



**Universidade de Brasília**

**FACULDADE UnB PLANALTINA**

**CIÊNCIAS NATURAIS**

**PÊNDULO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA:  
UMA EXPLORAÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

**AUTOR: CELSO EDUARDO PEREIRA**

**ORIENTADOR: ISMAEL VICTOR DE LUCENA COSTA**

**PLANALTINA – DF**

**JUNHO / 2019**



**Universidade de Brasília**

**FACULDADE UnB PLANALTINA**

**CIÊNCIAS NATURAIS**

**PÊNDULO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA:  
UMA EXPLORAÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

**AUTOR: CELSO EDUARDO PEREIRA**

**ORIENTADOR: ISMAEL VICTOR DE LUCENA COSTA**

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Banca Examinadora, como exigência parcial para a  
obtenção de título de Licenciada do Curso de  
Licenciatura em Ciências Naturais, da Faculdade  
UnB Planaltina, sob a orientação do Professor Ismael  
Victor de Lucena Costa*

## **Dedicatória**

*Pelas Graças de D'us, dedico este trabalho a todas as pessoas que me acompanharam nesta jornada, bem como aqueles que compartilharam minhas alegrias e tristezas, mas que sempre permaneceram ao meu lado e acreditaram em minha capacidade. Agradeço aos Professores que me orientaram até o término de minha graduação. Aos meus Pais, Esposa, filhos e amigos. Obrigado pelo apoio e carinho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a **D'us**, cuja Luz tem me iluminado nestes últimos anos de curso e que nunca me desamparou, sou grato pelo reconhecimento de meus Mentores:

**Ismael Costa e Franco Salles.**

Agradeço a minha família, bem como a meus **amigos** os quais fizeram parte de minha Jornada Acadêmica e que viveram de perto minhas alegrias e minhas tristezas, mas que acima de tudo vivenciaram a minha perseverança.

*“Se você quiser descobrir os segredos do Universo, pense em termos de energia, frequência e vibração.”*

**Nikola Tesla**

# **PÊNULO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA: UMA EXPLORAÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.**

**CELSO EDUARDO PEREIRA**

## **RESUMO**

Provar para os estudantes a existência de um fenômeno não visível é uma missão muito difícil ao educador, por isto, sempre que possível, utilizar experimentos para “concretizar” um fenômeno intangível ajuda na compreensão dos temas estudados. Isso ocorre, por exemplo, com as ondas eletromagnéticas. Por esse motivo, nesse trabalho desenvolvemos um experimento como um recurso didático para a sala de aula para explicar os assuntos relacionados a lei de indução eletromagnética de Faraday. O experimento é construído com materiais reciclados, o que resgata a natureza de se ensinar em qualquer lugar e com poucos recursos.

**Palavras-chave:** ensino de física; eletromagnetismo; pêndulo eletrostático; lei da indução de Faraday; experimentos de física.

## **ABSTRACT**

To prove to the students the experience of an exam is not a very difficult task for the educator, so whenever possible, use experiments to "concretize" an intangible phenomenon in the understanding of the subjects studied. This occurs, for example, with electromagnetic waves. Why this work develops an experience as a didactic resource for a classroom to explain matters related to Faraday's law of electromagnetic induction. The experiment is done with recycled materials, which represents a nature of teaching anywhere and with resources.

**Keywords:** physics teaching; electromagnetism; electrostatic pendulum; law of induction of Faraday; physics experiments.

## ÍNDICE

1. Introdução .....	8
2. Objetivo .....	9
3. Objetivo específico.. .....	9
4. Marco Teórico .....	10
4.1 Experimento de Faraday .....	13
4.2 A Lei de Lenz .....	13
4.3 Linhas de Campo Magnético da Terra .....	15
4.4 Pesquisadores e inventores precursores do Eletromagnetismo .....	15
5. Construção do Pêndulo Eletromagnético .....	19
5.1 Objetivos .....	19
5.2 Lista de Materiais .....	19
5.3 Lista de Ferramentas .....	20
5.4 Montagem do pêndulo eletromagnético .....	20
5.5 Kit pré-montado do pêndulo magnético .....	26
6 Aplicações do experimento .....	26
7 Questionário de estudo dirigido .....	27
8 Conclusão .....	28
9. Bibliografia .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

A área do eletromagnetismo é vasta e abstrata, de modo que aprender esses conhecimentos por meio de experimentos em sala de aula possibilita uma melhor assimilação dos conteúdos. Dentre esses experimentos existe pêndulo de indução eletromagnética. Pretendemos trabalhar com esse pêndulo associando seu uso aos conteúdos de física, e buscando sempre coletar dos alunos o máximo de informações possíveis, pois como se afirma Paulo Freire no livro intitulado Pedagogia da Autonomia:

Ensinar, aprender e pesquisar lidam com esses dois momentos do ciclo gnosiológico: o em que se ensina e se aprende o conhecimento já existente e o em que se trabalha a produção do conhecimento ainda não existente. A “discência” – docência-discência – e a pesquisa, indicotomizáveis, são assim práticas requeridas por estes momentos do ciclo gnosiológico. (FREIRE, 1996).

Não há docência sem deiscência, as duas se explicam e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Quem ensina, ensina alguma coisa a alguém. Por isso é que, do ponto de vista gramatical, o verbo ensinar é um verbo transitivo-relativo. (FREIRE, 1996).

Contudo o que podemos esperar na construção desse conhecimento, tendo como fontes mediadoras aulas experimentais? A resposta talvez esteja na quebra do paradigma de que o professor é o centro do Universo, e também na compreensão de que todo o conhecimento está ao alcance das próprias mãos, o que os torna seres mais independentes, criativos e autônomos. No entanto, a quem diga que o aluno que não consegue alcançar resultados positivos, pode estar sofrendo com a metodologia que está sendo utilizada e deverá lutar por sua autossuperação, caso contrário ficará acometido de tais deficiências as quais, poderão lhe atrapalhar tanto em sua vida profissional, quanto em sua vida acadêmica.

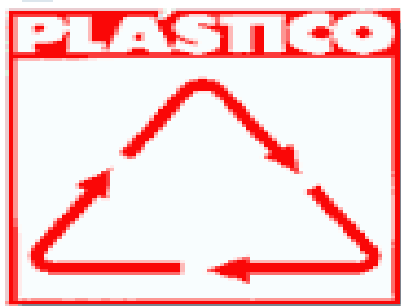
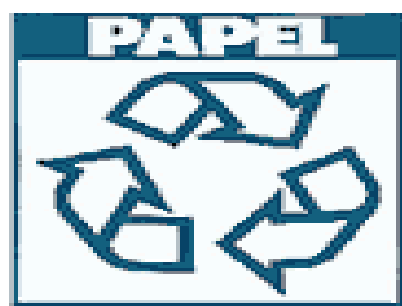
O caminho cultural em direção ao saber é o mesmo para todos os alunos, desde que se esforcem. Assim, os menos capazes devem lutar para superar as dificuldades e conquistar um lugar junto aos mais capazes. Caso não consigam, devem procurar um ensino mais profissionalizante. (GÓNGORA. 1985)

Ao realizar aulas com experimentos de física, intentamos obter dois aspectos: o de ensinar algo abstrato por intermédio de uma forma ativa, em que os alunos aprendem pela experiência e por meio de uma troca de experiências e o de utilizar materiais recicláveis na confecção dos itens do experimento de física. Desse modo, teremos auxiliado o desengessamento do processo de ensino-aprendizagem através do uso de uma metodologia de ensino baseada nas experimentações vivenciadas pelos alunos com



aulas práticas teóricas. Isso porque a realização de atividades científicas de forma investigativa colabora com os aprendizados sobre o assunto estudado.

Um dos motivos que nos levou a escolher trabalhar com a construção do pêndulo eletrostático é devido à carência de recursos didáticos no âmbito do ensino de Ciências Naturais. Além disso, desejávamos incentivar uma mudança na visão do profissional da área de ciências a cerca dos instrumentos utilizados para o ensino em sala de aula, a fim de aumentar a utilização de materiais de baixo custo, tais como garrafas pets, objetos recicláveis, utensílios de cozinha, matérias-primas encontradas em nossos quintais, e até elementos comprados em mercados tais como: vinagre, sal de cozinha, bicarbonato de sódio, agulha de costura pra confecção de bússola, ímã de alto-falante, Bombril, pó de ferro em serralherias, etc. Com essa autonomia, torna-se dispensável um laboratório de alto nível, ou um ambiente sofisticado, e além disso, ocorre a oportunidade de estreitar as relações educacionais entre o educador e seus estudantes, forjando assim um conhecimento mais solidificado através desses experimentos realizados em grupo.



Fonte: <http://meioambiente.culturamix.com/reciclagem/simbolos-da-reciclagem>

## 2. OBJETIVO

Utilizar o Pêndulo de indução eletromagnética como recurso didático em sala de aula, para fins de fixação e abordagem de temas associados ao Eletromagnetismo.

## 3. OBJETIVO ESPECIFICO

- Apresentar a construção e descrição do funcionamento do Pêndulo de indução eletromagnética;
- Discutir diversos assuntos relacionados ao eletromagnetismo que possam ser trabalhados conjuntamente com o experimento do Pêndulo de indução eletromagnética.

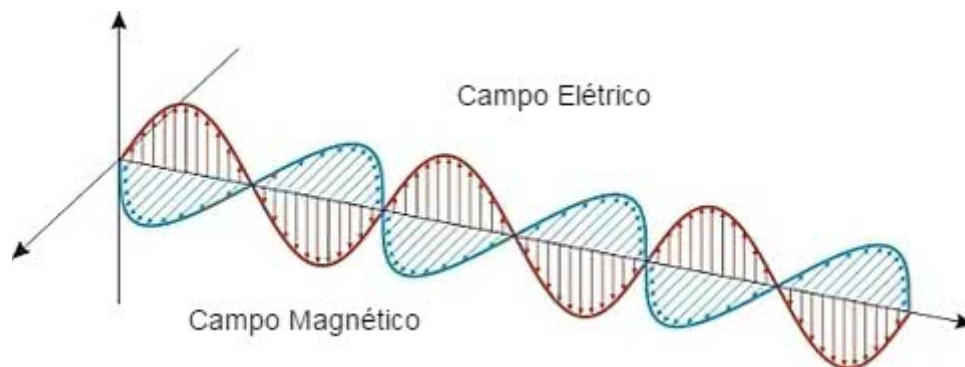
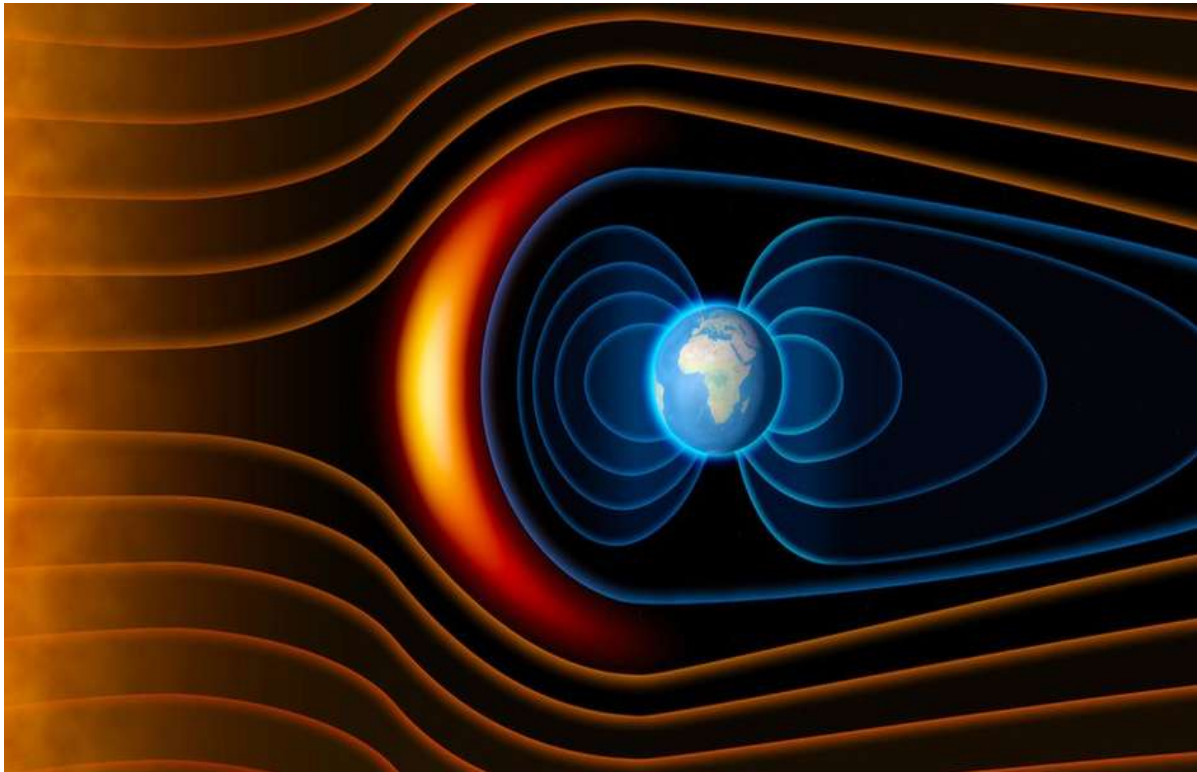


Figura 1. Fonte: <https://www.todamateria.com.br/forca-magnetica/>

*“O campo magnético nos protege de partículas do vento solar”*



**Figura 2**

*Foto: GettyImagens/BBCNewsBrasil(fonte:<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/o-campo-magnetico-da-terra-esta-se-comportando-de-maneira-imprevista-e-intrigando-cientistas,6f2360ff7aa407681ab5a87bb88f90c6w462kjuh.html>)*

#### **4. MARCO TEÓRICO**

O magnetismo é um nome oriundo da Grécia antiga, e de acordo com historiadores foi devido a um minério chamado “magnetita” e que era encontrado na cidade de Magnésia localizada na região de Tessália. A magnetita possui a propriedade de atrair objetos de ferro.

Para entendermos melhor o que é “magnetismo”, precisamos compreender o conceito de campo magnético, e para tal entendimento podemos nos ater ao campo do magnético terrestre, pois a Terra age como se fosse um imenso ímã. Sabemos que o seu formato geóide, levemente achatada nos polos é de onde partem as linhas de campo magnético imaginário as quais saem do polo norte magnético e entram no polo sul

magnético. O polo norte geográfico está próximo ao polo sul magnético, enquanto que o polo sul geográfico está próximo ao polo norte magnético.

O campo magnético da Terra atua sobre algumas formas de vida em diversos biomas ajudando esses seres no processo migratório. Alguns animais agem como se estivessem orientados por GPS. Esse campo magnético terrestre serve como um escudo defletor de partículas carregadas, e tais partículas chegam aqui na atmosfera com velocidades altíssimas, devido a explosões solares as quais forçam a massa coronal a expelir parte do gás hélio queimado em forma de radiação iônica. Esse fenômeno também é chamado de vento solar e, em sua maioria, são responsáveis por interferências em satélites artificiais que orbitam a Terra.

Ímãs naturais são encontrados na natureza e tem em sua composição (óxido de ferro) sendo chamados de magnetita, já os ímãs artificiais são feitos pelo homem com materiais que assumem as propriedades de um ímã e que geralmente são fabricados para que tenham força de atração muito superior aos naturais, ambos exercem atração magnética sobre objetos que tenha ferro em sua confecção e repulsão de outros ímãs ferromagnéticos ou não, (quando polos idênticos se encontram). Geralmente possuem dois polos, os quais atraem para si tanto ferro, quanto limalha de ferro. Existem em diferentes formatos e quando um ímã é quebrado, os pedaços originam outros ímãs idênticos.

O conceito de campo magnético foi forjado por Faraday, quando ele observou a formação de linhas de campo quando limalhas de ferro eram espalhadas sobre uma folha de papel e atraída pelos polos do ímã. Faraday sugeriu que fossem campos magnéticos, que só eram visíveis ao olho humano através desse experimento, que para a época já era algo a frente de seu tempo. Em 1831, Faraday descobre o fenômeno de indução eletromagnética, ao mesmo tempo que Joseph Henry, entretanto, Henry não conseguiu publicá-lo a tempo, perdendo assim o pioneirismo da descoberta.

Apresentamos abaixo a equação da força elétrica atuada em uma carga elétrica localizada em um campo magnético:

$$\vec{F}_{mag} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Fonte: <http://patriciaoliboni.blogspot.com/2012/>.

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$$

F: força magnética;

$|q|$ : módulo da carga ( $e^-$ )

$v$ : velocidade em que a carga elétrica se desloca em relação ao campo

$B$ : campo magnético;

seno  $\theta$ : ângulo formado pelos vetores de velocidade e o de campo magnético;

11

A regra da mão direita e a regra da mão esquerda relacionam os parâmetros força magnética, campo magnético e velocidade sendo usadas para encontrar o sentido da força magnética e a direção.

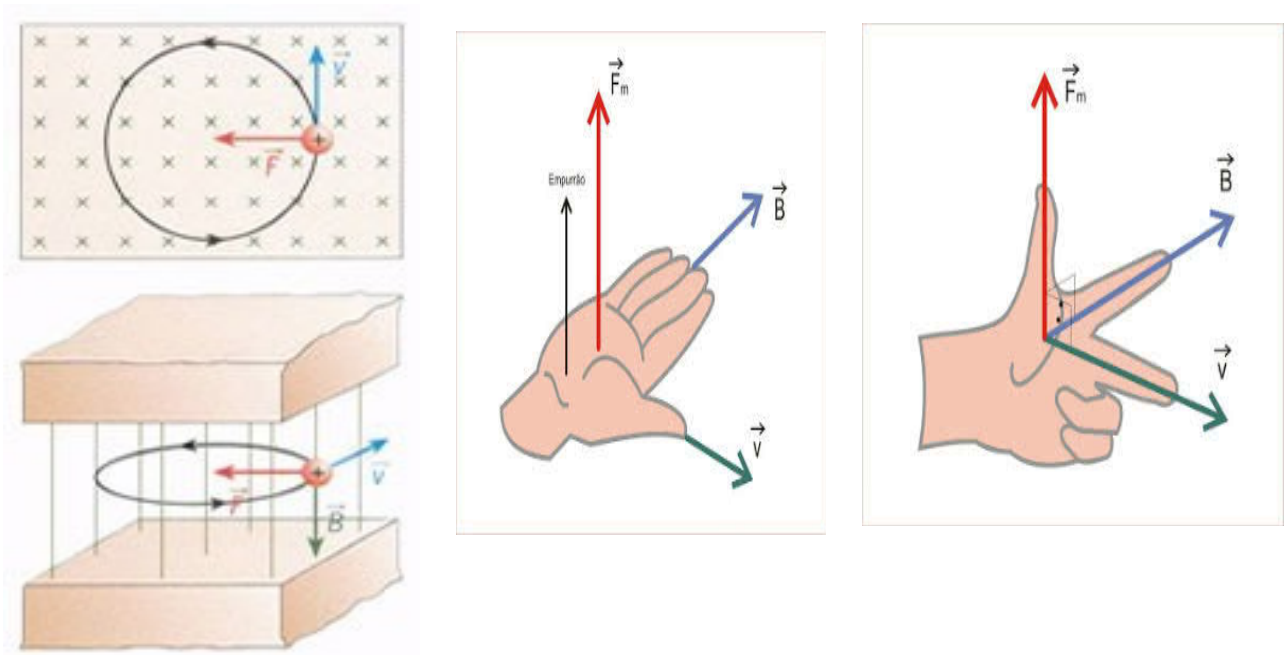
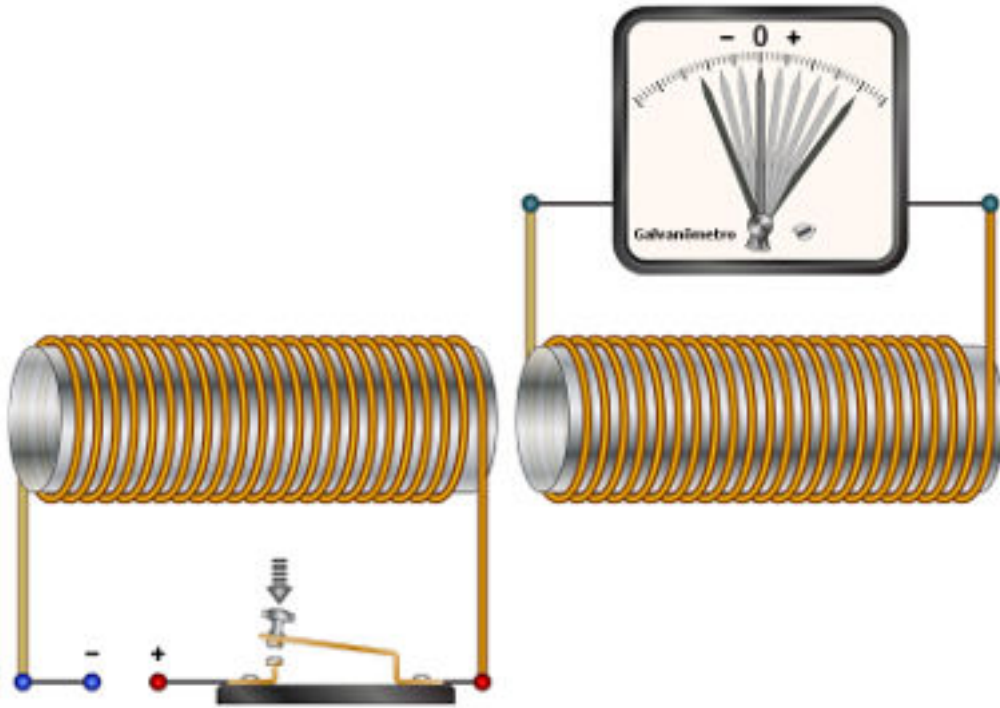


Figura 3 Fonte: <https://www.todamateria.com.br/forca-magnetica/>

## 4.1 EXPERIMENTO DE FARADAY



fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/eletromagnetismo.htm>

Com este experimento, Faraday concluiu que, quando a corrente elétrica variava de intensidade na primeira bobina, produzia um campo magnético que induzia uma corrente na segunda bobina, constatando assim o processo de indução eletromagnética por variação do campo. Esse fenômeno é conhecido como a Lei de Faraday.

## 4.2 A LEI DE LENZ

A lei de Lenz indica o sentido da corrente induzida (segunda espira) de acordo com a variação da corrente na primeira espira, veja figura 4.

Ela existe de tal forma, que tende a contrariar o movimento que a criou. (forças de atração e repulsão, gerando um corrente  $i$ , que varia na direção do fluxo magnético, além de alterar o sentido da corrente)

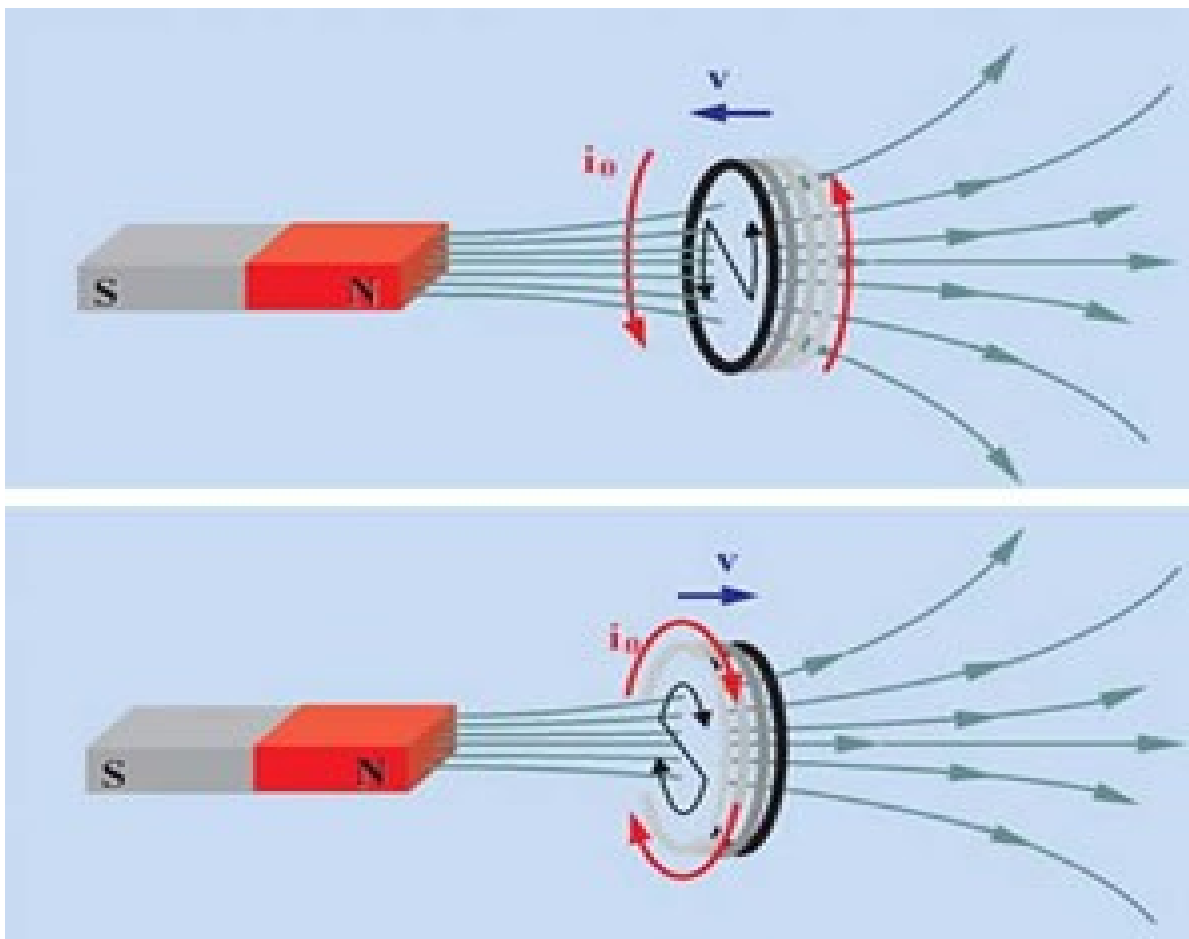


Figura 4

Fonte: SANTOS, Marco Aurélio da Silva. "A Lei de Lenz"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-lei-lenz.htm>>

### 4.3 LINHAS DE CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA

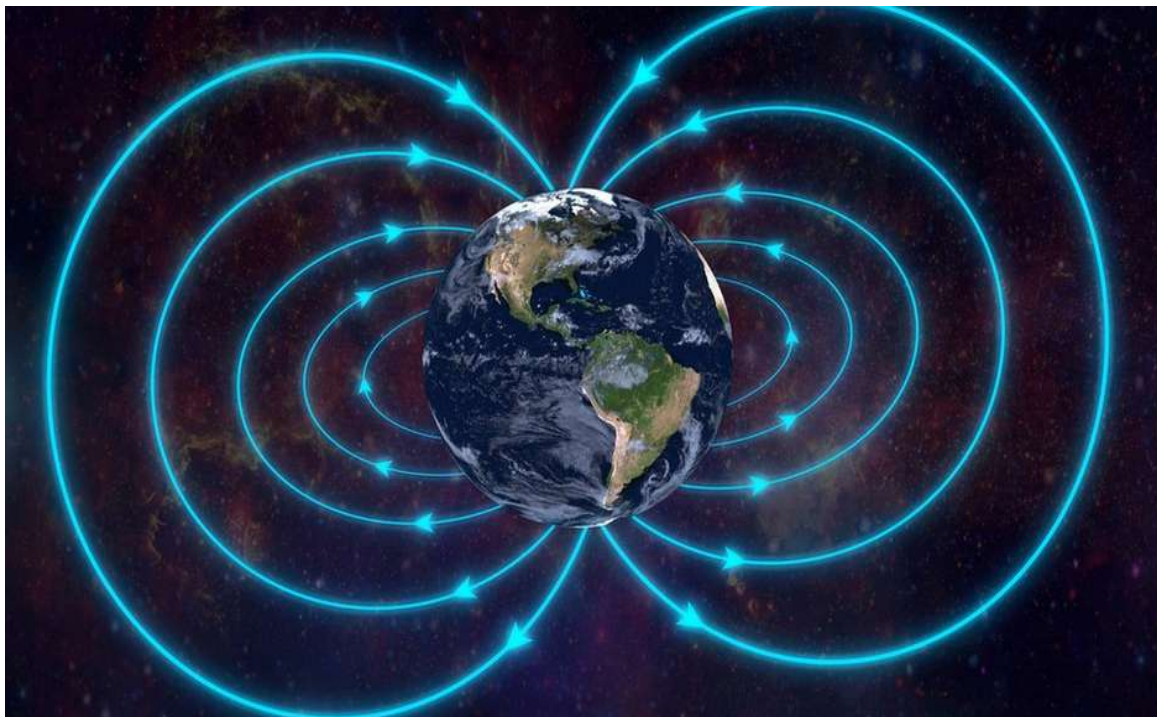


Figura 5

Foto: Getty Images / BBC News Brasil (fonte: [https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/o-campo-magnetico-da-terra-esta-se-comportando-de-maneira-imprevista-e-intrigando-cientistas\\_6f2360ff7aa407681ab5a87bb88f90c6w462kjuh.html](https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/o-campo-magnetico-da-terra-esta-se-comportando-de-maneira-imprevista-e-intrigando-cientistas_6f2360ff7aa407681ab5a87bb88f90c6w462kjuh.html))

Esse escudo invisível feito pelo campo magnético da Terra, impede que sejamos atingidos por radiações altamente perigosas, e quando essas ondas chegam até a nossa atmosfera reage com os gases inertes dando origem a Aurora Boreal e a Aurora Austral que são fenômenos que só existem próximo aos polos.

### 4.4 PESQUISADORES E INVENTORES PRECURSORES DO ELETROMAGNETISMO

Neste trabalho investigativo ressalto a importância de trazer um pouco de conhecimento ao ensino de Ciências Naturais, através de experimentos físicos os quais não existiriam sem os resultados das pesquisas dos grandes celebres estudiosos, cujo trabalho e empenho impulsionou o avanço tecnológico mundial. Embora tenhamos várias teorias e vários experimentos no campo eletromagnético, podemos afirmar que vários estudiosos contribuíram para formulação de leis e de princípios os quais deram origem a muitos objetos e utensílios modernos e contemporâneos, tais como o rádio de galena, a



lâmpada incandescente, geradores, válvulas, transistores e até mesmo a energia elétrica que usamos para iluminar nossas casas.

**James C. Maxwell** (1831-1879), desenvolveu equações fundamentais para desenvolvimento do estudo do eletromagnetismo e a sua relação com a energia elétrica e magnética. De forma que ficou evidente, seu trabalho sobre eletromagnetismo e luz ajudaria a forjar novos conhecimentos, e com isso o surgimento do primeiro rádio transmissor, além do desenvolvimento do aparelho de radar, do aparelho de micro-ondas e etc.

**André Marie Ampère** (1775-1836) cientista francês, desenvolveu um estudo científico em eletromagnetismo no qual logrou êxito ao analisar a relação existente entre energia elétrica e magnetismo. Em seu trabalho, ele propunha que o efeito magnético do ímã era de carácter molecular. A sua contribuição para a ciência moderna foi tão grande que foi homenageado postumamente, ao colocarem o nome de ampere (A) para a intensidade de uma corrente elétrica.

**Michael Faraday** (1791-1867) cientista Físico-Químico inglês, desenvolveu o primeiro protótipo de um motor elétrico e defendeu a origem da energia elétrica através da oscilação de um campo magnético, foi aclamado como o pai do motor elétrico e do gerador magnético, descobrindo assim em 1831 o princípio da indução eletromagnética. Além disso, desenvolveu um modelo de uma pilha voltaica, também criou as leis da eletrólise, o que ajudou muito no ramo da química e da metalurgia, pois disso surgiriam os termos: eletrodo, anodo e catodo. Mais tarde veio a se tornar conhecido na sociedade científica como o formulador das “Leis da eletrólise de Faraday”. E em sua homenagem foi criado também o Farad (F) que serve como unidade de capacitância.

**Nikola Tesla** (1856-1943) cientista Físico Matemático nascido em um vilarejo na região governada pela Áustria (pré 1891), estudou Matemática e Física no Instituto Politécnico de Graz e Filosofia na Universidade de Praga. Foi pesquisador na companhia de Thomas Edison nos EUA, o qual tornou-se rival por divergências a respeito da utilização da corrente alternada (AC), em vez da corrente contínua (DC) que era defendida por Edison, o inventor da lâmpada. Tesla deixou um imenso legado com cerca de 700 invenções. Dentre essas, desenvolveu o alternador, o motor elétrico, etc.

**Joseph Henry** (1797-1878) cientista e físico estadunidense, desenvolveu relés que dariam origem ao futuro telégrafo que seria desenvolvido mais tarde por Morse e Wheatstone, usando pulsos elétricos interrompidos por chaveamento de relés, o que facilitaria a comunicação através de fios ligando assim o oeste e leste dos EUA. Pesquisou e descobriu em meados de 1830, o processo de indução eletromagnética. Henry fazia experimentos com eletroímãs utilizando corrente elétrica e pesquisas baseadas no funcionamento de um motor elétrico, quando descobriu que uma perturbação e variação de um campo magnético produzia microvoltagem, contudo, demorou a expor a descoberta, ficando, desse modo, a sombra de Faraday. Em 1832 começou a lecionar como Professor de Física no **College of New Jersey**, antes de se tornar professor da Universidade de Princeton no estado americano de Nova Jersey, lecionou na Academia de Albany, além de se tornar o primeiro diretor de uma Entidade conhecida como Instituto Smitsoniano. Após anos de estudos e contribuição ao desenvolvimento tecnológico da ciência, recebeu uma homenagem pós-morte pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), como sendo a unidade de indutância batizada como henry (H).

Nas aplicações tradicionais, como em motores, geradores e transformadores, os materiais magnéticos são utilizados em três categorias principais: como ímãs permanentes – que têm a propriedade de criar um campo magnético constante – e como materiais magnéticos duros (ou permeáveis), que são magnetizados e desmagnetizados com facilidade e produzem um campo magnético muito maior ao que seria criado apenas por uma corrente enrolada na forma de espira. Sobre a terceira grande categoria de aplicação, a chamada gravação magnética, vale a pena se estender um pouco mais, pois ela adquiriu grande importância nas últimas décadas. Essa aplicação é baseada na propriedade que o cabeçote de gravação tem de gerar um campo magnético em resposta a uma corrente elétrica. Com esse campo, é possível alterar o estado de magnetização de um meio magnético próximo, o que possibilita armazenar nele a informação contida no sinal elétrico. (KNOBEL,2005)

<http://cienciahoje.org.br/artigo/aplicacoes-do-magnetismo/>

Marcelo Knobel, Instituto de Física Gleb Wataghin  
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

O Sistema Internacional de Unidades de medidas(SI) foi criado em 1960 em uma Conferencia de Pesos e Medidas, com o intuito de facilitar o uso de diversas medidas que não eram padronizadas em todo o Globo, desta forma batizou-se algumas Unidades de medidas com o nome de cientistas e pesquisadores da época em que foram descobertas, imortalizando-os para sempre na Sociedade Cientifica e na história da humanidade.

**Tabela Oficial do Sistema Internacional de Unidades (SI)**

Grandeza	Unidade	Símbolo	Dimensional analítica	Dimensional sintética
Ângulo plano	radiano	rad	1	m/m
Ângulo sólido	esferorradiano <sup>1</sup>	sr	1	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Atividade catalítica	katal	kat	mol/s	---
Atividade radioativa	becquerel	Bq	1/s	---
Capacitância	farad	F	A <sup>2</sup> ·s <sup>2</sup> ·s <sup>2</sup> /(kg·m <sup>2</sup> )	A·s/V
Carga elétrica	coulomb	C	A·s	---
Condutância	siemens	S	A <sup>2</sup> ·s <sup>3</sup> /(kg·m <sup>2</sup> )	A/V
Dose absorvida	gray	Gy	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	J/kg
Dose equivalente	sievert	Sv	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	J/kg
Energia	joule	J	kg·m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	N·m
Fluxo luminoso	lúmen	lm	cd	cd·sr
Fluxo magnético	weber	Wb	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>2</sup> ·A)	V·s
Força	newton	N	kg·m/s <sup>2</sup>	---
Frequência	hertz	Hz	1/s	---
Indutância	henry	H	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>2</sup> ·A <sup>2</sup> )	Wb/A
Intensidade de campo magnético	tesla	T	kg/(s <sup>2</sup> ·A)	Wb/m <sup>2</sup>
Luminosidade	lux	lx	cd/m <sup>2</sup>	lm/m <sup>2</sup>
Potência	watt	W	kg·m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	J/s
Pressão	pascal	Pa	kg/(m·s <sup>2</sup> )	N/m <sup>2</sup>
Resistência elétrica	ohm	Ω	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>3</sup> ·A <sup>2</sup> )	V/A
Temperatura em Celsius	grau Celsius	°C	---	---
Tensão elétrica	volt	V	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>3</sup> ·A)	W/A

Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades)

## 5. CONSTRUÇÃO DO PÊNDULO ELETROMAGNÉTICO

### 5.1 OBJETIVOS

Pretendemos nesse trabalho, construir um pêndulo eletromagnético, e, através dele, introduzir a relação física que existe acerca da corrente elétrica e o campo magnético, usando para a sua confecção, materiais recicláveis para facilitar a sua construção tendo em vista a fácil aquisição em sucatas de computadores, sobras de construção civil, móveis em MDF, fios esmaltados de motores elétricos etc. De posse do experimento, é possível introduzir temas e fórmulas que serão associadas ao estudo de eletromagnetismo, tais como: a lei da indução eletromagnética, a lei de Lenz, que em conjunto com outras leis deram origem a Lei de Faraday-Neumann-Lenz, a lei de Ampere, as equações de Maxwell, a regra da mão direita para identificar a direção e o sentido do campo.

### 5.2 LISTA DE MATERIAIS

- a) Uma pequena tábua de MDF, com aproximadamente 12 x 2 x 30 cm
- b) Um grampo de telha galvanizada de 30 cm;
- c) Porcas rosqueadas;
- d) Um saquítel para colocar o ímã de neodímio;
- e) Um ímã de neodímio potente ou de HD de computador;
- f) Dois pedaços de cano de esgoto PVC 100 mm com largura média de 6 cm cada;
- g) Fio esmaltado de bitola fina 22 awg em torno de 3 m;
- h) Fio esmaltado 2,5 mm encapado aproximadamente 3 a 4 metros;
- i) Parafusos de preferência de madeira e cromados,
- j) Linha de nylon ou barbante aproximadamente 30 cm;
- k) Um multímetro ou medidor de voltagem;
- l) Um galvanômetro sensível ou LED colorido;



### 5.3 LISTA DE FERRAMENTAS

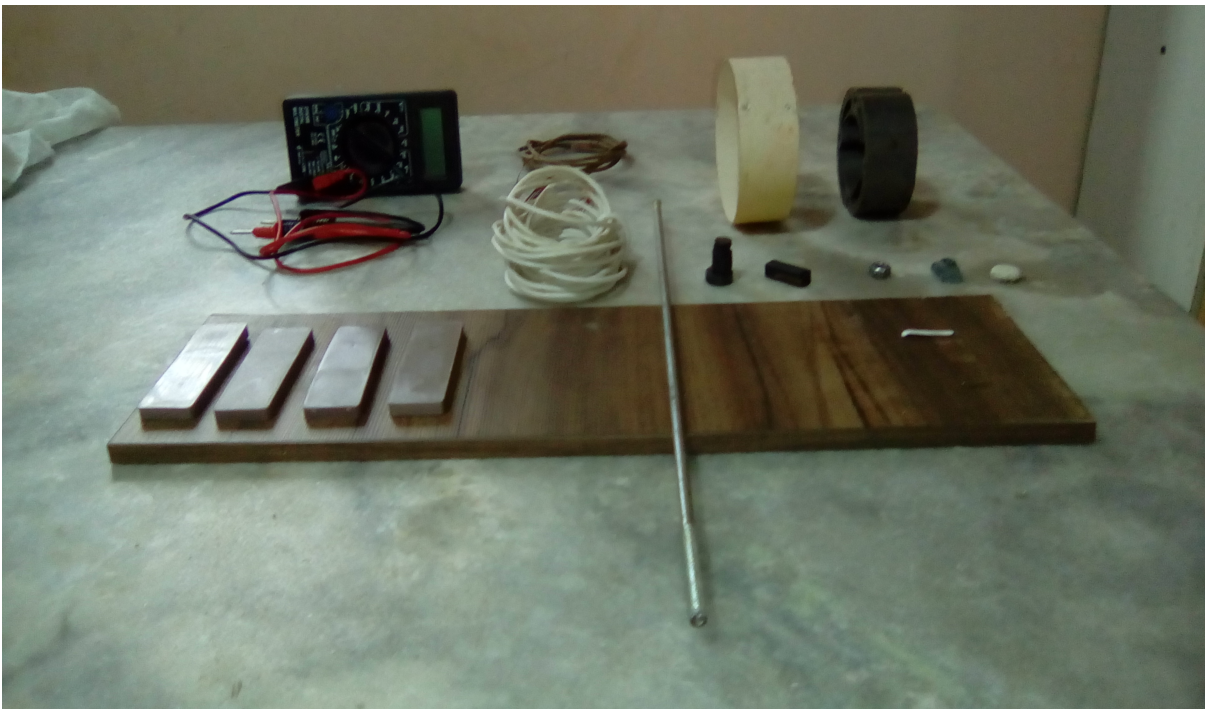
- a) Uma régua de aproximadamente 30 cm;
- b) Uma lixa para acabamento de nº 220;
- c) Alicates Universal, alicate de bico, chaves de fenda e Philips;
- d) Furadeira ou arco de pua;

### 5.4 MONTAGEM DO PÊNDULO ELETROMAGNÉTICO

Como montar o artefato para que este fique funcional e pedagógico? Para isto seguiremos certos passos a risca, pois este experimento é algo simples, mas nunca devemos nos esquecer de que mesmo as coisas simples têm seu valor, tanto para quem o confecciona, quanto para quem interage. E na construção do experimento, lembramos a importância e necessidade em seguir normas de segurança, e se for realizá-lo em sala de aula, pode-se optar por levá-lo pré-montado em forma de kits. Isso reduz os riscos ao manusear ferramentas ou mesmo itens de sucata. Apresentaremos abaixo o passo a passo:

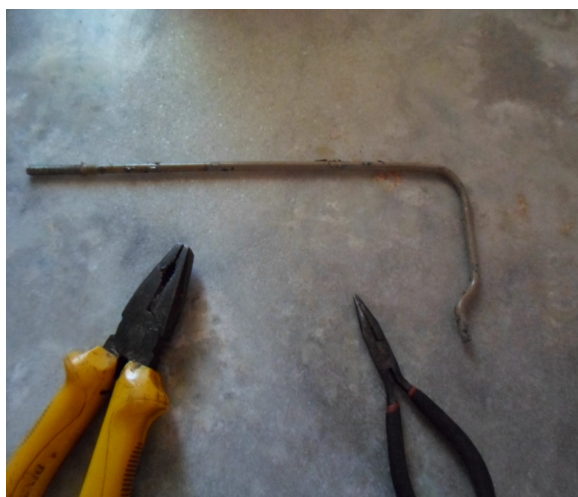
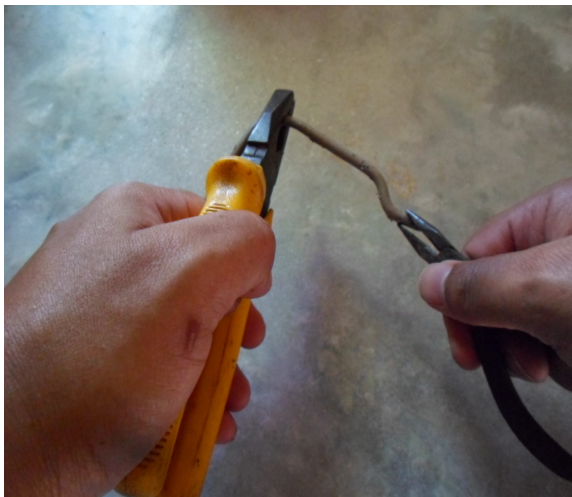
### 1º passo:

Pegar a pequena tábua de MDF e medi-la a fim de que ao cortá-la, os pedaços fiquem com as medidas descritas e compatíveis com o experimento. Para isto usaremos uma régua ou trena, marcaremos com um lápis as dimensões antes de serrar com uma serra tico-tico ou arco de serra manual (é claro que se um professor for fabricá-lo em sala de aula será mais coerente e seguro levar as ferramentas corretas e as manusear com cuidado, ou se preferir, leve todas as partes como um kit).



Observe as dimensões 20 x 2 x 30 cm, após cortar a tábua nas dimensões pré marcadas, usar a lixa 220 para acabamentos das arestas. Após serrar, meça uma distância de 8 cm da borda até o centro da tábua em uma das laterais de 20 cm, então ali faça com uma furadeira ou arco de pua um furo para o grampo de telha seja rosqueado.

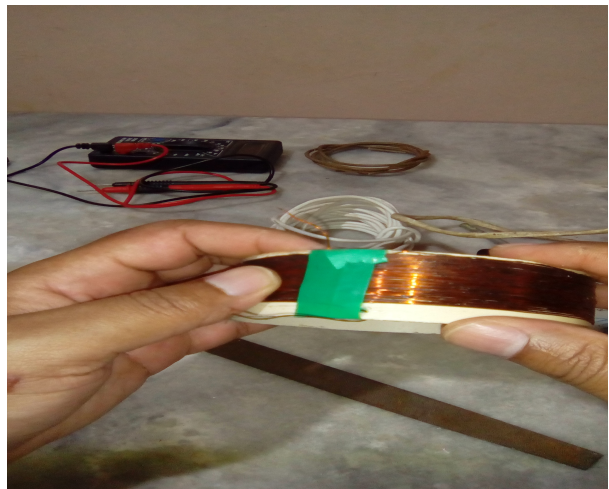
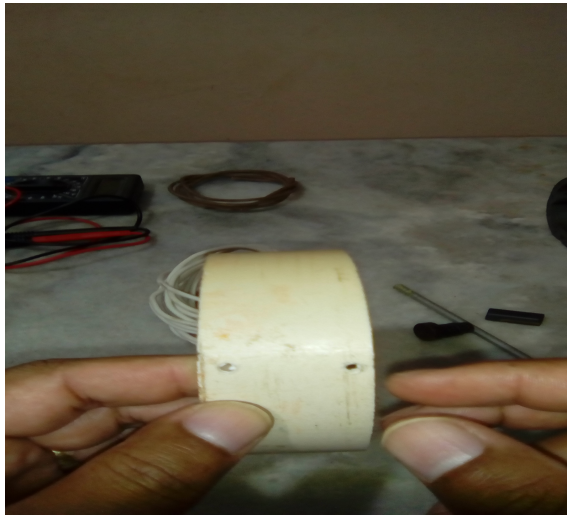
## 2º Passo:



Com o auxílio de um alicate universal e de um alicate de bico, torcer o grampo moldando assim uma haste em forma de L, cuja ponta fique com uma pequena saliência a qual será amarrada ao saquigel com o ímã de neodímio. A outra extremidade, parte rosqueada, estará livre para rosqueá-la com a porca na madeira.



**3º passo:**



Pegar um pedaço de cano de PVC de 100 mm e, com o auxílio do arco de serra, marcar e serrar duas peças com aproximadamente 6 cm de largura, as quais servem para enrolar duas bobinas com fios de 2,5 mm e 22 AWG usando as pernas de fio de 3 e 4 m lembrando que quanto mais voltas forem feitas, maior será a voltagem induzida.





Utilizar uma fita adesiva ou um enforca gato para prender as espiras, a fim de facilitar o processo de enrolamento.

A segunda bobina será de núcleo de ar, porém em uma peça de metal, usada pra enrolar bobinas de campo.



#### 4º passo:

Ligar o multímetro ou galvanômetro as pontas dos fios para verificar o valor da voltagem e/ou corrente induzida provocada pelo movimento pendular do ímã sobre a bobina de fio 2,5 mm.



#### 5º Passo:

Anotar os dados obtidos com no mínimo três bobinas com quantidades de voltas diferentes, lembrando do referencial teórico e da relação existente entre os conceitos físicos e o experimento.



## 5.5 KIT PRÉ-MONTADO DO PÊNDBULO MAGNÉTICO



## 6. APLICAÇÕES DO EXPERIMENTO

Primeiramente é necessário introduzir aos estudantes os conceitos fundamentais relacionados aos temas de eletromagnetismo, tais como corrente elétrica, lei de indução de Faraday, Lei de Lenz e etc.

Em seguida, o professor criará grupos para trabalhar com o experimento do pêndulo de indução eletromagnética. Na realização do experimento, vários aspectos deverão ser assimilados pelos estudantes e ressaltados pelo professor, tais como:

- 1) perceber a existência de um campo eletromagnético,
- 2) mostrar o que acontece quando este campo sofre variações, a qual pode induzir uma corrente elétrica,
- 3) perceber a indução de uma corrente alternada nas espiras, e entenderem a conexão com a teoria da indução eletromagnética de Faraday,
- 4) compreender a dependência entre voltagem e quantidade de voltas,
- 5) explicar o motivo das diferenças na voltagem quando usado um núcleo metálico ou núcleo de ar,
- 6) aprender a manipular um multímetro digital, tal como o voltímetro e o amperímetro,
- 7) desenvolver o senso crítico e científico dos estudantes devido ao manejo de dados quantitativos advindos do multímetro,
- 8) buscar conectar a abordagem conceitual e experimental desses temas de eletromagnetismo de forma clara e objetiva visando uma aprendizagem significativa.

Ao final do experimento, espera-se que os estudantes consigam realizar reflexões embasadas a respeito dos aprendizados, respostas do questionário (ver próxima subseção) e uma pequena redação de suas atividades.

## 7. QUESTIONÁRIO DE ESTUDO DIRIGIDO

O questionário abaixo pode ser aplicado aos estudantes no final do experimento ou em forma de indagações realizadas pelo professor.

1) O que é uma espira?

Resposta: É um circuito elétrico em forma circular ou quadrada ao qual se pode induzir corrente elétrica, produzir campo magnético e gerar energia mecânica.

2) O que é um fluxo magnético em uma espira?

Resposta: O fluxo magnético pode ser definido como uma medida da quantidade de campo magnético que atravessa a área de uma espira.

3) O que acontece se um campo magnético variar no espaço dentro da espira?

Resposta: Ocorre uma variação do fluxo magnético na espira. Isso gera uma indução eletromagnética (veja pergunta 5) e conseqüentemente o surgimento de uma corrente elétrica na espira.

4) Como podemos obter uma voltagem em uma espira?

Resposta: Variando o fluxo magnético na espira. Isso pode ser feito, por exemplo, através do movimento alternado do ímã entrando e saindo da espira, alterando o campo magnético e induzindo a voltagem.

5) O que é a indução eletromagnética?

Resposta: É o processo de geração de um campo elétrico devido a variação do campo magnético. Se isso ocorrer dentro de uma espira é gerado uma corrente elétrica na espira.

6) Quem descobriu o fenômeno da indução eletromagnética? E quando?

Resposta: Em 1831, Michael Faraday descobre o fenômeno de indução eletromagnética, ao mesmo tempo em que Joseph Henry, apesar desse não tê-lo publicado a tempo.

7) Como os geradores usam a indução eletromagnética para obter energia?

Resposta: Nos geradores ou dínamos há um núcleo de ferro com um fio enrolado formando espiras e envolto em ímã. Este núcleo gira movido por alguma energia mecânica. Isso alterna o fluxo magnético nas espiras, o que gera corrente alternada. Com isso há transformação de energia mecânica em energia elétrica.

8) O que é a lei de Lenz?

Resposta: Consiste em um modo de obter o sentido da corrente elétrica em uma espira, a partir da movimentação (entrando ou saindo) do polo de um ímã.

9) Se alternarmos o movimento de um ímã próximo de uma espira, a voltagem ficará alternando em positiva e negativa. Explique o motivo.

Resposta: Ao alternar o movimento de um ímã, alterna o fluxo magnético na espira, o que alterna a voltagem induzida na espira.

## 8. CONCLUSÃO

Nesse trabalho, apresentamos a construção e aplicações do experimento do pêndulo de indução eletromagnética. Esse experimento é usado como um recurso didático para facilitar o ensino de temas do eletromagnetismo, basicamente a lei da indução de Faraday. Após a exposição das etapas desse experimento (desde a construção até as reflexões finais), percebe-se a importância de um simples experimento de física, que pode servir também como método avaliativo, substituindo assim, uma avaliação convencional.

O professor construtivista não acredita no ensino, em seu sentido convencional ou tradicional, pois não acredita que um conhecimento (conteúdo) e uma condição prévia de conhecimento (estrutura) possam transitar, por força do ensino, da cabeça do professor para a cabeça do aluno(...). Ele acredita que tudo o que o aluno construiu até hoje em sua vida serve de patamar para continuar a construir e que alguma porta se abrirá para o novo conhecimento – é só questão de descobri-la; ele descobre isso por construção. (...) Professor e aluno determinam-se mutuamente. (BECKER, 2001, p.24)

Por intermédio do professor, o qual mediará o conhecimento, os alunos alcançarão êxito ao descobrirem a relação entre o experimento e seus conhecimentos anteriores a sala de aula, contudo só será de grande serventia se o professor, antes e após o experimento, desenvolver a teoria que existe por detrás do experimento, ou seja, separar os conceitos de acordo com o propósito educacional, por exemplo: se desejar tratar sobre gravidade, ou se desejar relacionar as leis de Newton, além do estudo na área de atuação eletromagnética.

## 9. BIBLIOGRAFIA

HEWITT, P. G, **Física Conceitual**. 9a Edição. Porto Alegre: Bookman, 2002.

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio, **Física Ensino Médio**, Volume 3 – 1a Ed. São Paulo: Scipione, 2006.

FORÇA MAGNÉTICA, Disponível em <https://www.todamateria.com.br/forca-magnetica/>. Acesso maio de 2019.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. “**A Lei de Lenz**”. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-lei-lenz.htm>. Acesso maio de 2019.

**Enciclopédia da Ciência**. Editora Globo, 1996.

Millar, D. et al. **The Cambridge Dictionary of Scientists**. Cambridge University Press, 1996. Disponível em [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades). Acesso maio de 2019.

Práxis Educativa. Ponta Grossa, PR. v. 1, n. 2, p. 77 – 86, jul.-dez. 2006 . Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/eletromagnetismo.htm>. Acesso maio de 2019.