



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA HISTÓRICA-INVESTIGATIVA
REPRODUZINDO OS EXPERIMENTOS DE FARADAY**

Oswaldo Farias Alves

**CAMPINA GRANDE
2024**

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA HISTÓRICA-INVESTIGATIVA REPRODUZINDO OS EXPERIMENTOS DE FARADAY

OSVALDO FARIAS ALVES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Física e Sociedade.

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

Coorientador: Prof. Dr. Jose Antonio F. Pinto

**CAMPINA GRANDE
2024**

É expressamente proibido 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 do trabalho.

A474s Alves, Osvaldo Farias.
Sequência didática histórica-investigativa [manuscrito] :
reproduzindo os experimentos de Faraday / Osvaldo Farias
Alves. - 2024.
55 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e
Tecnologia, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva,
Coordenação do Curso de Física - CCT. "

"Coorientação: Prof. Dr. Jose Antonio F. Pinto ,
Coordenação do Curso de Física - CCT. "

1. Indução eletromagnética. 2. Abordagem Histórico-
investigativa. 3. experimentação científica. 4. Sequência
didática. 5. Ensino de Física. I. Título

21. ed. CDD 530.071

SEQUÊNCIA DIDÁTICA HISTÓRICA-INVESTIGATIVA REPRODUZINDO OS EXPERIMENTOS DE FARADAY

Prezados(as) Professores(as) do Ensino Médio.

Gostaria de compartilhar este material, parte integrante da minha Dissertação de Mestrado intitulada " **FARADAY E AS ESPIRAS: UMA PROPOSTA HISTÓRICO-INVESTIGATIVA PARA O ESTUDO DA CORRENTE INDUZIDA**". Desenvolvi-o como produto educacional durante minha pesquisa no Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional e Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 48, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Este produto educacional baseia-se em uma abordagem experimental histórico-investigativa para o ensino de indução eletromagnética em turmas do 3º ano do Ensino Médio. A pesquisa resultou em uma sequência de ensino que trata do episódio histórico envolvendo o trabalho experimental de Faraday sobre a indução eletromagnética.

Para facilitar a usabilidade pelo(a) professor(a), esse material está dividido em duas partes:

1. **MANUAL FORMATIVO:** essa parte do material é destinada ao professor(a); nele você encontrará informações acerca do episódio histórico, os objetivos do problema investigativo, quais fenômenos podem ser explorados a partir do problema e do experimento; além disso, você encontrará dicas de montagem que podem auxiliar na preparação para as aulas. Vale salientar que as propostas experimentais servem de orientação para que você entenda do que se trata o experimento e os possíveis obstáculos e questões que podem ser abordados, mas a investigação, proposição de montagem, testagem e análise fica a cargo dos estudantes. Por isso, é comum que na(s) aula(s) investigativas o projeto dos estudantes seja totalmente diferente daquele previsto pelo(a) professor(a), seu papel é auxiliar na condução e fomentar a interação dos estudantes com os fenômenos, na maneira com eles interpretam e debatem os resultados em relação aquilo que está presente no episódio histórico.

2. **SEQUÊNCIA DIDÁTICA:** nessa parte está apresentada a estrutura que desenvolvemos para organizar e auxiliar você no desenvolvimento das aulas. Nela buscamos explicitar os momentos chave para que as investigações e discussões possam acontecer, focadas nos estudantes e de maneira organizada para o professor(a).

SEQUÊNCIA DIDÁTICA HISTÓRICA-INVESTIGATIVA SUA ESTRUTURA

A estrutura da sequência segue cinco momentos principais:

- I. **Apresentação do problema investigativo:** Aqui, introduzimos o contexto e as informações essenciais para iniciar a investigação e o planejamento das ações teóricas e práticas.
- II. **Compartilhamento do quadro de ideias:** É o momento de discussão envolvendo a exposição e defesa de ideias, incluindo contribuições do professor e do grupo.
- III. **Experimentação:** Os estudantes colocam em prática o que foi planejado no quadro de ideias.
- IV. **Compartilhamento dos resultados:** Os grupos compartilham suas conclusões, discutem com o professor e alcançam um consenso sobre a satisfação dos resultados, analisando-os em conjunto com o episódio histórico.
- V. **Reassunção:** Dependendo do consenso, podem ser necessários ajustes nos momentos anteriores para melhorar os resultados ou contemplar outras perspectivas.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA HISTÓRICA-INVESTIGATIVA

OS MOMENTOS DIDÁTICOS

Esses momentos didáticos estruturam as etapas e atividades em sala de aula, que podem incluir:

- **Recursos de mediação:** Ações do professor para permitir a continuidade da investigação, adaptando-a ao público-alvo, como retomada de temas e apresentação de contextos históricos anteriores.
- **Problemas derivativos:** Questões que integram o problema geral, mas delimitam etapas específicas e importantes para o desenvolvimento da investigação.
- **Quadro de ideias:** Atividades que envolvem o desenvolvimento de habilidades investigativas, como levantamento de hipóteses e proposição de experimentos.
- **Atividades práticas:** Execução do proposto no quadro de ideias, permitindo aos estudantes testar suas hipóteses.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA HISTÓRICA-INVESTIGATIVA ***PROGRAMAÇÃO DOS ENCONTROS E/OU AULAS***

A presente sequência didática se desenvolve em seis encontros. Nos dois primeiros, o professor expõe o problema e organiza conhecimentos por meio de experimentos, incentivando os estudantes com perguntas destacadas na sequência. A partir do terceiro encontro, os estudantes participam ativamente de atividades experimentais, onde, embasados nos encontros anteriores, desenvolvem seus raciocínios para resolver o problema inicialmente proposto.

A programação para a aplicação das aulas foi organizada, considerando encontros com aulas individuais de 45 minutos e encontros duplos, cada um com duas aulas de 45 minutos, permitindo a realização de cinco experimentos sobre a lei de Faraday. Os experimentos foram selecionados para uma imersão gradual nos temas, com tempo para exploração e reflexão. A estrutura visa otimizar o aprendizado, proporcionando uma experiência enriquecedora e aprofundada em cada experimento. Os estudantes terão a oportunidade de explorar conceitos históricos e científicos, desenvolvendo habilidades investigativas e reflexivas essenciais para o estudo da física.

Quadro 1 – Experimentos da Lei de Faraday para a sequência Didática.

1º Experimento	Experimento de Oersted
2º Experimento	Experimento de Oersted 2
3º Experimento	Fluxo magnético
4º Experimento	Indução Magnética
5º Experimento	Fluxo magnético utilizando bobinas com diferentes materiais e núcleos

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Atenção: dependendo da organização do currículo (integral, parcial, técnico etc.) o professor pode adequar os encontros, inclusive propondo que algumas das atividades, como o momento didático III (experimentação) sejam realizadas fora dos horários das aulas, no entanto, é essencial que os momentos didáticos que envolvem discussão sejam presenciais; essa sequência também pode ser utilizada para compor um itinerário formativo, ou mesmo para proposição de uma disciplina eletiva.

MANUAL FORMATIVO – INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

DESCRIÇÃO DOS ENCONTROS

Caro Professor,

Gostaríamos de sugerir que as atividades experimentais planejadas sejam realizadas em grupos, proporcionando uma experiência colaborativa e enriquecedora para os estudantes. No entanto, deixamos a critério do professor a decisão sobre a quantidade de estudantes por grupo, levando em consideração as necessidades específicas da turma e os objetivos de aprendizagem estabelecidos. Essa abordagem em grupo permitirá que os estudantes compartilhem ideias, debatam conceitos e trabalhem juntos para alcançar os objetivos propostos. Além disso, promoverá um ambiente propício para o desenvolvimento de habilidades de comunicação, colaboração e resolução de problemas.

PRIMEIRO ENCONTRO

EXPERIMENTO DE OERSTED

Esse experimento tem o objetivo de revisar os conceitos relacionados com o efeito magnético gerado por uma corrente elétrica em torno de um fio condutor. Como trata-se de um primeiro contato dos estudantes com esse tipo de abordagem, esse primeiro experimento servirá para o(a) professor(a) pontuar e enfatizar os elementos que serão essenciais para o trabalho dos estudantes ao longo das atividades investigativas seguintes.

Nesta experiência, um fio condutor é ligado a uma fonte de energia elétrica e posicionado próximo a uma bússola sensível às variações magnéticas. Os estudantes serão desafiados a investigar como a corrente elétrica influencia a agulha magnética da bússola. Através dessa exploração, eles serão incentivados a abordar questões iniciais sobre os fenômenos magnéticos associados à corrente elétrica. Esta atividade baseia-se no experimento de Oersted (Figura 1), no qual o aparato é apresentado aos

estudantes para que conduzam a investigação e respondam à pergunta inicial proposta.

ATENÇÃO:

É importante que neste experimento o professor possa apresentar e discutir com os estudantes a função de cada componente que compõem o experimento como:

- ✓ a fonte (Pilha),
- ✓ o condutor (o fio),
- ✓ o detector (a bússola).

Estas discussões serão importantes para que, quando os estudantes estiverem realizando a investigação a respeito do experimento número três (fluxo magnético) e do experimento de número quatro (indução de corrente elétrica) possam identificar e compreender o que faz o papel da fonte, do condutor e do receptor.

PROBLEMA INVESTIGATIVO

“Como a corrente elétrica em um fio condutor está relacionada à produção de um efeito magnético ao redor desse fio, conforme observado no experimento de Oersted?”

ATENÇÃO PROFESSORES

Neste momento é importante orientar os estudantes a irem anotando, fazendo desenhos ou fazendo pequenos vídeos sobre o que está acontecendo com a bússola. É importante que os estudantes anatem todo fenômeno observado para que ele possa explicar para os colegas do outro grupo no momento do compartilhamento dos resultados.

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES!!!

1. Iniciamos a aula por este experimento, pois é uma forma dos estudantes irem sendo inseridos neste tipo de abordagem;
2. Também é um momento em que o professor pode dar algumas dicas para irem manipulando o experimento;

3. O professor pode apresentar cada parte que compõe o experimento, quem é a fonte, o condutor e o detector;
4. Neste experimento, o professor deve incentivar os estudantes a manipularem os experimentos de diferentes formas. Testando diversas posições que podem ser colocadas a bússola afim de detectar o efeito magnético gerado pela corrente que percorre o fio.

CENÁRIO DIDÁTICO

O professor pode iniciar contextualizando a partir de uma fala de Faraday:

“Muito me encantou o trabalho do digníssimo senhor Oersted, tanto que por conta própria me despertou o desejo de reproduzir os fenômenos”

Daí, apresenta o recorte histórico e expõe a proposta investigativa:

Recorte histórico do artigo “*Pesquisas Experimentais em Eletricidade*”, apresentado por Faraday à Royal Society em 1831, será o nosso ponto de partida para um cenário investigativo.

1. O poder que a eletricidade de tensão possui de causar um estado elétrico oposto em sua vizinhança tem sido expresso pelo termo geral *indução*¹; o qual, como tem sido recebido na linguagem científica, pode também, com adequação, ser usado no mesmo sentido geral para expressar o poder que correntes elétricas podem possuir de induzir qualquer estado particular sobre a matéria em sua vizinhança, que de outra maneira é indiferente. É com esse significado que pretendo utilizá-la no presente artigo.

2. Certos efeitos da indução de correntes elétricas já foram reconhecidos e descritos: como aqueles da magnetização; . . .

HIPÓTESES A SEREM TESTADAS

- Quando uma corrente elétrica fluindo por um fio próximo a uma bússola poderá causar algum tipo de desvio ou movimento na agulha da bússola.
- A polaridade da fonte de tensão que está fornecendo corrente elétrica (se positiva ou negativa) pode influenciar a direção do desvio da agulha da bússola.
- A orientação do fio em relação à agulha da bússola (horizontal, vertical, etc.) teria alguma influência no desvio da agulha.

OBJETIVOS:

- Apresentar o experimento de Oersted;
- Discutir elementos da atividade experimental;
- Aproximar os estudantes das matérias e instrumentos que serão utilizados na aula de Faraday;
- Propor uma estrutura de investigação que será explorada nas aulas seguintes.

INICIAR COM A DESCRIÇÃO DA REPRODUÇÃO DO EXPERIMENTO DE OERSTED.

Segundo o experimento de Oersted ao ligar uma fonte elétrica a um fio condutor, verificou – se que a agulha de uma bússola mudava de direção quando a corrente elétrica passava em um fio condutor que estava bem próximo dessa bússola.

Dessa maneira, testei inicialmente com fio reto, para manter – me fiel a seu experimento e pude realmente observar o efeito magnético descrito pelo próprio Oersted.

Para realização deste experimento pode se utilizar os seguintes instrumentos e ferramentas:

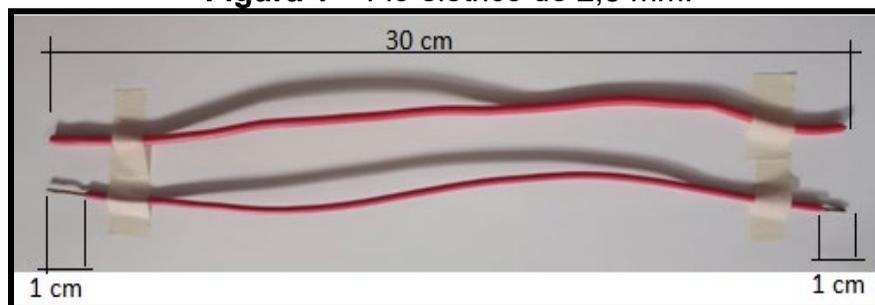
MATERIAIS USADOS

- Fio condutor de eletricidade (conhecido por cabinho);
- Bússola;
- Fonte de eletricidade (pilha de 1,5V tipo D);

Para a **Montagem do Experimento** siga as instruções abaixo detalhadas:

PREPARAÇÃO DO FIO CONDUTOR: Pegue o fio condutor de eletricidade (cabinho) e remova cuidadosamente cerca de 1,0 cm de isolamento das pontas usando um estilete ou um alicate apropriado. Isso exporá o metal condutor nas extremidades do fio para fazer contato com os polos da bateria (Figura 1).

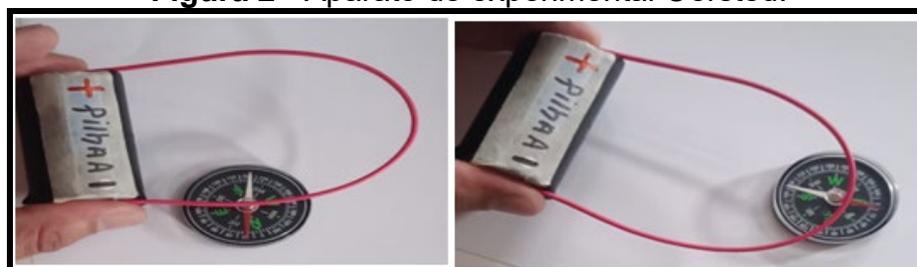
Figura 1 – Fio elétrico de 2,5 mm.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

CONEXÃO COM A FONTE DE ELETRICIDADE: Em uma das extremidades do fio condutor decapado, conecte o polo positivo (+) da fonte de eletricidade (pilha de 1,5V). Isso pode ser feito apertando os terminais decapado do fio ao positivo da pilha utilizando os dedos ou utilizando garrinhas de jacaré, se disponível. Na outra extremidade do fio, conecte o polo negativo (-) da fonte de eletricidade da mesma maneira (Figura 2).

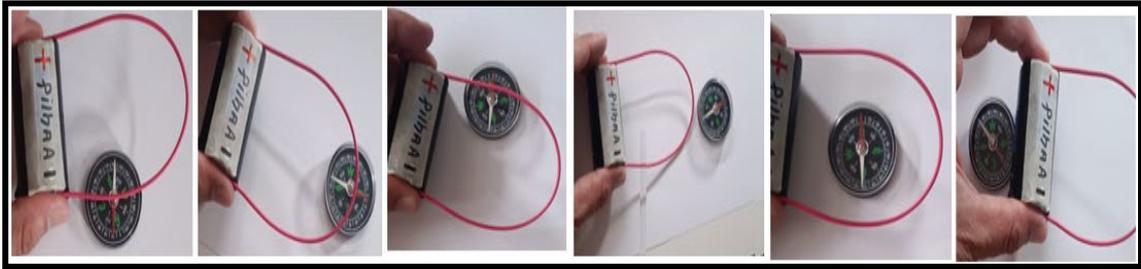
Figura 2 - Aparato de experimental Oersted.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

POSICIONAMENTO DA BÚSSOLA: Como o objetivo é testar as hipóteses de Faraday, espera-se a turma posicionar a bússola em diferentes posições ao longo do fio para verificar o comportamento em relação ao efeito magnético gerado pela corrente elétrica. Para posicionar o fio condutor, ele será disposto de maneira paralela ao eixo norte-sul da bússola, garantindo que não haja obstruções que interfiram na leitura da agulha magnética (Figura 3).

Figura 3 - Estudante posicionando a bussola ao longo do fio



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

◆ **OBSERVAÇÃO DA BÚSSOLA:** Oriente a turma para observar a orientação inicial da agulha da bússola. Ela deve apontar na direção norte-sul, indicando a direção do efeito magnético gerado pela terra.

◆ **ATIVAÇÃO DA FONTE DE ELETRICIDADE:** Uma vez que o fio condutor está conectado à pilha, ative a fonte de eletricidade, criando assim um circuito elétrico completo. Isso resultará na passagem de corrente elétrica pelo fio.

◆ **OBSERVAÇÃO DO EFEITO NA BÚSSOLA:** É esperado que os(as) estudantes observem atentamente a agulha da bússola após ligar a fonte de eletricidade. Devido à corrente elétrica fluindo pelo fio, ele criará um efeito magnético ao redor de si. Isso pode causar uma deflexão na agulha da bússola, que pode ser observada como uma mudança na direção de sua orientação inicial.

◆ **REGISTRO DOS RESULTADOS:** Oriente a turma para que registrem quaisquer mudanças na orientação da agulha da bússola e quaisquer outras observações relevantes durante o experimento. Isso ajudará na análise dos resultados e na compreensão dos princípios envolvidos.

OBSERVAÇÕES

1. Certifique-se de realizar o experimento em um ambiente tranquilo, livre de interferências magnéticas e elétricas que possam afetar os resultados. Além disso, tome precauções de segurança ao lidar com eletricidade e manipular os componentes do experimento.
2. Ter cuidado com celular próximos, pois eles interferem, uma vez que seus fones contem ímãs potentes.

3. Também não podemos usar o bússola do celular, pois neste caso, não irá detectar nenhum efeito, uma vez que esta funciona por geo – posicionamento.

SUGESTÕES DE LEITURA

FARADAY, Michael. Pesquisas experimentais em eletricidade. Tradução André Koch Torres Assis e L. F. Haruna. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 152-204, 2011. (todos os experimentos de Faraday).

MARTINS, Roberto de Andrade. Oersted e a descoberta do eletromagnetismo. Cadernos de História e Filosofia da Ciência (10): p.89-114, 1986.

ORSTED E A DESCOBERTA DO ELETROMAGNETISMO –

<https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/1226>

EXPERIÊNCIAS SOBRE O EFEITO DO CONFLITO ELÉTRICO SOBRE A AGULHA

<https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/1227>

Sugestão de vídeo

<https://www.youtube.com/watch?v=7vZXcfIXtzQ&t=11s>

SEGUNDO ENCONTRO

EXPERIMENTO DE OERSTED 2

Professores: *Nesse experimento será trabalhado o uso de uma bobina para testar o aumento do efeito magnético. Novamente, é importante enfatizar o papel de cada componente no experimento, quem é a fonte (Pilha), o condutor (o fio), o detector (a bússola), preparando os estudantes para futuras investigações. Ao compreender os conceitos desde o início, os estudantes desenvolvem habilidades analíticas e de raciocínio crítico. Essa abordagem promove uma aprendizagem sólida em física, fornecendo uma base para entender os princípios fundamentais.*

PERGUNTA INICIAL

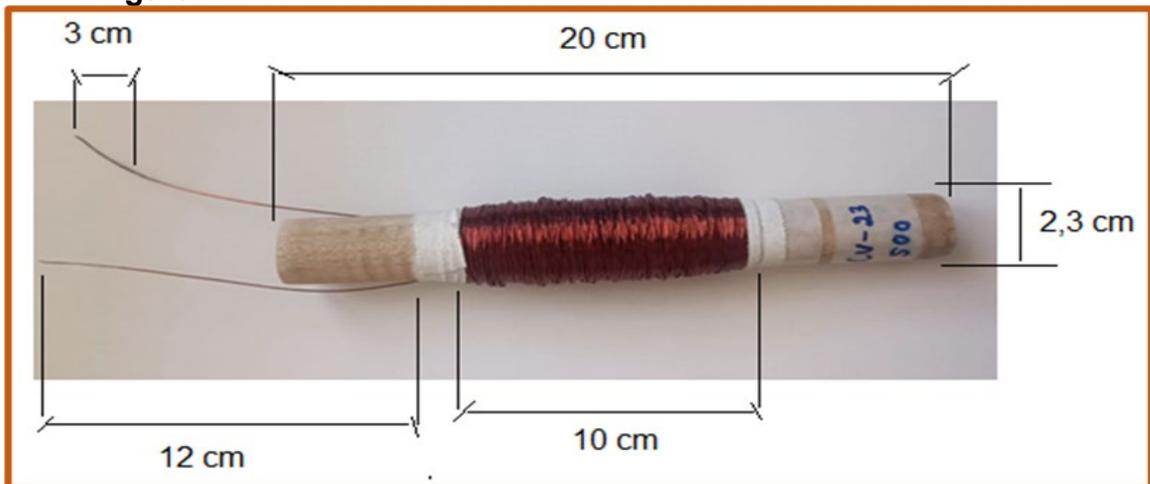
“Sabemos do experimento de Oersted que quando uma corrente elétrica passa por um fio, gera um efeito magnético que pode ser detectado por uma bússola. Como vimos o efeito depende da bateria e do fio. Se mantivermos a mesma bateria, como poderíamos aumentar o efeito magnético?”

Para realização deste experimento usando uma bobina, siga estas etapas:

PREPARAÇÃO DAS BOBINAS:

- Enrole 300 voltas de fio de cobre (nº 23) esmaltado em um núcleo de madeira cilíndrico.
- Fixe o início e o final do enrolamento com fita de esparadrapo para evitar desenrolamentos acidentais durante o manuseio na experimentação.
- Deixe um pedaço de fio de cerca de 12cm no início e no final da bobina, desencapando 3cm em ambas as extremidades para facilitar o contato elétrico (Figura 4).

Figura 4 - Bobina construída com fio de cobre e núcleo de madeira.

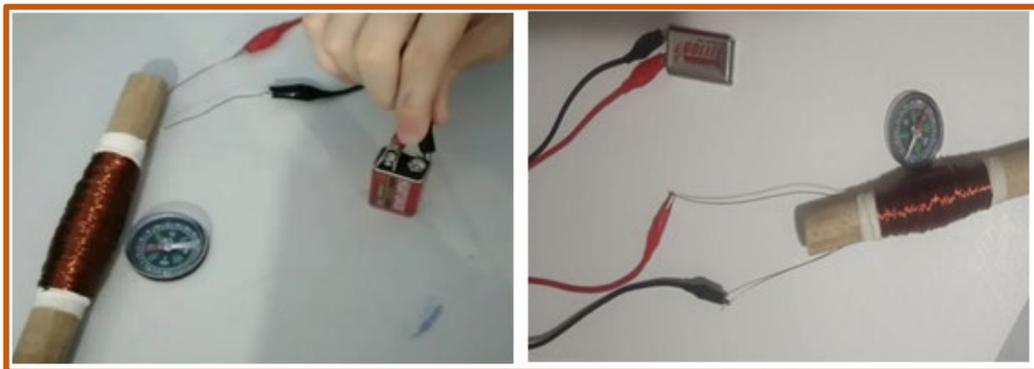


Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

◆ **POSICIONAMENTO DA BÚSSOLA:** Observe a agulha da bússola para verificar sua orientação inicial. Ela deve apontar na direção norte-sul, indicando a direção do efeito magnético gerado pela terra.

◆ **CONEXÃO COM A FONTE DE ELETRICIDADE:** Utilize um cabo de ligação com garrinhas de jacaré para facilitar as conexões (Figura 5). Conecte uma extremidade do cabo a uma das extremidades da bobina e a outra extremidade à fonte de eletricidade (bateria de 9V ou pilha de 1,5V tipo D).

Figura 5 - Verificação do efeito magnético gerado pela corrente elétrica ao redor da bobina.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

◆ **POSICIONAMENTO DA BOBINA E DA BÚSSOLA:** Posicione a bobina próxima à bússola, mantendo-as paralelas entre si. Certifique-se de que não haja obstruções que possam interferir na leitura da agulha magnética da bússola.

◆ **OBSERVAÇÃO DA BÚSSOLA:** Observe a orientação inicial da agulha da bússola, que deve apontar na direção norte-sul, indicando o efeito magnético da terra.

◆ **ATIVAÇÃO DA FONTE DE ELETRICIDADE:** Ligue a fonte de eletricidade para criar um circuito elétrico completo na bobina. Isso permitirá que a corrente elétrica flua através das voltas da bobina.

◆ **OBSERVAÇÃO DO EFEITO NA BÚSSOLA:** Após ligar a fonte de eletricidade, observe atentamente a agulha da bússola. Devido à corrente elétrica fluindo pela bobina, será criado um efeito magnético ao redor dela, podendo causar uma deflexão na agulha da bússola (Figura 6).

Figura 6 - Bússola em diferentes posições para detectar o efeito magnético



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

OBSERVAÇÕES

1. Certifique-se de realizar o experimento em um ambiente tranquilo, livre de interferências magnéticas e elétricas que possam afetar os resultados. Além disso, tome precauções de segurança ao lidar com eletricidade e manipular os componentes do experimento.
2. Ter cuidado com celular próximos, pois eles interferem, uma vez que seus fones contem ímãs potentes.
3. Também não podemos usar o bussola do celular, pois neste caso, não irá detectar nenhum efeito.

ATENÇÃO PROFESSORES

Neste momento, podemos orientar os estudantes a registrarem suas observações, seja por meio de anotações, desenhos ou pequenos vídeos, sobre os fenômenos que estão ocorrendo com a bússola. É essencial que os estudantes documentem todos os fenômenos observados, tanto os resultados positivos quanto os negativos, para que possam explicá-los aos colegas dos outros grupos durante a sessão de compartilhamento de resultados. O professor pode incentivar os estudantes a discutirem entre si no grupo, explorando o que deu certo e o que deu errado, além de encorajá-los a observar o comportamento da bússola em diversas posições. Essa prática de documentação e discussão promoverá uma análise mais detalhada dos resultados e facilitará a comunicação eficaz das descobertas entre os grupos.

OBSERVAÇÃO: *Sugerimos usar a mesma bobina da continuação do experimento investigativo, para que os estudantes se familiarizem com os instrumentos, conforme (Figura 6)*

HIPÓTESES

- Quando uma corrente elétrica fluindo por um fio próximo a uma bússola poderá causar algum tipo de desvio ou movimento na agulha da bússola.
- A polaridade da fonte de tensão que está fornecendo corrente elétrica (se positiva ou negativa) pode influenciar a direção do desvio da agulha da bússola.
- A orientação do fio em relação à agulha da bússola (horizontal, vertical, etc.) teria alguma influência no desvio da agulha.

OBJETIVOS:

- Apresentar o experimento de Oersted;
- Discutir elementos da atividade experimental;
- Apresentar o conceito de bobina;
- Aproximar os estudantes dos materiais e instrumentos que serão utilizados na aula de Faraday;
- Propor uma estrutura de investigação que será explorada nas aulas seguintes.

ATENÇÃO:

Professor sugerimos ficar observando as etapas de raciocínio dos grupos e, sempre que julgar necessário, intervir para ajudar os estudantes a entenderem como suas hipóteses podem ser testadas. Após as discussões e a formulação das respostas, os estudantes podem ser convidados a responder novamente às questões como uma tarefa adicional, corrigindo suas respostas com base nas concepções corretas adquiridas durante a discussão. Esse processo de revisão e correção das respostas pode ser uma oportunidade valiosa para os estudantes consolidarem seu entendimento e aplicarem o conhecimento adquirido de forma mais precisa. Professor, você desempenha um papel fundamental ao orientar os estudantes nesse processo investigativo, garantindo que eles não apenas resolvam problemas, mas também compreendam os conceitos fundamentais envolvidos na investigação.

SUGESTÕES DE LEITURA

FARADAY, Michael. Pesquisas experimentais em eletricidade. Tradução André Koch Torres Assis e L. F. Haruna. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 152-204, 2011. (todos os experimentos de Faraday).

MARTINS, Roberto de Andrade. Oersted e a descoberta do eletromagnetismo. Cadernos de História e Filosofia da Ciência (10): p.89-114, 1986.

ORSTED E A DESCOBERTA DO ELETROMAGNETISMO –

<https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/1226>

EXPERIÊNCIAS SOBRE O EFEITO DO CONFLITO ELÉTRICO SOBRE A AGULHA

<https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/1227>

Sugestões de vídeo

<https://www.youtube.com/watch?v=prfjL5e-a7w>

TERCEIRO ENCONTRO

Experimento de Fluxo Magnético

Na atividade proposta para este encontro, vamos embarcar em uma jornada investigativa inspirada pelo renomado físico Michael Faraday e sua famosa lei do fluxo magnético. Neste contexto, os estudantes serão desafiados a mergulhar em um diário de laboratório fictício atribuído a Faraday, contendo apenas suas hipóteses sobre um fenômeno incompleto. Caberá à turma, então, desenvolver essas hipóteses e propor experimentos para explorar e compreender plenamente o fenômeno descrito pelo cientista. Assim, convidamos os estudantes a se tornarem verdadeiros cientistas, aplicando seus conhecimentos sobre a lei do fluxo magnético de Faraday e sua curiosidade investigativa para desvendar os segredos do mundo magnético.

PERGUNTA INICIAL

“Se a corrente elétrica, passando em um fio condutor elétrico, produz uma ação magnética, então não seria de se esperar que a ação magnética também fosse capaz de induzir eletricidade em um condutor elétrico?”

É com esta interrogação que me proponho a iniciar uma investigação para obter as explicações mais completas dos fenômenos elétricos e magnéticos.

- A turma terá acesso ao diário de laboratório em que é apresentado o cenário investigativo.

Como recurso, também receberão o quadro de ideias em que o(a) professor(a) orientará nas etapas a serem desenvolvidas pela turma, conforme orientações abaixo.

MOMENTO 1: ENTREGA E DISCUSSÃO DO “DIÁRIO DE LABORATÓRIO DE FARADAY” Nesse momento o(a) professor(a) apresentará o cenário investigativo para a turma.

Na sequência será entregue o “quadro de ideias” a turma e explicará como serão os procedimentos para trabalhar com o quadro.

O “quadro de ideias” é composto por três colunas em que os estudantes irão preencher com matérias, características e função.

Na sequência os estudantes precisarão estruturar seus projetos apresentando:

1. PROPOSTA DE MODELO: Aqui professor(a), os estudantes irão fornecer uma descrição detalhada de todos os componentes, materiais e recursos necessários para sua implementação. Eles irão explicar como cada componente contribuirá para o funcionamento do modelo e como esses elementos se relacionam entre si para alcançar os objetivos estabelecidos. Essa abordagem visa garantir uma compreensão clara e abrangente do modelo proposto, permitindo uma implementação eficaz e a obtenção dos resultados desejados.

2. DESENHO: REPRESENTAÇÃO DO MODELO: O desenho representará a conexão entre as bobinas primária e secundária por meio dos cabos de ligação com garrinhas de jacaré, ilustrando a disposição e orientação das bobinas em relação uma à outra. Será detalhada também a posição da bússola em relação à bobina secundária, destacando sua função na detecção do efeito magnético gerado. Além disso, será representada a colocação do ímã em relação à bobina primária para demonstrar seu papel na indução eletromagnética. O desenho será complementado com legendas explicativas para fornecer informações adicionais sobre o funcionamento do modelo, estabelecendo sua relação com os conceitos discutidos em sala de aula. Assim, o desenho proposto será uma representação visual do modelo, que facilitará a compreensão por parte dos componentes do grupo.

DESCRIÇÃO: Aqui é necessário orientar a turma a estabelecer um processo para desenvolver a parte prática da investigação, descrevendo:

- Como vou juntar as partes;
- O que espero que aconteça, para a realização deste experimento.

MATERIAIS USADOS

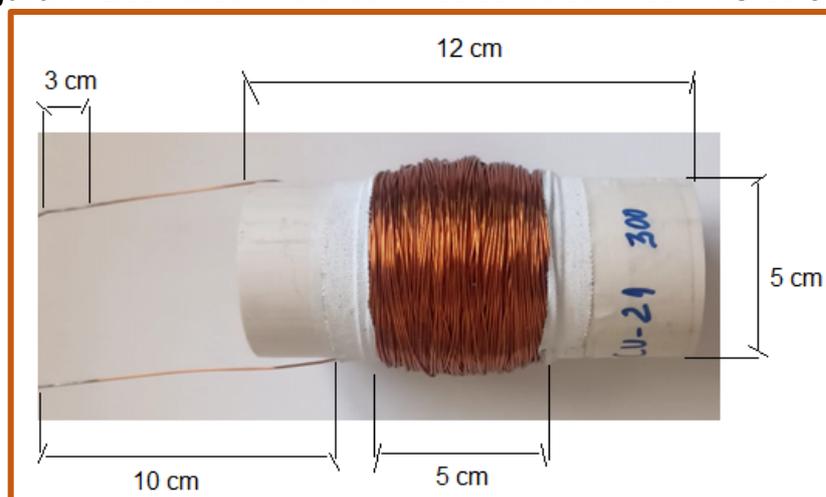
Para realizar este experimento, serão utilizados os seguintes instrumentos e ferramentas:

- Bobina de cobre nº 23 com 300 voltas enroladas em um núcleo de cano PVC oco;
- Bússola;
- Bobina de cobre nº 21 com 500 voltas enroladas em núcleo de cabo de vassoura;
- Imã circular conectado a um bastão de alumínio;
- Cabo de ligação de um metro de comprimento com garrinhas de jacaré nas pontas para facilitar as conexões.

MONTAGEM: Para montar esse experimento, siga os passos para a preparação da das bobinas.

Enrole o fio de cobre nº 23 em torno de um núcleo de cano PVC oco, garantindo um total de 300 voltas. Fixe o início e o final do enrolamento com fita adesiva para evitar desenrolamentos acidentais (Figura 7).

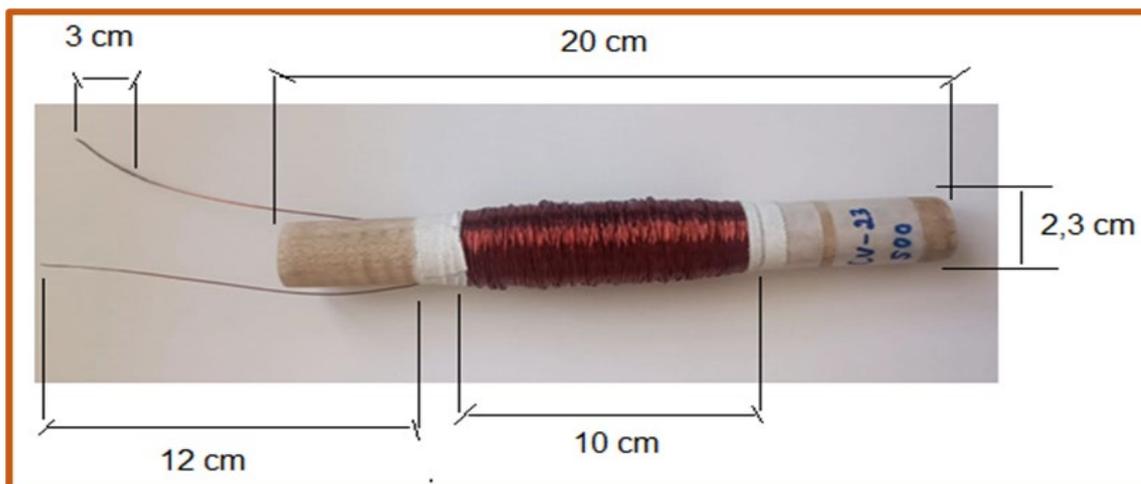
Figura 7- Bobina de cobre com núcleo de cano de PVC de 50mm



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Repita o processo com o fio de cobre nº 21, desta vez fazendo 500 voltas ao redor de um núcleo de cabo de vassoura (Figura 8).

Figura 8 - Bobina de cobre com núcleo de madeira

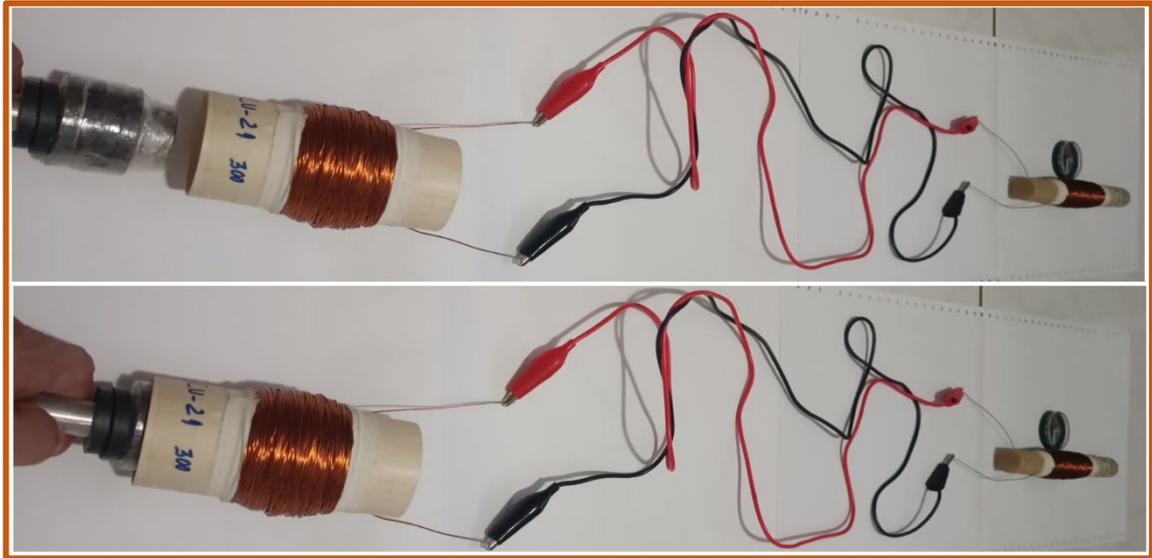


Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

◆ **POSICIONAMENTO DAS BOBINAS E DO IMÃ:** Posicione as duas bobinas a uma distância média de aproximadamente um metro uma da outra em uma superfície plana. Conecte as extremidades da bobina primária às extremidades da bobina secundária para formar um circuito fechado. A bobina primária foi confeccionada em cano de PVC, e contém 300 voltas de fio de cobre Nº 21, enquanto que a bobina secundária foi confeccionada em um núcleo de madeira (cabo de vassoura), e contém 500 voltas de fio de cobre Nº 23, suficiente para criar um efeito magnético significativo quando a corrente elétrica passa por ela.

Em seguida, introduza os imãs conectados em um bastão de maneira que possam ser facilmente movimentados para frente e para trás no interior da bobina primária. Este movimento de vai e vem dos imãs dentro da bobina primária irá causar uma variação no fluxo magnético no interior das bobinas. Esta variação no fluxo magnético induzirá uma corrente elétrica na bobina secundária de acordo com a lei de Faraday da indução eletromagnética (Figura 9).

Figura 9 - Montagem do experimento do fluxo magnético, movimento de vai e vem do imã no interior da bobina.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

◆ **POSICIONAMENTO DA BÚSSOLA:** Coloque uma bússola próxima à bobina secundária para monitorar a orientação do efeito magnético gerado pela corrente elétrica na bobina. A bússola ajudará a identificar variações no efeito magnético à medida que o fluxo magnético varia na região.

◆ **OBSERVAÇÃO DO EFEITO NA BÚSSOLA:** Durante o experimento, ao mover o ímã dentro da bobina primária, é importante observar minuciosamente a agulha da bússola posicionada próxima à bobina secundária, que está conectada à primária. Este procedimento visa detectar qualquer variação na posição da agulha da bússola, uma vez que a movimentação do ímã dentro da bobina primária induzirá uma corrente elétrica na bobina secundária. Essa corrente, por sua vez, gera um efeito magnético ao seu redor, o que pode resultar em uma deflexão na agulha da bússola devido à interação entre os efeitos magnéticos gerados pelas bobinas.

Essa variação na posição da agulha indicará a presença de um efeito magnético gerado pela corrente induzida na bobina secundária, proporcionando uma compreensão clara da relação entre o movimento do ímã na bobina primária e a deflexão da bússola próxima à bobina secundária. Essa análise detalhada dos resultados é essencial para uma interpretação precisa dos fenômenos observados durante o experimento e contribuirá significativamente para a compreensão dos princípios da indução eletromagnética.

Certifique-se de realizar o experimento em um ambiente livre de interferências magnéticas e elétricas, seguindo todas as precauções de segurança ao manipular eletricidade.

ATENÇÃO PROFESSORES:

Recomendamos manter a bobina primária a uma distância média de aproximadamente um metro da bobina secundária durante o experimento. Essa precaução é importante devido à possibilidade de que a movimentação do ímã no interior da bobina primária possa interferir na bússola próxima à bobina secundária. Dessa forma, evitamos falsas interpretações de que a bússola está detectando o efeito magnético gerado pela passagem da corrente elétrica na bobina secundária, garantindo a precisão dos resultados obtidos durante o experimento.

Para garantir que o ímã não esteja afetando a bússola próxima à bobina secundária quando movido dentro da bobina primária, desconectamos as duas bobinas e continuamos movendo o ímã dentro da bobina primária. Observamos atentamente se há deflexão na agulha da bússola enquanto o ímã está em movimento. Essa verificação adicional nos permite descartar qualquer interferência magnética do ímã na bússola e confirmar que qualquer detecção de efeito magnético está relacionada exclusivamente à corrente elétrica induzida na bobina secundária.

QUARTO ENCONTRO

CORRENTE ELÉTRICA INDUZIDA EM UMA BOBINA SECUNDÁRIA

PERGUNTA INICIAL

“Após minha investigação sobre o surgimento de corrente elétrica em uma bobina ao movimentar um ímã próximo, sinto uma inquietação. Surge agora em mim um desejo ardente de aprofundar ainda mais essa investigação. Meu foco agora recai sobre a compreensão do surgimento dessa corrente elétrica em uma bobina secundária, sem que haja qualquer conexão direta com a bobina primária ou com a fonte de tensão. No entanto, se nos experimentos anteriores usei o efeito magnético (bússola) como detector da corrente, como poderia fazê-lo sem usar a bússola?”

Faraday se questiona como identificar a produção da corrente sem partir da ação magnética. Então, vejamos: de posse dos materiais que utilizei nos experimentos anteriores, acerca do trabalho de Oersted, e alguns outros, iniciarei escolhendo [1].

[1] Descrever no quadro de ideias quais materiais serão usados.

MATERIAIS	CARACTERÍSTICAS	FUNÇÃO

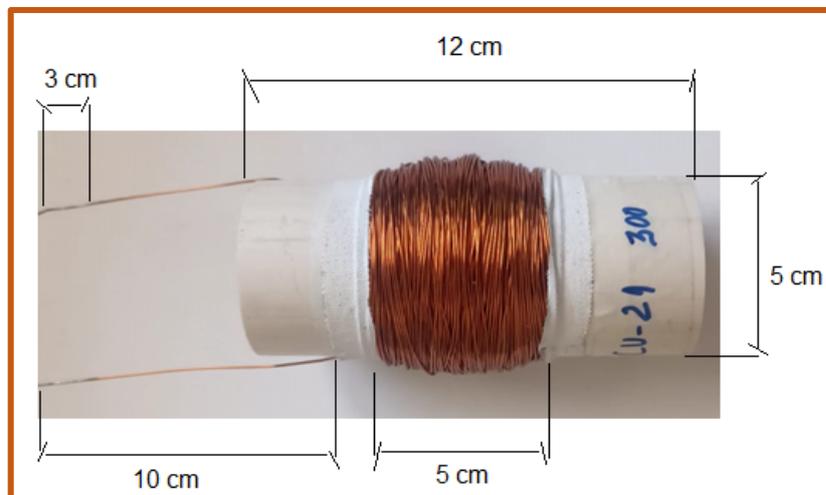
MATERIAIS USADOS

- Bobina de cobre nº 23 com 300 voltas enrolada em um núcleo de cano PVC oco;

- LED azul ou branco de 3 V;
- Bateria de 9 V;
- Bobina de fio de cobre nº 21 com 500 voltas enrolada em núcleo de cabo de vassoura;
- Cabo de ligação de um metro de comprimento com garrinhas de jacaré nas pontas para facilitar as conexões entre as bobinas;
- Cabo de ligação de 20 centímetros de comprimento com garrinhas de jacaré nas pontas para facilitar as conexões entre as pernas do LED e os terminais da bobina secundária.

MONTAGEM: Para montar esse experimento tem-se a preparação das Bobinas Enrole o fio de cobre nº 23 em torno de um núcleo de cano PVC oco, garantindo um total de 300 voltas. Fixe o início e o final do enrolamento com fita adesiva para evitar desenrolamentos acidentais (Figura 10).

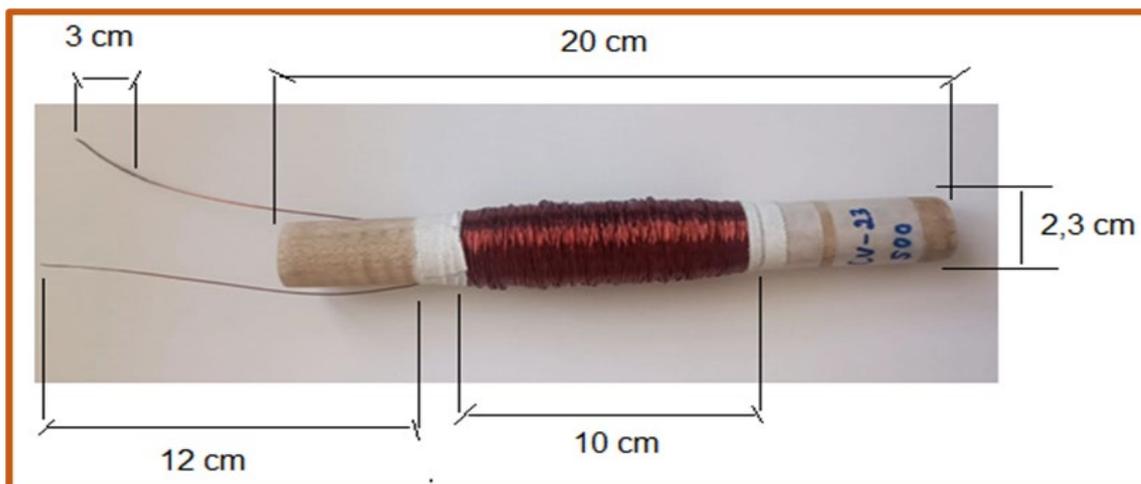
Figura 10 - Bobina de cobre com núcleo de cano de PVC de 50mm



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Repita o processo com o fio de cobre nº 21, desta vez fazendo 500 voltas ao redor de um núcleo de cabo de vassoura (Figura 11).

Figura 11 - Bobina de cobre com núcleo de madeira.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Posicione as duas bobinas a uma distância média de aproximadamente um metro uma da outra em uma superfície plana. Conecte as extremidades da bobina primária às extremidades da bobina secundária para formar um circuito fechado. A bobina primária foi confeccionada em cano de PVC, e contém 300 voltas de fio de cobre Nº 21, enquanto que a bobina secundária foi confeccionada em um núcleo de madeira (cabo de vassoura), e contém 500 voltas de fio de cobre Nº 23, suficiente para criar um efeito magnético significativo quando a corrente elétrica passa por ela.

Em seguida, faremos contato entre os terminais da bobina primária e os polos da bateria de 9 volts. Para induzir corrente elétrica na bobina secundária e fazer o LED piscar, é necessário apenas realizar contatos rápidos entre os terminais da bateria e os polos. Essa variação no fluxo magnético resultará na indução de corrente elétrica na bobina secundária, conforme previsto pela Lei de Faraday da indução eletromagnética.

Nesse momento, os estudantes devem seguir os seguintes procedimentos:

PROPOSTA DE MODELO: descrever como almejam testar as hipóteses apresentadas

DESENHO: representação de como será o experimento

DESCRIÇÃO:

- Como vou juntar as partes;

- O que espero que aconteça;

Após minha investigação e compreensão sobre o surgimento de corrente elétrica em uma bobina ao movimentar um ímã próximo a uma bobina, assim como, sobre a compreensão do surgimento dessa corrente elétrica em uma bobina secundária, sem que haja qualquer conexão direta com a bobina primária ou com a fonte de tensão. Agora me proponho a investigar sobre a influência de alguns materiais que compõem estas bobinas sobre o surgimento de tais correntes.

ATENÇÃO PROFESSORES:

Para que o efeito seja perceptível, fazendo com que o LED pisque, é essencial compreender a Lei de Faraday da indução eletromagnética. De acordo com essa lei, uma variação no fluxo magnético através de uma espira condutora induzirá uma corrente elétrica na espira. No caso do experimento com o LED, ao fazer um contato rápido nos polos da bateria, ocorre uma variação rápida no efeito magnético ao redor da bobina primária, devido à interrupção rápida do fluxo de corrente. Essa variação no fluxo magnético induz uma corrente elétrica na bobina secundária, fazendo com que o LED pisque. Esse fenômeno demonstra diretamente os princípios da indução eletromagnética descritos por Faraday, onde a mudança no fluxo magnético através de um circuito elétrico induz uma corrente elétrica no circuito.

QUINTO ENCONTRO

DIFERENTES MATERIAIS E VARIAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DAS BOBINAS E NÚCLEOS

CENÁRIO INVESTIGATIVO: DIÁRIO DE LABORATÓRIO

No decorrer das minhas investigações e compreensão sobre a origem da corrente elétrica ao movimentar um ímã próximo a uma bobina e sua indução na bobina secundária, independentemente de conexões diretas com a bobina primária ou a fonte de tensão, surge um novo problema. Agora, proponho-me a explorar não apenas a influência dos diferentes materiais utilizados na composição dessas bobinas sobre o surgimento e comportamento das correntes, mas também a relação com o número de voltas das bobinas primária e secundária. Além disso, buscarei compreender os efeitos dos materiais que compõem as espiras e dos materiais presentes nos núcleos das bobinas nesse fenômeno eletromagnético.

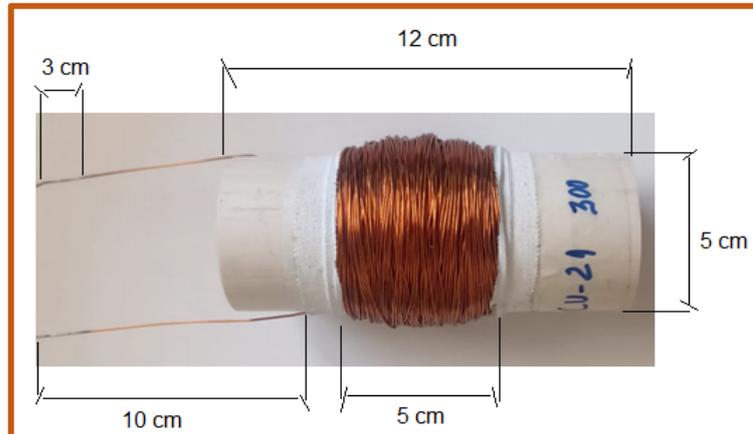
PERGUNTA INICIAL:

“Sabemos que a corrente elétrica passando em uma bobina, produz uma ação magnética, e que uma ação magnética também é capaz de induzir em uma bobina secundária uma corrente elétrica. Além disso, como os diferentes núcleos e os materiais que compõem o enrolamento das bobinas podem influenciar neste efeito detectado?”

VARIAÇÕES: Bobinas externas (300 voltas) - Primária

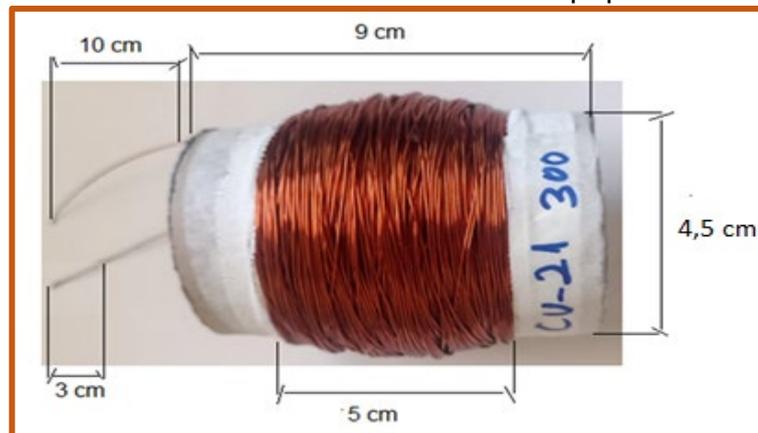
- Núcleo de PVC + fio de Cobre Nº 21 (Figura 12)
- Núcleo de Madeira + fio de Cobre Nº 21 (Figura 13)
- Núcleo de PVC + fio de Alumínio Nº 21 (Figura 14)

Figura 12 - Bobina de cobre com núcleo de cano de PVC de 50 mm.



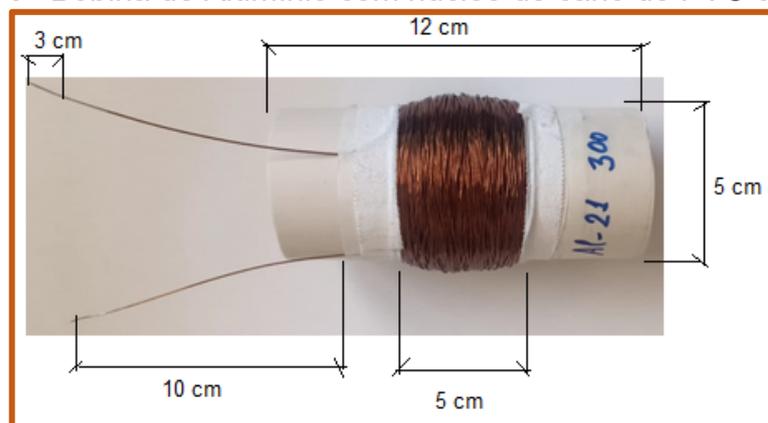
Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Figura 13 - Bobina de cobre com núcleo de papelão de 45 mm.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Figura 14 - Bobina de Alumínio com núcleo de cano de PVC de 50 mm.



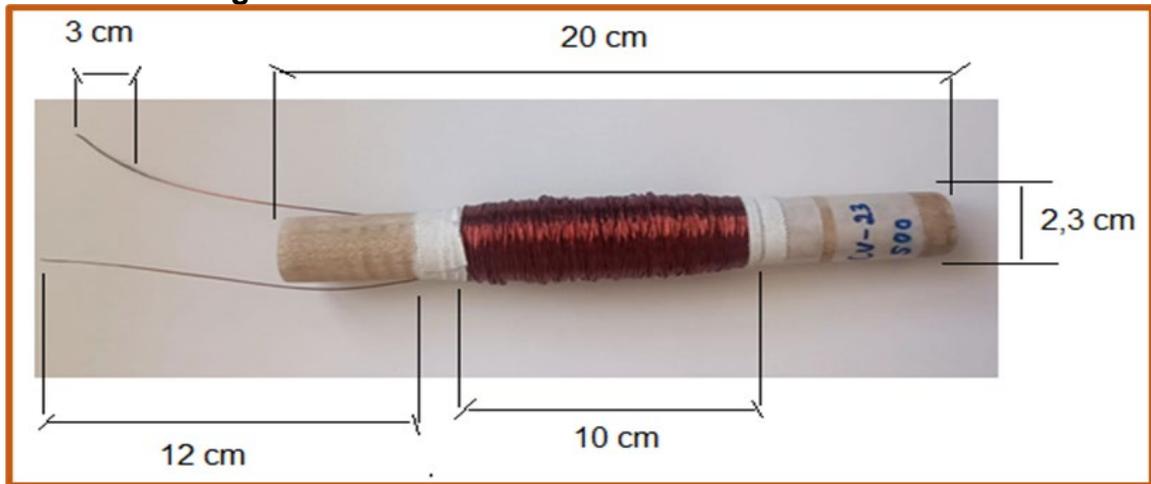
Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Bobinas internas (500 voltas) - Secundária

- Núcleo de Madeira + fio de Cobre Nº 23 (Figura 15)
- Núcleo de PVC + fio de Cobre Nº 23 (Figura 16)

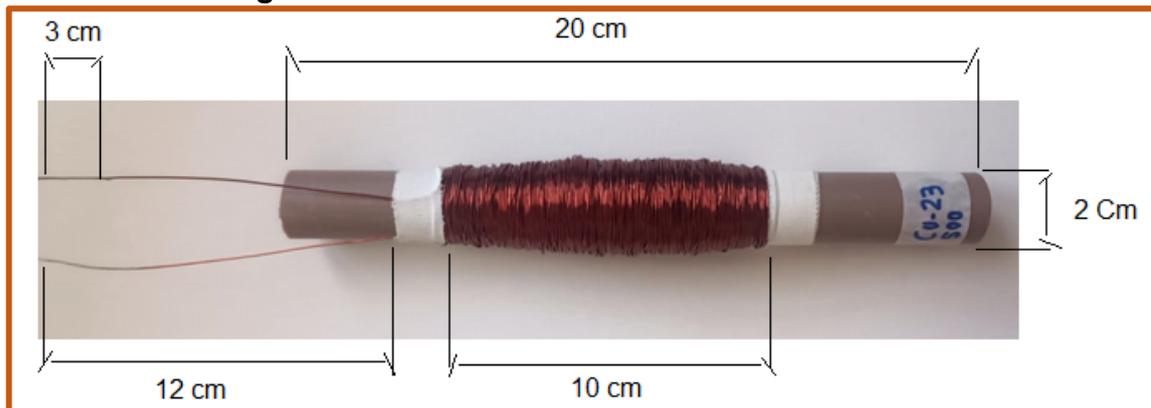
- Núcleo de Madeira + fio de Alumínio Nº 23 (Figura 17)

Figura 15 - Bobina de cobre com núcleo de madeira.



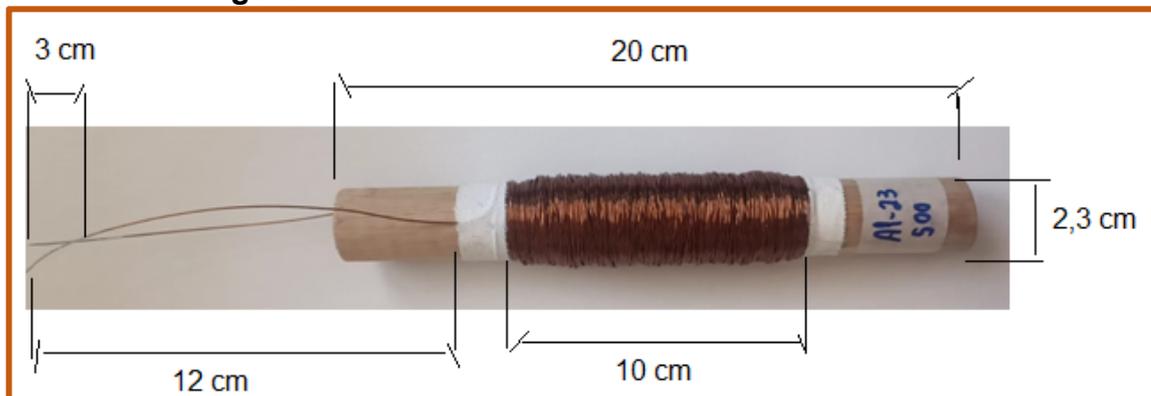
Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Figura 16 - Bobina de cobre com núcleo de PVC.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Figura 17 - Bobina de cobre com núcleo de madeira.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

MATERIAIS USADOS

Bastões Magnéticos

Cabos com garras de jacaré (vermelho e preto)

Galvanômetro

FENÔMENOS

1 – EXISTÊNCIA DO FENÔMENO: A detecção da corrente induzida na bobina secundária será realizada através do uso de um galvanômetro. No experimento proposto, ao aplicar uma corrente elétrica na bobina primária sem que haja uma conexão direta com a bobina secundária, ocorrerá uma variação no fluxo magnético próximo à bobina secundária devido à indução eletromagnética. Essa variação no fluxo magnético induzirá uma corrente elétrica na bobina secundária, conforme a Lei de Faraday da indução eletromagnética. O galvanômetro, ao ser conectado à bobina secundária, detectará essa corrente induzida, fornecendo uma leitura que indica a presença da corrente elétrica no circuito. Dessa forma, o galvanômetro é capaz de detectar a existência do fenômeno da corrente induzida na bobina secundária, mesmo sem uma conexão direta com a bobina primária.

2 – INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS: Para verificar se existe diferença na indução de corrente elétrica devido à composição dos materiais que compõem os núcleos e fios das bobinas, faremos uma série de conexões experimentais entre as bobinas primárias e secundárias. Essas conexões serão estabelecidas considerando diferentes combinações de materiais nos núcleos das bobinas (PVC, madeira) e nos fios (cobre, alumínio). Ao realizar essas conexões e observar as respostas das bobinas secundárias à corrente elétrica induzida pelas primárias, poderemos avaliar se as características dos materiais afetam a eficiência da indução eletromagnética.

PROCEDIMENTOS PARA MONTAGEM

Conectaremos a bobina primária, composta por diferentes materiais, como PVC com fio de cobre, PVC com fio de alumínio e madeira com fio de cobre, a uma fonte de corrente elétrica.

Em seguida, conectaremos a bobina secundária, também composta por diferentes materiais, como madeira com fio de cobre, madeira com fio de alumínio e PVC com

fio de cobre, aos terminais da bobina primária. Essas conexões serão realizadas utilizando cabos de ligação com garrinhas de jacaré, garantindo uma conexão segura e estável.

Após realizar as conexões, observaremos se há alguma diferença na indução de corrente elétrica na bobina secundária em relação aos diferentes materiais utilizados na composição das bobinas primária e secundária. Para isso, utilizaremos um dispositivo de detecção, como um galvanômetro, conectado à bobina secundária para verificar a presença e intensidade da corrente induzida.

Repetiremos o procedimento para cada combinação de materiais, registrando e comparando os resultados obtidos. Isso nos permitirá avaliar o impacto da composição dos materiais dos núcleos e dos fios das bobinas na indução de corrente elétrica e entender melhor como esses fatores influenciam o fenômeno da indução eletromagnética.

3 – DETECTOR: Como detector iremos utilizar um galvanômetro

[1] Descrever no quadro de ideias quais materiais serão usados.

MATERIAIS	CARACTERÍSTICAS	FUNÇÃO

Prezado professor para fonte sugere-se que utilize pilhas, tendo em vista a segurança dos estudantes.

QUADRO DE IDEIAS

DIFERENTES MATERIAIS E VARIAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DAS BOBINAS E NÚCLEOS.

No decorrer das minhas investigações e compreensão sobre a origem da corrente elétrica ao movimentar um ímã próximo a uma bobina e sua indução na bobina secundária, independentemente de conexões diretas com a bobina primária ou a fonte de tensão, surge um novo problema. Agora, proponho-me a explorar não apenas a influência dos diferentes materiais utilizados na composição dessas bobinas sobre o surgimento e comportamento das correntes, mas também a relação com o número de voltas das bobinas primária e secundária. Além disso, buscarei compreender os efeitos dos materiais que compõem as espiras e dos materiais presentes nos núcleos das bobinas nesse fenômeno eletromagnético.

VARIAÇÕES

Bobinas externas (300 voltas)

PVC + Cobre

PVC + Alumínio

Madeira+ Cobre

Bobinas internas (500 voltas)

Madeira+ Cobre

Madeira + Alumínio

PVC + Cobre

CARTA - MICHAEL FARADAY

FLUXO MAGNÉTICO

Data: 24 de novembro de 1831

Hoje, enquanto realizava meus experimentos com condutores elétricos e ímãs, deparei-me com um fenômeno intrigante que desafia minha compreensão atual do mundo magnético. Enquanto observava, notei uma interação peculiar entre um ímã e um condutor em movimento. Ao mover um ímã próximo de um condutor, uma corrente induzida surgiu no condutor, mesmo sem uma fonte externa de corrente elétrica. Essa corrente induzida parece gerar um efeito magnético, que interage de maneira complexa com o efeito magnético do ímã. Esse fenômeno desafia os princípios magnéticos estabelecidos até o momento e me estimula a explorar mais a fundo.

Gostaria de compartilhar com vocês minha hipótese inicial é que essa força adicional surge devido a uma interação mais complexa entre o movimento do condutor e o efeito magnético do ímã. Suspeito que, além da indução magnética tradicional, há uma corrente elétrica induzida no condutor que contribui para essa força adicional. No entanto, a natureza exata dessa corrente elétrica e como ela interage com o efeito magnético permanece um mistério. Além disso, conjecturo que essa corrente elétrica induzida pode ser responsável por outros fenômenos observados em experimentos anteriores, como a deflexão de uma agulha magnética em um circuito fechado. Seria fascinante explorar como essa corrente induzida pode influenciar outros componentes do circuito.

No entanto, essas são apenas hipóteses preliminares, é importante realizarmos este experimento para testar essas ideias e compreender plenamente esse fenômeno intrigante. Convido meus colegas cientistas a se juntarem a mim nessa jornada de descoberta, para explorar os segredos do mundo magnético e desvendar a verdade por trás desse fenômeno misterioso.

Continuarei registrando minhas observações e experimentos neste diário de laboratório, na esperança de contribuir para o avanço do conhecimento científico sobre a indução magnética e seus efeitos.

[Assinatura de Michael Faraday]

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'M Faraday', written in black ink on a white background.

ATIVIDADE:

A partir da carta fictícia de Faraday acima, vamos testar suas hipóteses e buscar respostas para seus trabalhos.

Para isso, vamos nos dividir como grupos de cientistas e explorar os seus trabalhos propondo:

- Materiais e experimentos;
- Estratégias de investigação;
- Análise dos resultados encontrados.

Nosso objetivo é ajudar Faraday com o seu trabalho.

Para cada descoberta e resultado precisamos registrar e documentar através de desenhos, fotos e vídeos, fornecendo material para futuras investigações e compreensão mais profunda do fenômeno que estamos investigando.

DIÁRIO DE LABORATÓRIO - MICHAEL FARADAY

CORRENTE INDUZIDA EM UMA BOBINA

Data: 24 de novembro de 1831

Nesta bela tarde, durante a realização de meus experimentos com bobinas e uma fonte de tensão, deparei-me com um fenômeno intrigante que desafia minha compreensão atual do mundo magnético. Ao fazer o contato de uma bobina com uma fonte de tensão e observar atentamente, percebi algo que aconteceu na outra bobina que não estava conectada a primeira, que me surpreendeu muito. Ao fazer o contato da fonte de tensão com uma bobina, uma corrente induzida surgiu na segunda bobina, quase que instantâneo.

Minha hipótese inicial é que a corrente surge na bobina secundária devido à interação entre o contato da fonte de tensão com a bobina primária e o efeito magnético variável induzido pela variação de corrente na fonte de tensão. No entanto, a natureza exata dessa corrente elétrica induzida e seu efeito magnético variável permanecem um mistério. Suspeito que ela seja decorrente do contato e descontado com a fonte de tensão. Além disso, conjecturo que essa corrente elétrica induzida pode ser responsável por outros fenômenos observados em experimentos anteriores, como a deflexão de uma agulha magnética em um circuito fechado. Seria fascinante explorar como essa corrente induzida pode influenciar outros componentes do circuito.

No entanto, essas são apenas hipóteses preliminares. É crucial conduzirmos experimentos meticulosos para testar essas ideias e compreender plenamente esse fenômeno intrigante. Convido meus colegas cientistas a se unirem a mim nessa jornada de descoberta, para explorar os segredos do mundo magnético e desvendar a verdade por trás desse fenômeno misterioso. Continuarei registrando minhas observações e experimentos neste diário de laboratório, com a esperança de contribuir para o avanço do conhecimento científico sobre a indução magnética e seus efeitos. Cada descoberta e resultado será minuciosamente documentado, utilizando desenhos, fotos e vídeos, fornecendo

material para futuras investigações e uma compreensão mais profunda desse fenômeno.

[Assinatura de Michael Faraday]

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'M Faraday', written in black ink on a white background.

ATIVIDADE:

A partir da carta fictícia de Faraday acima, vamos testar suas hipóteses e buscar respostas para seus trabalhos.

Para isso, vamos nos dividir como grupos de cientistas e explorar os seus trabalhos propondo:

- Materiais e experimentos;
- Estratégias de investigação;
- Análise dos resultados encontrados.

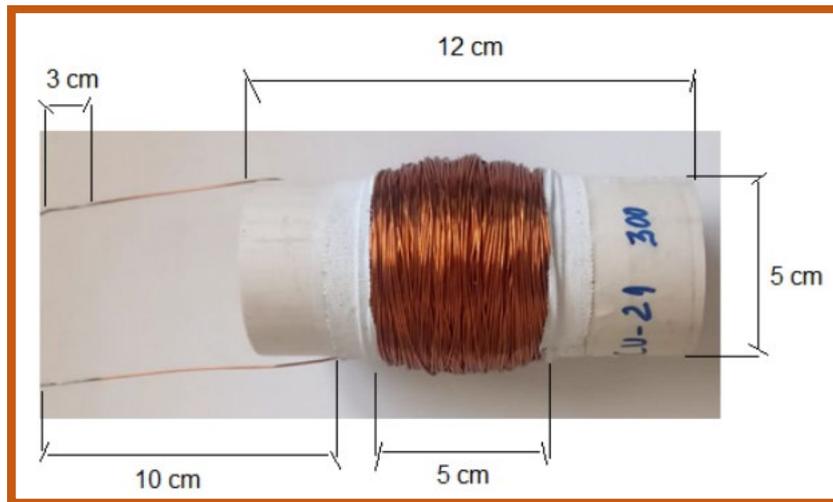
Nosso objetivo é ajudar Faraday com o seu trabalho.

Para cada descoberta e resultado precisamos registrar e documentar através de desenhos, fotos e vídeos, fornecendo material para futuras investigações e compreensão mais profunda do fenômeno que estamos investigando.

DESCRIÇÕES DA CONSTRUÇÃO DAS BOBINAS

Para construir as bobinas mostradas na Figura 15, siga os passos detalhados abaixo. Certifique-se de ter todos os materiais necessários e siga as instruções cuidadosamente para garantir a precisão e a eficácia das bobinas.

Figura 18 - Bobina de cobre com núcleo de cano de PVC de 50mm



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Materiais Necessários

- Fio de cobre esmaltado (21 AWG), cerca de 100g
- Cano de PVC para esgoto de 50 mm (12cm de comprimento, 5cm de diâmetro interno) de rede esgoto;
- Alicates para cortar os fios;
- Régua em centímetros para fazer as medições;
- Fio ponta de prova para multímetro com garras de jacaré nas pontas;
- Serra para cortar ferro;
- Pedaco de lixa de madeira ou de ferro;
- Estilete ou uma tesoura;
- Fita crepe ou fita isolante;

OBSERVAÇÃO: Em nosso experimento, utilizamos esparadrapo devido ao seu acabamento superior e maior resistência, evitando que os fios se soltem. Para fixar firmemente o fio de cobre no início e no final do enrolamento, usamos esparadrapo (1,2 cm x 4,5 m), garantindo que o fio permaneça bem preso ao núcleo de PVC e prevenindo qualquer deslizamento ou soltura acidental durante a manipulação. Essa escolha é importante, considerando o manuseio frequente das bobinas pelos estudantes, prevenindo qualquer deslizamento ou soltura acidental durante a manipulação.

PASSO A PASSO PARA CONSTRUIR A BOBINA PRIMÁRIA COM CANO DE PVC DE 50 mm (NÚCLEO OCO)

PREPARAÇÃO DO MATERIAL

1. CORTE DO CANO:

- Use uma serra para cortar um pedaço de cano de PVC com 12 cm de comprimento.
- Retire as rebarbas do cano com uma lixa para garantir que as bordas fiquem lisas e seguras para manuseio.

2. PREPARAÇÃO DO FIO:

- Pegue o fio de cobre esmaltado (21 AWG), cerca de 100g.
- Deixe cerca de 10 cm de fio solto no início para conexões futuras.

Enrolamento do Fio:

- Comece a enrolar o fio de cobre em torno do cano de PVC, mantendo as voltas bem apertadas e próximas umas das outras.
- Enrole 300 voltas de fio em torno do cano de PVC.
- Após enrolar as 300 voltas, deixe novamente cerca de 10 cm de fio solto no final.

3. REMOÇÃO DO ESMALTE:

- No início e no final de cada ponta, retire cerca de 3cm do esmalte do fio utilizando um estilete. Ou se preferir, pode aquecer as pontas com um isqueiro para retirar o esmalte do fio.
- Lixe as pontas do fio com uma lixinha de ferro para garantir que o esmalte seja completamente removido e as conexões possam ser feitas sem isolamentos.

4. FIXAÇÃO DAS EXTREMIDADES:

- Use fita adesiva ou fita isolante para fixar as extremidades do fio no cano de PVC, garantindo que não se soltem.
- Certifique-se de que as extremidades do fio estão bem fixadas e não se movem durante o manuseio.

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

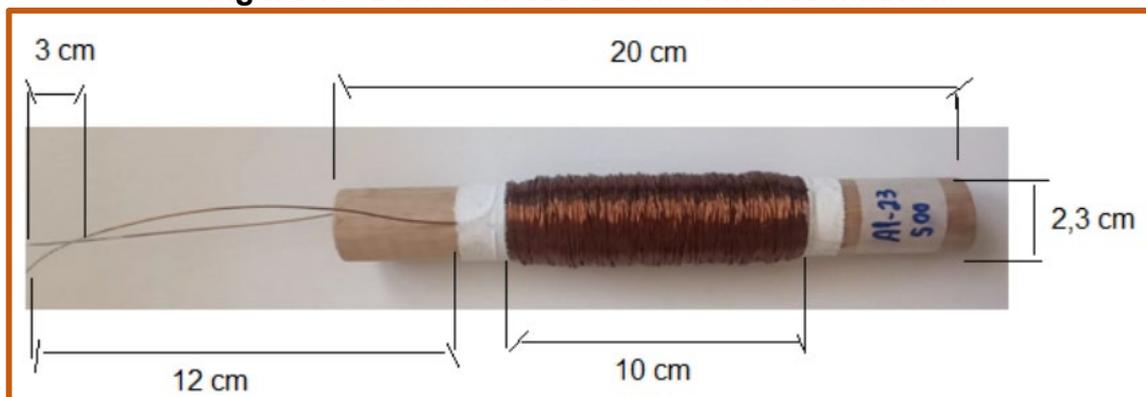
Assegure-se de realizar o enrolamento do fio de cobre ao longo do cano de PVC de maneira uniforme, conforme exemplificado na Figura 19. Isso garantirá a distribuição homogênea do efeito magnético ao longo da bobina. Enrole os fios próximos uns dos outros, camada por camada, até atingir as 300 voltas desejadas.

- É importante seguir as dimensões aproximadas indicadas na Figura 19 ao confeccionar a bobina primária de cobre entorno de um pedaço de cano de PVC 50mm de diâmetro e 12cm de comprimento. Essas medidas foram cuidadosamente projetadas para facilitar o manuseio dos estudantes durante a experimentação investigativa. Ao aderir às especificações da figura, garantiremos uma experiência prática mais eficiente e instrutiva.

Além das instruções fornecidas anteriormente, é fundamental destacar a etapa adicional de preparação do fio de cobre. Recomenda-se que as extremidades do fio sejam cuidadosamente raspadas, lixadas e, em seguida, estanhadas em uma extensão de aproximadamente 3cm. Essa prática visa aprimorar a condutividade elétrica nas conexões, assegurando uma transmissão eficiente de corrente elétrica entre as partes envolvidas. Essa medida contribuirá para otimizar o desempenho da bobina, garantir uma experiência mais consistente durante a experimentação e adaptar-se à sequência dos experimentos.

Para construir as bobinas mostradas na Figura 19, siga os passos detalhados abaixo. Certifique-se de ter todos os materiais necessários e siga as instruções cuidadosamente para garantir a precisão e a eficácia das bobinas.

Figura 19- Bobina de cobre com núcleo de madeira.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Fio de cobre esmaltado (23 AWG), cerca de 100g
- Cano de vassoura de 20 cm de comprimento e diâmetro de 2,3cm
- Alicates para cortar os fios
- Régua em centímetros para fazer as medições
- Fio ponta de prova para multímetro com garras de jacaré nas pontas
- Serra de serrar ferro
- Pedaco de lixa de madeira ou de ferro
- Estilete ou uma tesoura
- Fita crepe ou fita isolante

OBSEVAÇÃO.: Em nosso experimento, utilizamos esparadrapo devido ao seu acabamento superior e maior resistência, evitando que os fios se soltem. Para fixar firmemente o fio de cobre no início e no final do enrolamento, usamos esparadrapo (1,2cm x 4,5m), garantindo que o fio permaneça bem preso ao núcleo de madeira e prevenindo qualquer deslizamento ou soltura acidental durante a manipulação. Essa escolha é crucial, considerando o manuseio frequente das bobinas pelos estudantes durante sua investigação.

PASSO A PASSO PARA CONSTRUIR A BOBINA SECUNDÁRIA (NÚCLEO DE MADEIRA)

Preparação do Material:

- Serre um pedaço de cabo de vassoura de madeira com 20cm de comprimento, com um diâmetro de aproximadamente 2,3cm.
- Retire as rebarbas do cabo de vassoura com uma lixa de madeira para garantir que as bordas fiquem lisas e seguras para manuseio.

-

Enrolamento do Fio:

- Pegue o fio de cobre esmaltado (23 AWG).
- Deixe cerca de 12cm de fio solto no início para conexões futuras.
- Comece a enrolar o fio de cobre em torno do cabo de vassoura, mantendo as voltas bem apertadas e próximas umas das outras.
- Enrole 500 voltas de fio em torno do cabo de vassoura.

Fixação do Fio:

- Após completar as 500 voltas, deixe novamente cerca de 12cm de fio solto no final.
- Use fita crepe ou fita isolante para fixar as extremidades do fio no cabo de vassoura, garantindo que não se soltem.

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

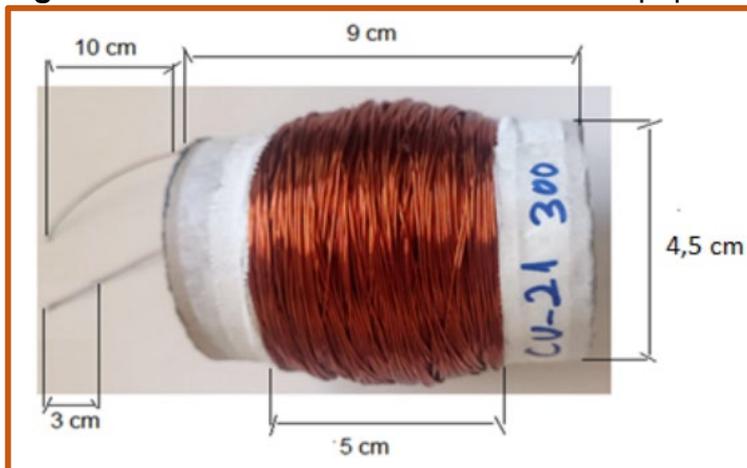
- Assegure-se de enrolar o fio de cobre uniformemente ao longo do cabo, conforme mostrado na Figura 19. Isso garantirá uma distribuição homogênea do efeito magnético na bobina. Enrole os fios próximos uns dos outros, camada por camada, até completar as 500 voltas necessárias.
- Siga as dimensões aproximadas indicadas na Figura 19 ao confeccionar a bobina secundária, com 20 cm de comprimento. Essas medidas foram projetadas para

facilitar o manuseio pelos estudantes durante os experimentos. Seguir essas especificações assegura uma experiência prática mais eficiente e instrutiva.

- Além das instruções anteriores, é importante preparar adequadamente as extremidades do fio de cobre. Recomenda-se raspar, lixar e estanhar as extremidades do fio em uma extensão de aproximadamente 3cm. Isso melhora a condutividade elétrica nas conexões, garantindo uma transmissão eficiente de corrente elétrica e otimizando o desempenho da bobina, proporcionando uma experimentação mais consistente.

Para construir as bobinas mostradas na Figura 20, siga os passos detalhados abaixo. Certifique-se de ter todos os materiais necessários e siga as instruções cuidadosamente para garantir a precisão e a eficácia das bobinas.

Figura 20 - Bobina de cobre com núcleo de papelão.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Fio de cobre esmaltado (21 AWG), cerca de 100g
- Cano de papelão para bobina de sacolas plásticas de 45 mm (9 cm de comprimento, 4,5cm de diâmetro interno e 8,5mm de espessura) – Figura 20
- Alicates para cortar os fios
- Régua em centímetros para fazer as medições
- Fio ponta de prova para multímetro com garras de jacaré nas pontas
- Serra para serrar ferro

- Pedaco de lixa de madeira ou de ferro
- Estilete ou uma tesoura
- Fita crepe ou fita isolante

Obs: Em nosso experimento, optamos por usar esparadrapo devido ao seu acabamento superior e maior resistêcia, prevenindo que os fios se soltem. Para fixar firmemente o fio de cobre no início e no final do enrolamento, utilizamos esparadrapo (1,2cm x 4,5m), assegurando que o fio permaneça bem preso ao núcleo de cano de papelão e evitando qualquer deslizamento ou soltura acidental durante a manipulação. Essa escolha é essencial, considerando o manuseio frequente das bobinas pelos estudantes durante suas investigações.

PASSO A PASSO PARA CONSTRUIR A BOBINA PRIMÁRIA COM NÚCLEO OCO DE PAPELÃO DE 45mm

Figura 21 - Núcleo de papelão para bobina de sacolas plásticas.



Fonte: Imagem da internet, 2024.

ESPESSURA

O cano de papelão utilizado deve ter uma espessura mínima de 8,5 mm ou ligeiramente superior. O uso de canos com espessura inferior não é recomendado, pois eles tendem a deformar-se sob a pressão do enrolamento dos fios, comprometendo a integridade e a eficácia da bobina. Por isso, recomendamos a utilização de bobinas de papelão provenientes de embalagens de sacolas, que geralmente possuem a espessura adequada para esse tipo de aplicação.

É importante garantir que o diâmetro interno do cano de papelão seja suficiente para inserir não apenas as bobinas secundárias (Figura 21), mas também o bastão

com o ímã utilizado em alguns experimentos (Figura 22). Este detalhe é crucial para a realização de diversos testes que envolvem a inserção de diferentes núcleos e componentes magnéticos no interior da bobina primária. Ao seguir essas recomendações, asseguramos que o cano de papelão fornecerá a robustez necessária para um desempenho confiável e consistente nos experimentos de indução magnética.

PREPARAÇÃO DO MATERIAL:

5. CORTE DO CANO DE PAPELÃO:

- Use uma serra de serrar ferro para cortar um pedaço de cano de papelão com 9cm de comprimento.
- Retire as rebarbas do cano de papelão com uma lixa para garantir que as bordas fiquem lisas e seguras para manuseio.

6. PREPARAÇÃO DO FIO:

- Pegue o fio de cobre esmaltado (21 AWG), cerca de 100g.
- Deixe cerca de 10 cm de fio solto no início para conexões futuras.

7. ENROLAMENTO DO FIO:

- Comece a enrolar o fio de cobre em torno do cano de papelão, mantendo as voltas bem apertadas e próximas umas das outras.
- Enrole 300 voltas de fio em torno do cano de papelão.
- Após enrolar as 300 voltas, deixe novamente cerca de 10 cm de fio solto no final.

8. REMOÇÃO DO ESMALTE:

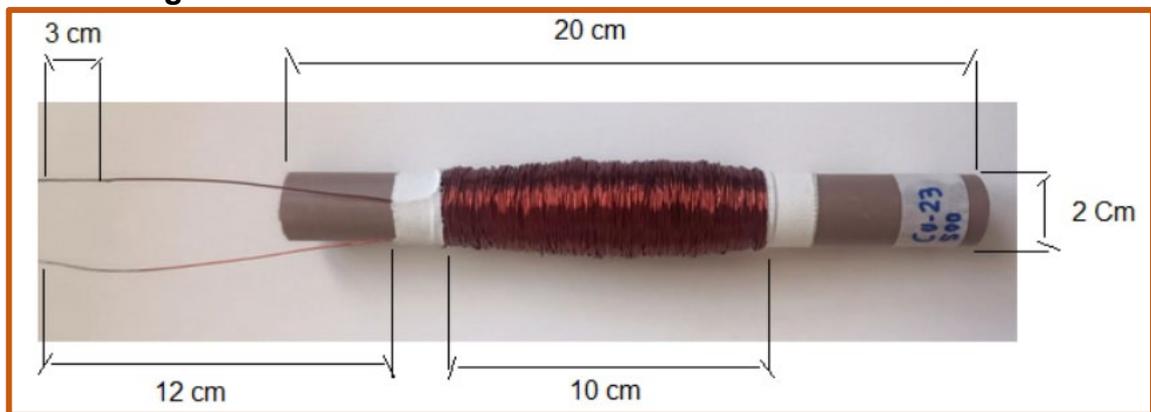
- No início e no final de cada ponta, retire cerca de 3cm do esmalte do fio utilizando um estilete. Ou se preferir, pode aquecer as pontas com um isqueiro para retirar o esmalte do fio.
- Lixe as pontas do fio com uma lixinha de ferro para garantir que o esmalte seja completamente removido e as conexões possam ser feitas sem isolamentos.

9. FIXAÇÃO DAS EXTREMIDADES:

- Use fita adesiva ou fita isolante para fixar as extremidades do fio no cano de papelão, garantindo que não se soltem.
- Certifique-se de que as extremidades do fio estão bem fixadas e não se movem durante o manuseio.

Para construir as bobinas mostradas na Figura 22, siga os passos detalhados abaixo. Certifique-se de ter todos os materiais necessários e siga as instruções cuidadosamente para garantir a precisão e a eficácia das bobinas.

Figura 22 - Bobina de cobre com núcleo de cano de PVC oco.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Fio de cobre esmaltado (23 AWG), cerca de 100g
- Cano de PVC de 20mm de diâmetro e 20cm de comprimento
- Alicates para cortar os fios
- Régua em centímetros para fazer as medições
- Fio ponta de prova para multímetro com garras de jacaré nas pontas
- Serra de serrar ferro
- Pedaco de lixa de madeira ou de ferro
- Estilete ou uma tesoura
- Fita crepe ou fita isolante

OBS: Em nosso experimento, optamos por usar esparadrapo devido ao seu melhor acabamento e maior resistência, características que evitam que ele se solte facilmente. Essa escolha é crucial, considerando o frequente manuseio das bobinas pelos estudantes. Para assegurar a fixação firme do fio de cobre no início e no final do enrolamento, utilizamos fita crepe ou esparadrapo (1,2cm x 4,5m). Isso garante que o fio permaneça bem preso ao núcleo de cano de PVC, prevenindo qualquer deslizamento ou soltura acidental durante a manipulação.

PASSO A PASSO PARA CONSTRUIR A BOBINA SECUNDÁRIA (NÚCLEO DE MADEIRA)

PREPARAÇÃO DO MATERIAL:

- Corte um pedaço de cano de PVC com 20cm de comprimento.
- Retire as rebarbas do cabo de vassoura com uma lixa de madeira para garantir que as bordas fiquem lisas e seguras para manuseio.

ENROLAMENTO DO FIO:

- Pegue o fio de cobre esmaltado (23 AWG).
- Deixe cerca de 10cm de fio solto no início para conexões futuras.
- Comece a enrolar o fio de cobre em torno do cano de PVC, mantendo as voltas bem apertadas e próximas umas das outras.
- Enrole 500 voltas de fio em torno do cano de PVC.

FIXAÇÃO DO FIO:

- Após completar as 500 voltas, deixe novamente cerca de 10cm de fio solto no final.
- Use fita crepe ou fita isolante para fixar as extremidades do fio no cano de PVC, garantindo que não se soltem.

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

- Assegure-se de realizar o enrolamento do fio de cobre ao longo do cabo de maneira uniforme, conforme exemplificado na Figura 22. Isso garantirá a distribuição homogênea do efeito magnético ao longo da bobina. Enrole os fios próximos uns dos outros, camada por camada, até atingir as 500 voltas desejadas.
- É importante seguir as dimensões aproximadas indicadas na Figura 22 ao confeccionar a bobina secundária 20cm de comprimento. Essas medidas foram cuidadosamente projetadas para facilitar o manuseio dos estudantes durante a experimentação investigativa. Ao aderir às especificações da figura, garantiremos uma experiência prática mais eficiente e instrutiva.
- Além das instruções fornecidas anteriormente, é fundamental ressaltar a etapa adicional de preparação do fio de cobre. Recomenda-se que as extremidades do fio sejam cuidadosamente raspadas, lixadas e, em seguida, estanhadas em uma extensão de aproximadamente 3cm. Essa prática visa aprimorar a condutividade elétrica nas conexões, assegurando uma transmissão eficiente de corrente elétrica entre as partes envolvidas. Essa medida contribuirá para otimizar o desempenho da bobina e garantir uma experiência mais consistente durante a experimentação.

DESCRIÇÃO DOS MATERÍAS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS

Para a realização dos experimentos, utilizaremos diversos materiais essenciais. Estes incluem ímãs, fios de prova para multímetro com garras de jacaré nas pontas, bússolas, baterias de 9 volts, LEDs de 3 volts azul ou branco, galvanômetros e multímetros. Cada componente desempenha um papel importante na investigação e na detecção dos fenômenos eletromagnéticos, garantindo precisão e confiabilidade nos resultados obtidos.

9. BASTÃO METÁLICO COM IMÃS CIRCULARES

- Descrição: Um bastão metálico com quatro ímãs circulares de ferrite do tipo anel, com dimensões de (40×80mm).

- Uso no Experimento: Este componente é utilizado para gerar um efeito magnético uniforme ao longo da extensão da bobina. Os ímãs são fixados ao bastão para criar uma força magnética consistente, essencial para estudar a indução eletromagnética nas bobinas (Figura 22).

Figura 22 - Bastão com ímãs circulares.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Obs1: Utilizamos este plástico para evitar que os estudantes removam os ímãs, evitando assim possíveis quebras ou danos. Além disso, o plástico garante que todos os grupos utilizem a mesma quantidade de ímãs, assegurando a consistência no efeito magnético e evitando variações nos resultados.

Obs2: Uma sugestão é utilizar ímãs circulares, conforme mostrado na Figura 23, fixando-os em um pedaço de cabo de vassoura para conectar os ímãs, ao invés do bastão de alumínio.

Figura 23 - Ímãs circulares.

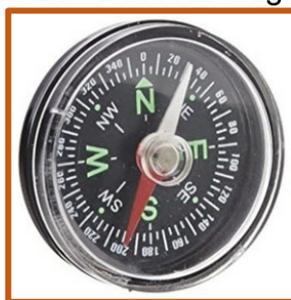


Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

10. BÚSSOLA MAGNÉTICA

- Descrição: Uma bússola magnética convencional (Figura 24), composta por uma agulha magnetizada que se alinha com o efeito magnético gerado por uma corrente elétrica que percorre um fio condutor.
- Uso no Experimento: Utilizada para monitorar e interpretar a direção e a intensidade do efeito magnético produzido na bobina, ao ser percorrida por uma corrente elétrica.

Figura 24 - Bússola magnética.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

11. BATERIA DE 9 Volts

- Descrição: Fonte de alimentação portátil de 9 volts (Figura 24).
- Aplicação: Fornece energia elétrica para os circuitos e bobinas durante os testes de indução e geração de corrente elétrica.

Figura 25 - Bateria de 9 volts.



Fonte: Imagem da internet,2024.

12. GARRINHAS DE JACARÉ

- Descrição: Conectores elétricos com pinças em formato de boca de jacaré, usados para criar conexões temporárias (Figura 26).
- Aplicação: Utilizadas para conectar a bateria e outros componentes elétricos às bobinas de maneira rápida e segura.

Figura 26 - Garras de jacaré.



Fonte: Imagem da internet,2024.

13. FIOS PONTAS DE PROVAS PARA MULTÍMETRO

Descrição: Fios elétricos terminados em pontas de prova, específicos para uso com multímetros para medir tensão, corrente e resistência.

Aplicação: Facilita a medição de parâmetros elétricos nos circuitos durante os experimentos, garantindo precisão nas leituras (Figura 27).

Figura 27 - Cabos ponta de prova com garras de jacaré



Fonte: Imagem da internet, 2024.

14. LED DE 3 volts

- Descrição: Um LED (diodo emissor de luz) de 3mm de diâmetro, comumente utilizado em diversos tipos de experimentos e projetos eletrônicos.
- Uso no Experimento: Utilizado como indicador visual de corrente elétrica. Quando conectado ao circuito, o LED acende, indicando a presença de corrente e permitindo a observação direta da funcionalidade do circuito.
- Aplicação: Serve para demonstrar o fluxo de corrente elétrica em experimentos envolvendo bobinas, sendo um componente essencial para visualização de resultados em projetos de eletrônica educativa e experimental.