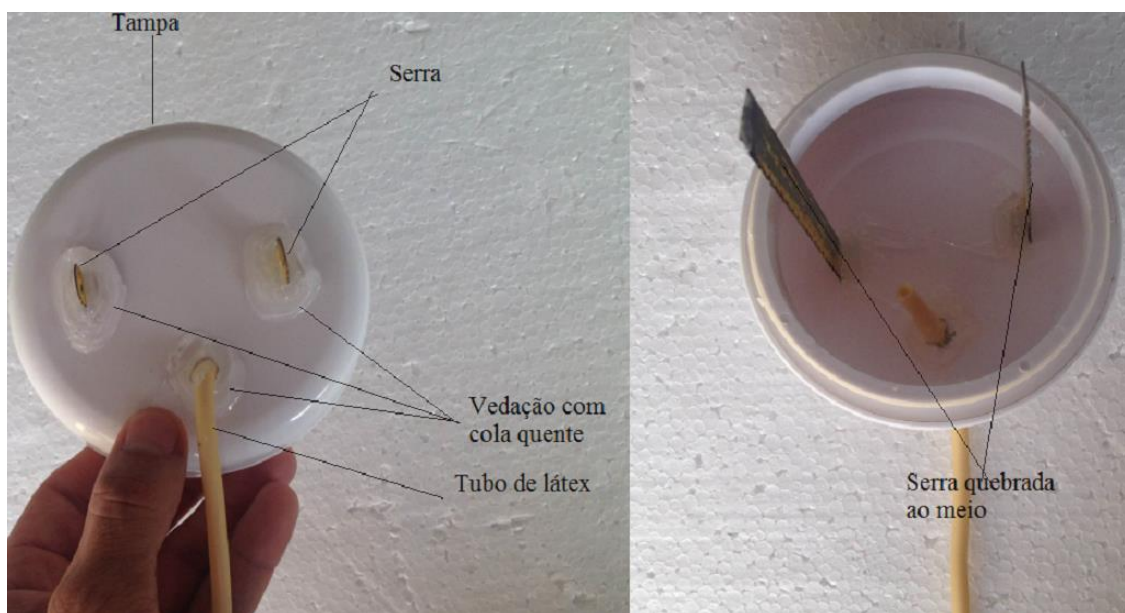


Figura 3.1- Montagem do projeto 5.

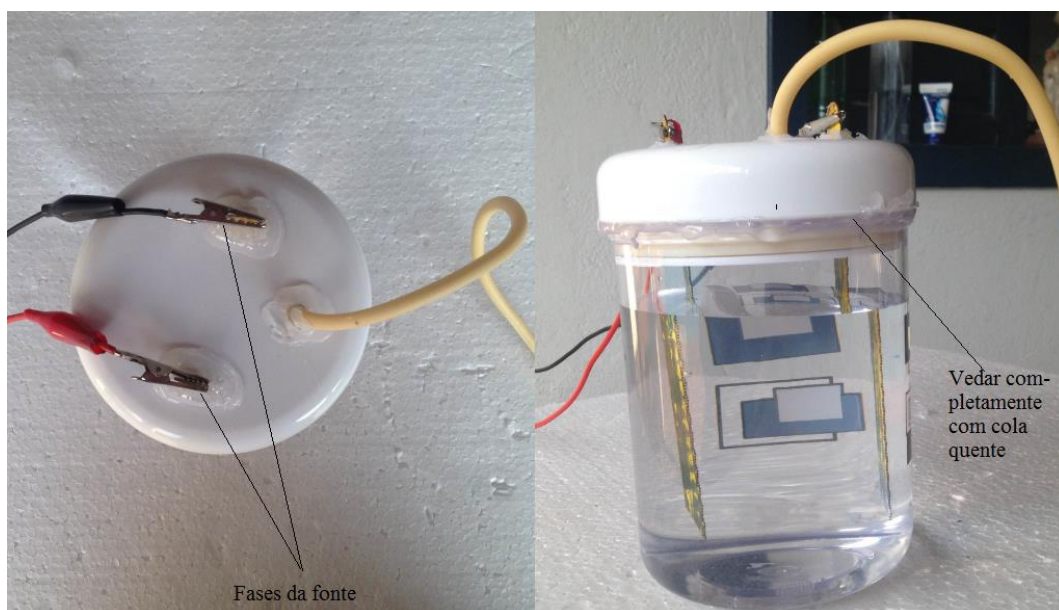


Figura 3.2- Detalhes da montagem do projeto 5.

- Desligar uma fase da fonte e observar o acontecido;
- Após a geração do hidrogênio, incendiá-lo;
- Melhorar o desempenho do gerador fazendo uma associação de células.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é escrever um texto no formato de artigo científico, contemplando: título, autores, resumo, palavras-chave, introdução, fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, considerações finais e referências.

Na fundamentação teórica o estudante pode utilizar um bom livro texto para estudar e fundamentar:

- Conceito de corrente elétrica;
- Efeitos da corrente elétrica;
- Eletrólise: conceito e aplicações na indústria;
- Célula de combustível.

3.2 Resistores de grafite (projeto 6)

Apresentação

O projeto é recomendado para o estudo de resistência elétrica, resistores, associação de resistores, segunda lei de Ohm e efeito Joule. Dividiremos a atividade em duas partes, A e B. A parte A tem um apelo visual forte, a segunda parte, por sua vez, é originalmente proposta no artigo “RESISTORES DE PAPEL E GRAFITE: ENSINO EXPERIMENTAL DE ELETRICIDADE COM PAPEL E LÁPIS” publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, volume 20, nº 2. Apesar de em alguns momentos utilizamos palavras no imperativo, tais como, faça, repita, etc., entretanto, são apenas sugestões para dar algumas ideias iniciais para os alunos, assim, fica aberto para eles enriquecerem as atividades e explorarem ao máximo os fenômenos físicos presentes. Uma documentação por meio de fotos ou vídeos agrega valor ao trabalho.

Parte A (lâmpada incandescente de grafite)

Material:

- Grafite 0.5 mm e 1.0 mm;
- Bateria 12 V ou 8 pilhas A associadas em série ou uma fonte de 12 V;
- Dois copos de vidro iguais;
- Fita isolante;
- Fio de cobre;
- Um interruptor;
- Duas garras jacaré.

Procedimento

A construção da atividade experimental é conforme o *setup* da figura 3.3.

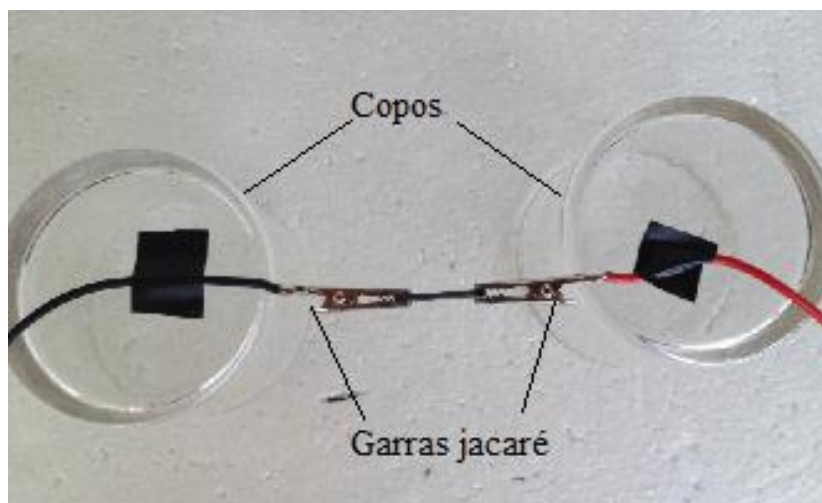


Figura 3.3- Construção da experimental do projeto 6 A.

Insira o interruptor em uma das fases, facilita o trabalho. Caso o estudante tiver disponível uma fonte de 12 V figura 3.4, não é necessário danificá-la para obter as fases, pode-se obter as fase realizando uma simples adaptação conforme a figura 3.5.

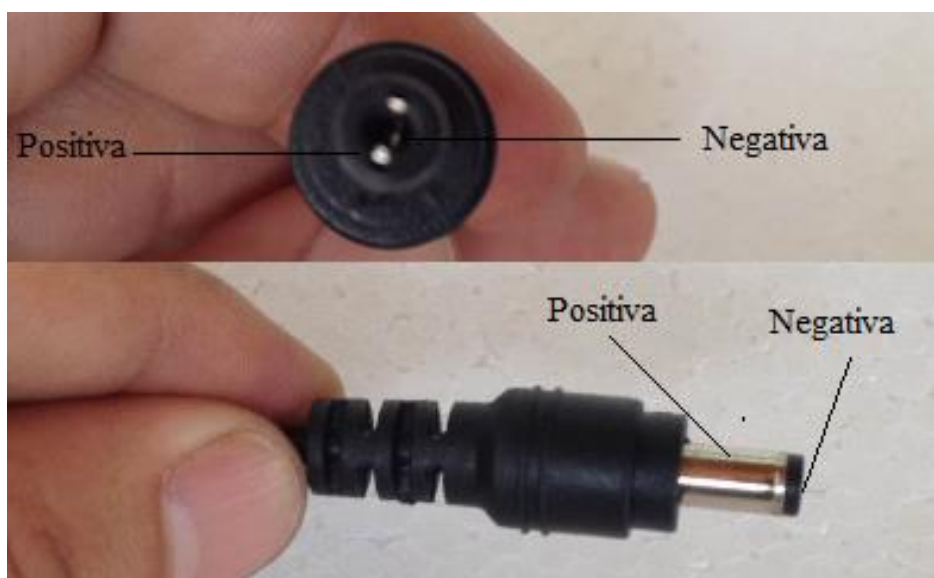


Figura 3.4- Fases de uma fonte.

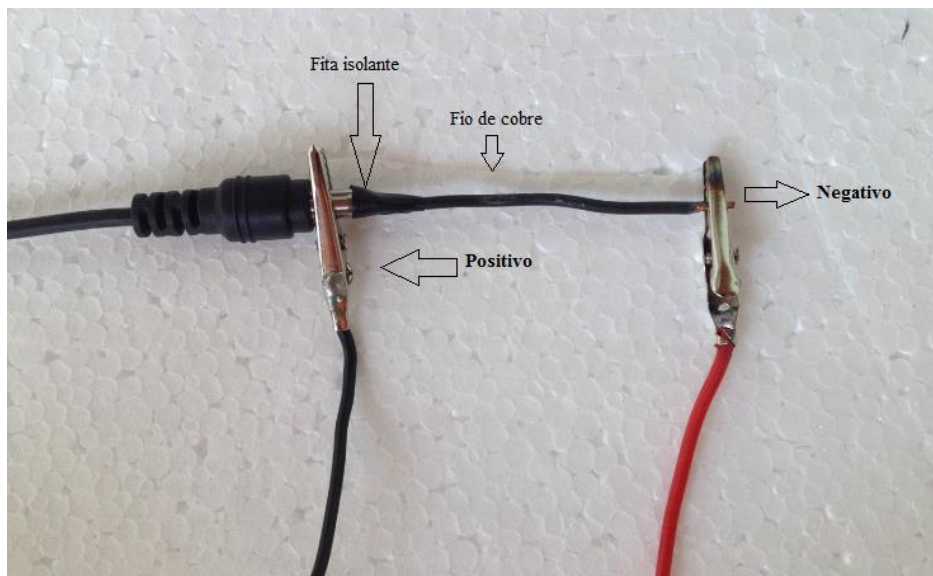


Figura 3.5- Fases de uma fonte.

Após a construção experimental descrita na figura 3.3 é só permitir a passagem da corrente elétrica através do grafite observar o fenômeno. Caso a incandescência do grafite não seja nítida pode-se melhorar o efeito a partir dos princípios físicos da 2ª lei de Ohm e da equação da potência elétrica.

Parte B (resistores de grafite)

Material:

- Grafite 6B;
- Papel-cartão;
- Multímetro digital.

Procedimento

Dispomos o grafite sobre o papel conforme a figura 3.6. Conseguir continuidade elétrica em um único risco, porém, pode ser difícil, em face da flexibilidade e irregularidades do papel, que acabam interrompendo o filme de grafite depositado. Nas avaliações realizadas com os grupos de estudantes e professores descritos no resumo, ficou claro que, embora experimentos satisfatórios possam ser obtidos sem muitos cuidados, os melhores resultados desta técnica não são atingidos com riscos isolados, mas com desenhos de, pelo menos, 2 mm de largura, obtidos com diversos riscos fortes de lápis com grafite mole (tipo 6B), usado em desenho, que produzem linhas bem escuras e brilhantes (ROCHA FILHO et al, 2003).

O quadrilátero que foi colocado nas extremidades do traço do resistor desenhado, mostrados na figura 3.7, tem a função de ampliação da área de contato do filme de grafite com as ponteiros metálicas do multímetro usado para a medição da resistência elétrica evita que deficiências nesse contato elétrico causem instabilidade na indicação do instrumento. Além disso, os detalhes assinalam precisamente o ponto de medição, garantindo a repetitividade de medições sucessivas da resistência do mesmo resistor desenhado, e servem como elo de interligação dos resistores desenhados, minimizando a influência da resistência elétrica desses trechos de interligação na resistência final da associação. Essas terminações fazem o papel de elo de ligação do resistor desenhado com o sistema de medição ou com outros resistores. Nos resistores comerciais estas partes de interligação são metálicas, tendo pouca influência na resistência final daqueles componentes. Como não é interessante usar metais para unir os resistores desenhados, dado que um aumento de complexidade pode prejudicar a aplicabilidade desse experimento didático, fazer essas conexões mais largas que os próprios resistores garante que sua influência seja pequena (ROCHA FILHO et al, 2003).



Figura 3.6- Disposição do grafite sobre o papel.

Para fazer as medidas e associação de resistores fazer traços conforme a figura 5.16.

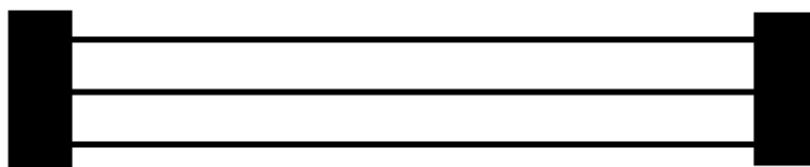


Figura 3.7- Associação de resistores.

Sugestão de atividade pós-experimento

A atividade experimental por si só já tem uma boa contribuição na aprendizagem. Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é escrever um

texto no formato de artigo científico, contemplando: título, autores, resumo, palavras-chave, introdução, fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, considerações finais e referências.

3.3 Circuitos elétricos (projeto 7)

Apresentação

O projeto é recomendado para o estudo da 1ª lei de Ohm, resistores, associação de resistores, pontes de Wheatstone, curto circuito e LEDs. A atividade experimental tem um forte impacto visual, assim, geralmente vai ter uma participação massiva da turma. Apesar de em alguns momentos utilizamos palavras no imperativo, tais como, faça, repita, etc., entretanto, são apenas sugestões para dar algumas ideias iniciais para os alunos, assim, fica aberto para eles enriquecerem as atividades e explorarem ao máximo os fenômenos físicos presentes. Uma documentação por meio de fotos ou vídeos agrega valor ao trabalho.

Material:

- Vinte (20) resistores de filme metálico (várias resistências);
- Multímetro digital;
- Uma Pilha de 9 volts;
- Fio de cobre;
- Dez (10) LEDs 3 mm ou 5 mm ou 10 mm (de preferência de alto brilho);
- Ferro de solda (dispensável caso não esteja disponível);
- Fita adesiva.

Procedimento

O projeto é composto por várias atividades experimentais:

- Identificando a resistência elétrica do resistor através do código de cores, figura

3.8:

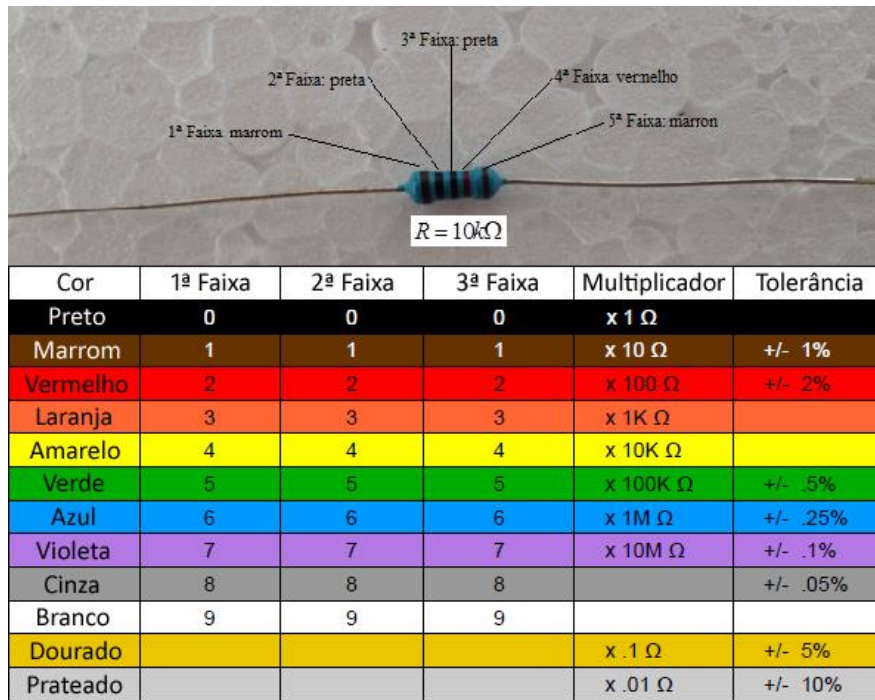


Figura 3.8- Código de cores de resistores de carbono.

- Construindo associações de resistores, figura 3.9:

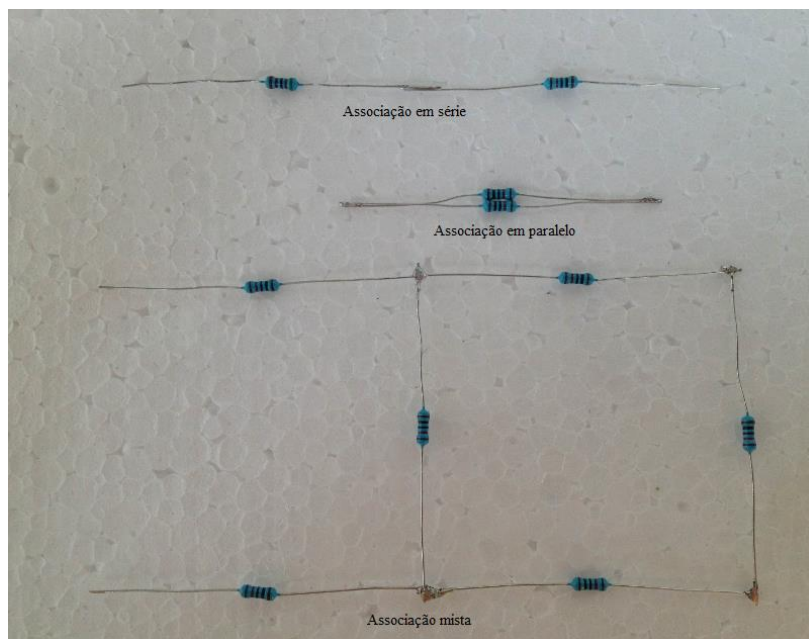


Figura 3.9- Associação de resistores.

- Provocando um curto-circuito, figura 3.10:

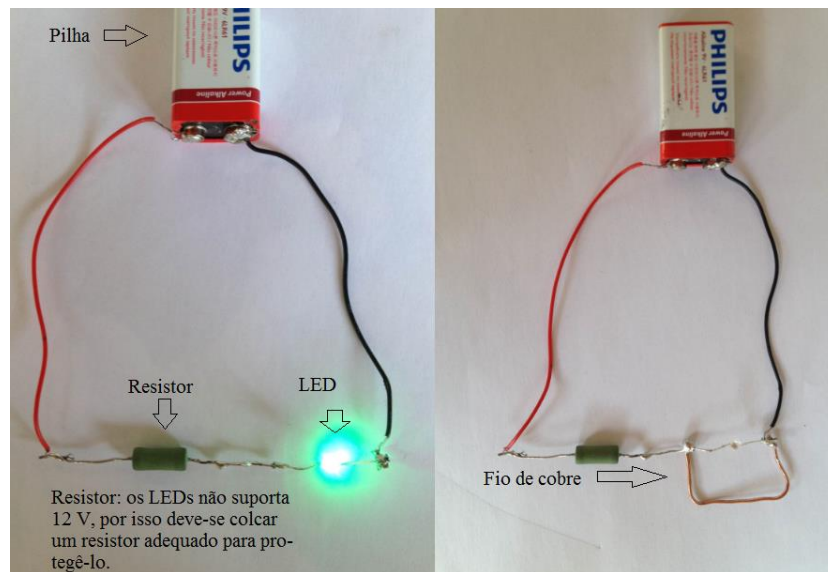


Figura 3.10- Curto-circuito.

- Montando uma ponte de Wheatstone, figura 3.11:

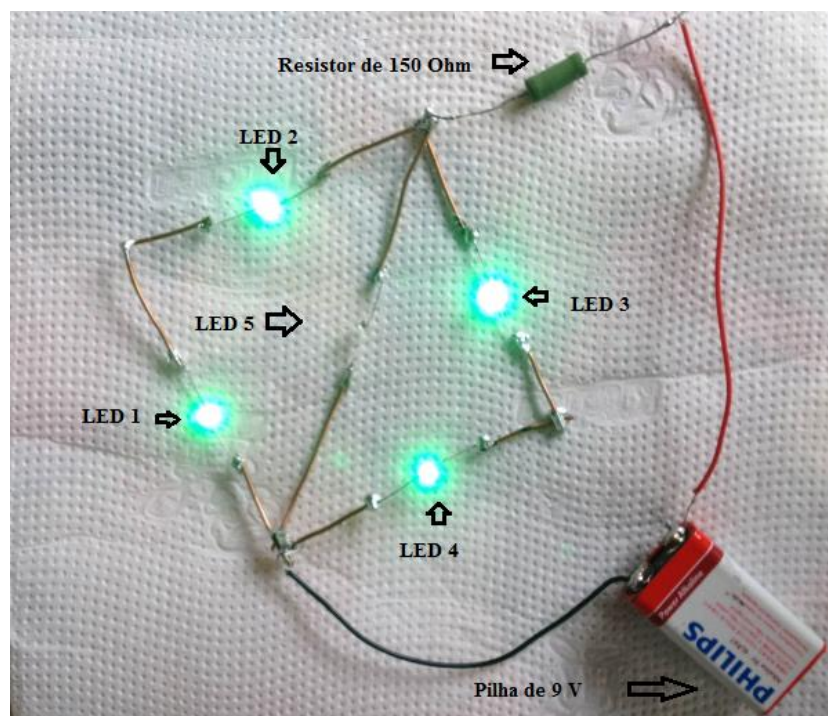


Figura 3.11- Ponte de Wheatstone.

Alguns conceitos a serem exploradas:

- Aplicações industriais dos resistores;
- Calcular as resistências equivalentes utilizando as equações e comparar os resultados obtidos com a medição direta com o auxílio do multímetro;

- Após provocar o curto-circuito indicado na figura 3.10. Relate o observado, explicando fisicamente o acontecido. Responda o que acontece com o brilho dos LEDs após o curto-circuito;

- Explique por que o LED 5 não acende na figura 3.11.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é escrever um texto no formato de artigo científico, contemplando: título, autores, resumo, palavras-chave, introdução, fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, considerações finais e referências.

4 PROJETOS DE MAGNETOSTÁTICA

4.1 Linhas de campo de um ímã permanente (projeto 8)

Apresentação

O projeto é recomendado para o estudo de ímã permanente, campo magnético e linhas de campo magnético. Apesar de em alguns momentos utilizamos palavras no imperativo, tais como, faça, repita, etc., entretanto, são apenas sugestões para dar algumas ideias iniciais para os alunos, assim, fica aberto para eles enriquecerem as atividades e explorarem ao máximo os fenômenos físicos presentes. Uma documentação por meio de fotos é importante para a compreensão dos fenômenos.

Material:

- Ímã ou ímã de neodímio;
- Limalha de ferro*;
- Folha sulfite ou placa de acrílico transparente;
- Papelão cortado nas dimensões da folha.

* A limalha de ferro é vendida em lojas especializadas, mas pode ser facilmente obtida com o auxílio de uma lima para metais e um pedaço de ferro (é importante proteger os olhos no momento da raspagem da limalha).

Procedimento

Procedimento

Como é uma atividade aberta, é importante o estudante ficar a vontade para explorar ao máximo a atividade. Após montagem trazida na figura 5.21, polvilhar suavemente a limalha de ferro. Como já foi exposto anteriormente, deve-se ter cuidado com a limalha de ferro para não atingir os olhos e também não colocá-la em contato diretamente com o ímã. Alguns conceitos a serem explicados:



Figura 4.1- Montagem do projeto 8.

- As propriedades químicas dos ímãs;
- Antes de iniciar a atividade, desenhar as linhas que o estudante imagina que se forme;
- As linhas formadas;
- A maior densidade de linhas nos polos;
- Campo magnético da Terra.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão de atividade após o experimento é uma mesa redonda para socializar os resultados e discutir os conceitos físicos envolvidos. Após a mesa redonda o professor terá condições de avaliar qualitativamente os alunos.

5 PROJETOS DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

5.1 Clássico experimento de Oersted (projeto 9)

Apresentação

Em 1819, Hans Christian Oersted, propôs o clássico experimento que foi possível verificar o efeito magnético da corrente elétrica. O projeto é recomendado estudar campos magnéticos produzidos por correntes elétricas.

Material:

- Um carregador de celular ou duas (2) pilhas A alcalinas colocadas em série;
- Um pedaço de fio de cobre de Nº 18 esmaltado;
- Uma agulha de costura imantada;
- Um pedaço de linha de costura de nylon;
- Uma base de isopor;
- Um suporte;
- Uma lixa.

Procedimento

A construção da atividade pode ser feita conforme a figura 5.1. Após a montagem é só conectar o carregador na tomada (ou conectar as pilhas) e passar rapidamente a corrente e observar o efeito sobre a agulha imantada. Caso utilize as pilhas, a corrente elétrica que percorre o fio é intensa, descarregando a pilha rapidamente, assim devemos conectar e desconectar rapidamente as pilhas. Inverta as fases do carregador ou polaridades das pilhas e repita o experimento. Algumas questões a serem respondidas:

- Como o sentido da corrente elétrica influencia no campo magnético produzido?
- Comparar os resultados observados com os previstos pela regra da mão direita.

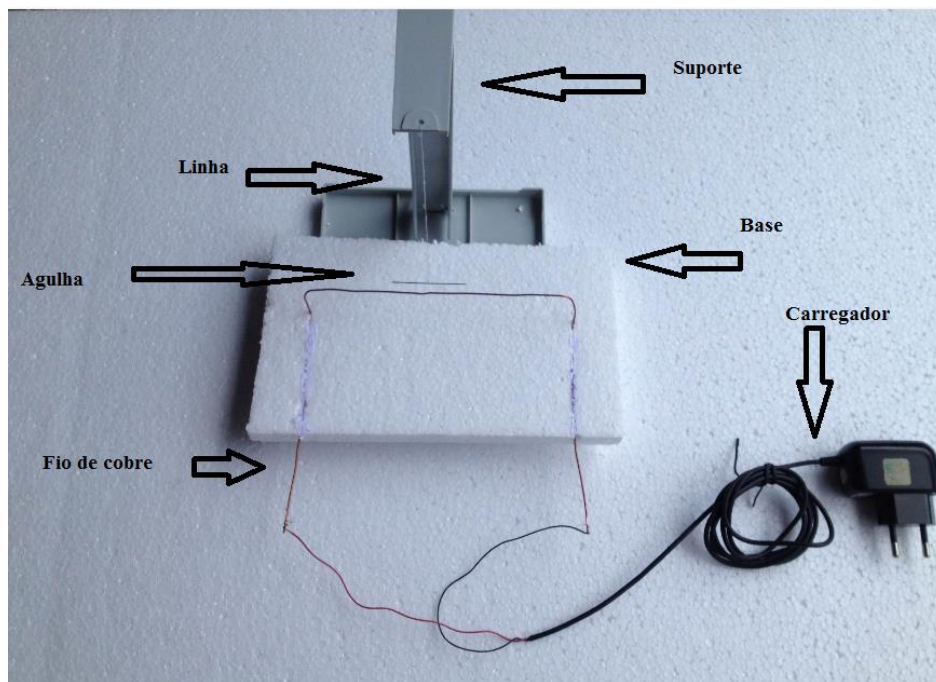


Figura 5.1- Montagem do projeto 9.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é escrever um texto no formato de artigo científico, contemplando: título, autores, resumo, palavras-chave, introdução, fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, considerações finais e referências.

5.2 Freio eletromagnético (projeto 10)

Apresentação

O freio eletromagnético é um dispositivo no qual interações eletromagnéticas provocam uma redução de velocidade num corpo em movimento, sem a necessidade da atuação de forças de atrito. A experiência descrita a seguir ilustra o funcionamento de um freio eletromagnético.

O forte impacto visual aliado à abrangência de fenômenos faz desse experimento uma ferramenta de alto valor didático. A física subjacente ao experimento é explorada de uma forma qualitativa e quantitativa. Os dados tomados no item ensaio são todos simples e passíveis de reprodução no Ensino Médio. Apesar de já conhecido entre divulgadores de ciência, sua vasta gama de conceitos físicos ainda não havia sido reunida com um propósito pedagógico.

Material:

- Um neodímio-ferro-boro pastilha 10mmx10mm;
- Um neodímio-ferro-boro esfera 10mmx10mm;
- Um cano de cobre com o comprimento 0,5 m a 1,0 m de raio interno de 12 mm a 16 mm;
- Um cano de alumínio com o comprimento 0,5 m a 1,0 m de raio interno de 12 mm a 16 mm;
- Um cano de PVC com comprimento 0,5 m a 1,0 m de raio interno 16 mm;
- Um cronômetro digital.

OBS: para diminuir os custos, podemos encontrar o ímã de neodímio em um aparelho de DVD sem uso; o cano de cobre pode ser encontrado em resíduos de instalação de condicionadores de ar em lojas especializadas; o cano de alumínio pode ser encontrado em resíduos de lojas especializadas em venda de portas e janelas de alumínio.

Procedimento

Com os tubos na vertical, deixe os neodímios cair no interior de cada tubo. Há uma variedade situações físicas que podemos explorar, tais como: Lei da indução de Faraday, Lei de Lenz, tempo de queda, velocidade média, velocidade terminal e princípio da conservação da energia.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é escrever um texto no formato de artigo científico, contemplando: título, autores, resumo, palavras-chave, introdução, fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, considerações finais e referências.

5.3 Motor elétrico de corrente contínua simples (projeto 11)

Apresentação

O projeto é recomendado para o estudo de força magnética em fios condutores e força de Lorentz. Basicamente, podemos definir o motor elétrico como um dispositivo que transforma energia elétrica em energia mecânica. A construção do aparato experimental é bastante atrativa e o funcionamento tem um bom impacto visual. A atividade aqui apresentada é apenas uma sugestão aberta, cabendo aos estudantes melhorá-la.

Material:

- Um metro de fio 24 de cobre esmaltado;

- Dois pedaços de fio 16 de cobre de 10 cm cada;
- Uma pilha de 9 V ou fonte de 12 V;
- Um ímã ou ímã de neodímio;
- Uma lixa;
- Uma placa de isopor 20x20 cm;

Procedimento

A construção do motor elétrico é mostrada na figura 5.2. Para iniciar o movimento deve-se dar um torque inicial. Para construir um motor de alto desempenho indicamos usar a fonte de 12 V que pode ser retirada de um microcomputador tipo *desktop*. Algumas situações problemas a serem respondidas:

- Se a pilha for invertida a polaridade, mudará o sentido do movimento da bobina?
- O ímã for retirado ou pouco afastado, cessará o movimento da bobina?
- Como o número de espiras influencia o motor?

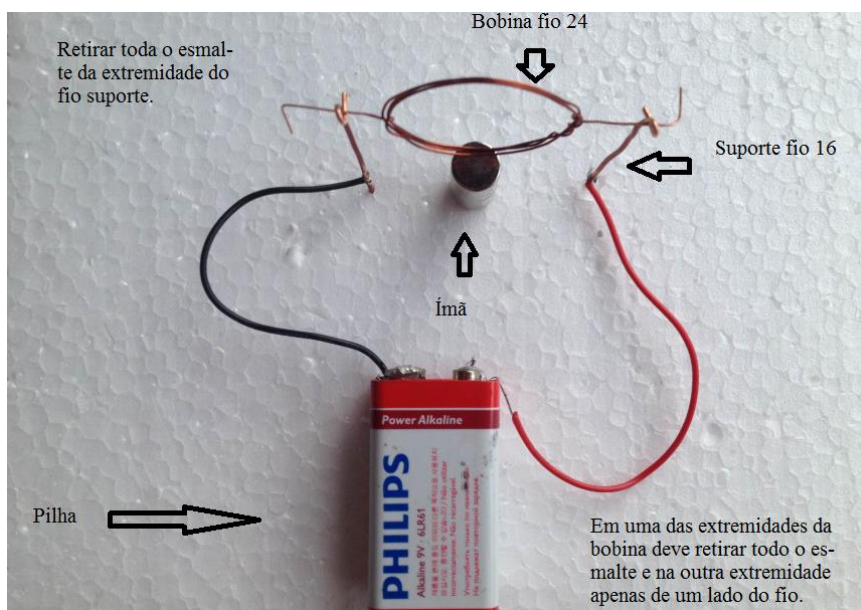


Figura 5.2- Montagem de um motor primitivo de corrente contínua.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é uma mesa redonda pra discutir:

- Histórico do motor elétrico;
- Importância do motor elétrico na sociedade pós-moderna ao proporcionar qualidade de vida;

- Os conceitos físicos envolvidos;
- Contribuições da atividade para a aprendizagem.

5.4 Mini bobina de Tesla (projeto 12)

Apresentação

O projeto é recomendado para o estudo de transformadores. A bobina de Tesla é um transformador ressonante capaz de produzir altas voltagens. A mini bobina aqui proposta produz um efeito sutil. A atividade tem um bom impacto visual, sendo bastante atrativa para os estudantes.

Material:

- Uma pilha de 9 V ou fonte de 9 V;
- Uma tábua de madeira ou isopor de 18 x 8 cm ou isopor;
- Um conector para bateria;
- Um transistor 2N2222A;
- Um resistor de 22 K Ω ;
- Um interruptor;
- Um pedaço de tubo de PVC $\frac{3}{4}$ " de 8,5 cm;
- Um pedaço de 10 m de fio de cobre esmaltado 24 (0.5 mm);
- Um pedaço de 1 m de fio de cobre esmaltado 18 (1.0 mm);
- Um pedaço de 0,5 m de fio de cobre encapado de 1.0 mm;
- Fita isolante;
- Ferro de solda e estanho;
- Cola quente;
- Uma lixa;
- Um lâmpada fluorescente de 5 ou 10 W;
- Papel higiênico ou uma bolinha de isopor;
- Folha de alumínio.

Procedimento

A construção da bobina é mostrada na figura 5.3 e 5.4. É sempre bom lembrar que os fios esmaltados devem ser lixados nos terminais antes de fazer as conexões. Após a montagem, ligue o interruptor e aproxime a lâmpada da bobina primária. Algumas situações problemas a serem resolvidas:

- Desenho o circuito da bobina Tesla;

- Por que a lâmpada fluorescente acende?
- Quais as aplicações da bobina de Tesla?

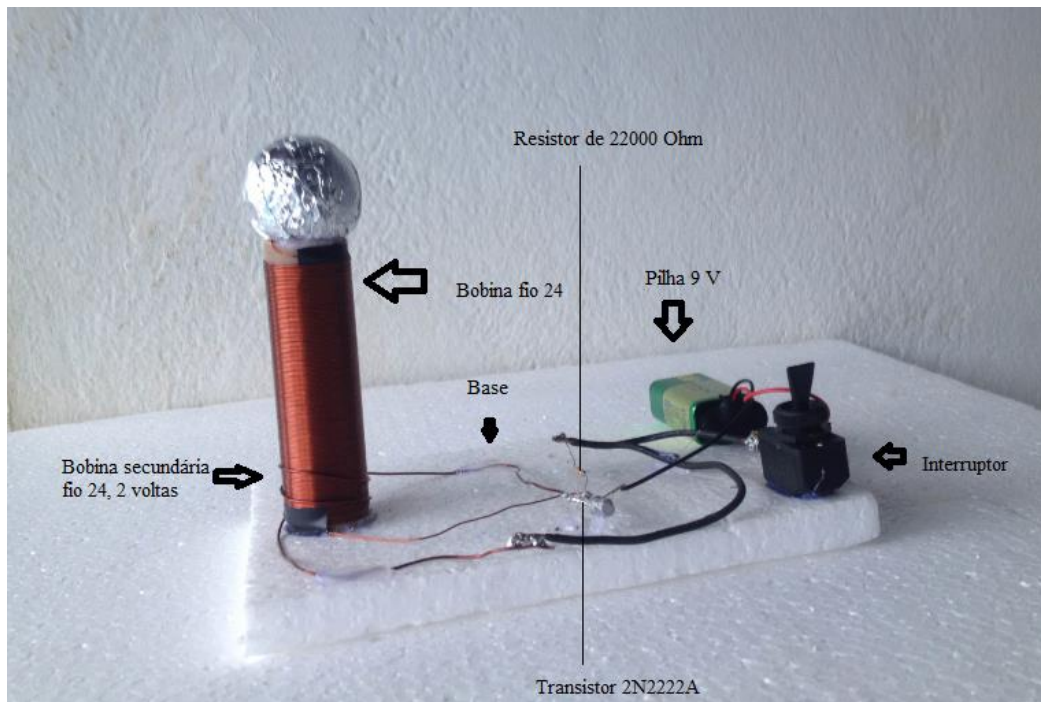


Figura 5.3- Construção da mini bobina de Tesla.

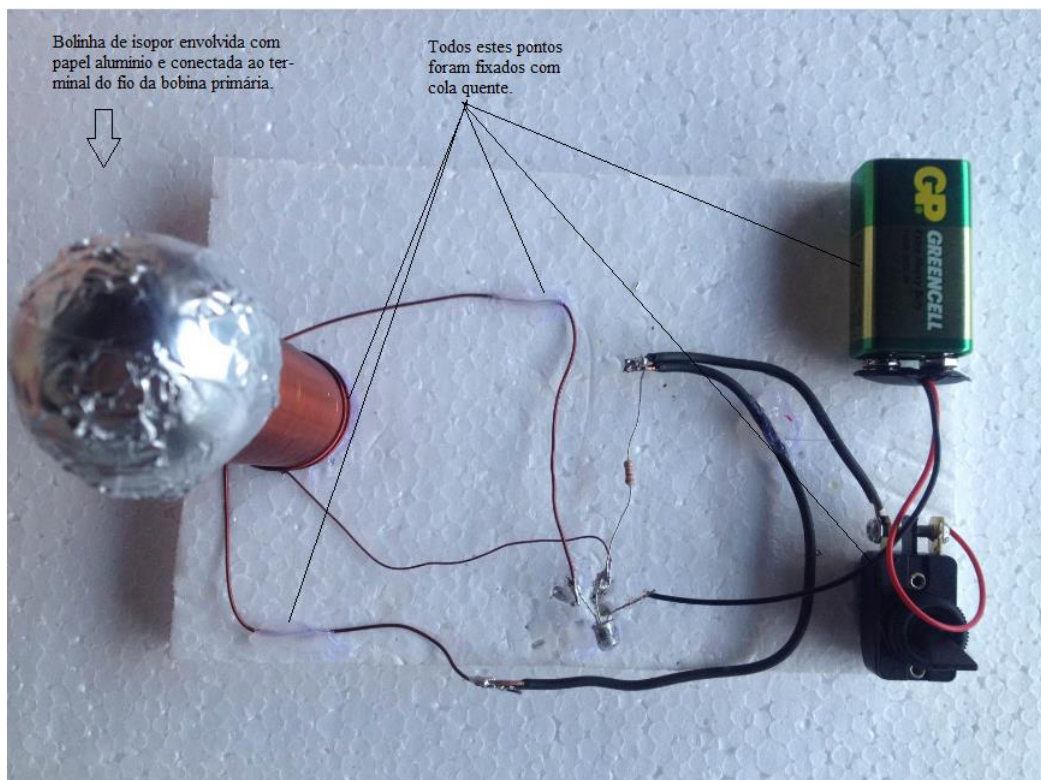


Figura 5.4- Detalhe das ligações.

Sugestão de atividade pós-experimento

Uma sugestão interessante de trabalho pós-experimento é escrever um texto no formato de artigo científico, contemplando: título, autores, resumo, palavras-chave, introdução, fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, considerações finais e referências.

Outra sugestão de atividade pós-experimento é exposição da mini bobina de Tesla para os demais estudantes da escola em uma feira de ciências ou mesmo na hora do intervalo.

REFERÊNCIAS

CASTRO, L. B.; RICARDO, M. M.. **Gerir o Trabalho de Projecto: Guia para a Flexibilização e Revisão Curriculares**. Lisboa: Texto Editora, 1993.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**. Tradução de Jussara H. Rodrigues. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MACHADO, K. D. **Teoria do Eletromagnetismo**. 2 ed. Ponta Grossa: UEPG, 2000, 1v.

MACHADO, K. D. **Teoria do Eletromagnetismo**. 2 ed. Ponta Grossa: UEPG, 2000, 2v.

ROCHA FILHO, J. B.; *et al.* **Construção de capacitores de grafite sobre papel, copos e garrafa plástica e medida de suas capacitâncias**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 22, n. 3, p. 400-415, dez. 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6378/5904>>. Acesso em: 30 de maio de 2015.

ROCHA FILHO, J. B.; *et al.* **Resistores de papel e grafite: ensino de eletricidade com papel e lápis**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 2, p. 228-236, ago. 2003. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/1144>>. Acesso em: 21 de jun. de 2015.