

## Anexo I – Produto Educacional



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Sociedade Brasileira de Física

Produto Educacional

### UMA ABORDAGEM DOS CONCEITOS DE MAGNETISMO E INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO

Autores

Jackson Ricardo Marcelino Braz

Dr. José Luís Boldo

Dra. Renata Lacerda Caldas

Campos dos Goytacazes/RJ  
2019/2

Caro professor,

Durante a carreira da docência somos surpreendidos diversas vezes com situações em que precisamos repensar a forma de trabalho atual, pois a mesma já não gera os mesmos resultados de tempos atrás. Afinal, nós mudamos, nossos alunos também mudam todos os anos, assim como a realidades em que vivemos.

Diante disso, o objetivo deste produto é apresentar uma alternativa para o ensino de conceitos de magnetismo e indução eletromagnética em nível médio, utilizando de um método de ensino diferenciado, embasado em teorias de aprendizagens consolidadas.

Este material conta com o passo a passo para praticar a proposta, desde impressos para reprodução, orientações para prática dos métodos e confecção da maquete e experimentos.

Aproveitando a oportunidade, convido-o também a ler a dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física, que deu origem a este produto.

Desejo-lhe uma ótima experiência!

### Apresentação do Material

Este material constitui uma proposta didática para trabalhar os temas de magnetismo e indução eletromagnética, nas aulas de física da terceira série do Ensino Médio.

Os conteúdos aqui abordados foram adaptados à Base Curricular Comum do estado do Espírito Santo. Para desenvolver este trabalho, utilizamos o método de ensino Estudo de Caso (QUEIROZ, 2015), norteado pela teoria de aprendizagem de Vygotsky, apoiado por uma maquete da cidade em questão, e experimentos de baixo custo, objetivando proporcionar interação entre os alunos e o meio onde vivem, sempre com a mediação do professor.

Com isso, pretende-se trazer conteúdos de Física para mais próximo do aluno, mais precisamente, inserir o conhecimento científico no seu cotidiano, desenvolvendo habilidades e competências para o exercício da cidadania de forma crítica e responsável.

O roteiro para confecção do material de aula e aplicação deste produto está descrito na próxima seção.

## Maquete

A narrativa do Estudo de Caso se passa na cidade da escola de aplicação do produto, porém, com o objetivo de aumentar a interação dos estudantes com a situação proposta, foi desenvolvida uma maquete com alguns estabelecimentos importantes para a exemplificação do conteúdo de física abordado. Além disso, a maquete simula o problema de queda de energia abordado no Estudo de Caso.



Alguns dos estabelecimentos representados na maquete estão relacionados a experimentos, dentro do produto, em que os fenômenos físicos demonstrados são alusivos ao funcionamento de algum equipamento característico. A lista abaixo elenca os conceitos físicos e seus experimentos, com os estabelecimentos e seus respectivos equipamentos de referência:

- Eletroimã, aplicado na Indústria Metalúrgica, em guindastes, para realizar içamento de cargas ferromagnéticas. Tem o objetivo de mostrar a aplicação do campo magnético induzido por corrente.
- Motor elétrico, aplicado na maquete, no shopping, fábrica de sorvetes e escola, para fins de climatização e refrigeração. Tem o objetivo de mostrar a aplicação da força magnética.

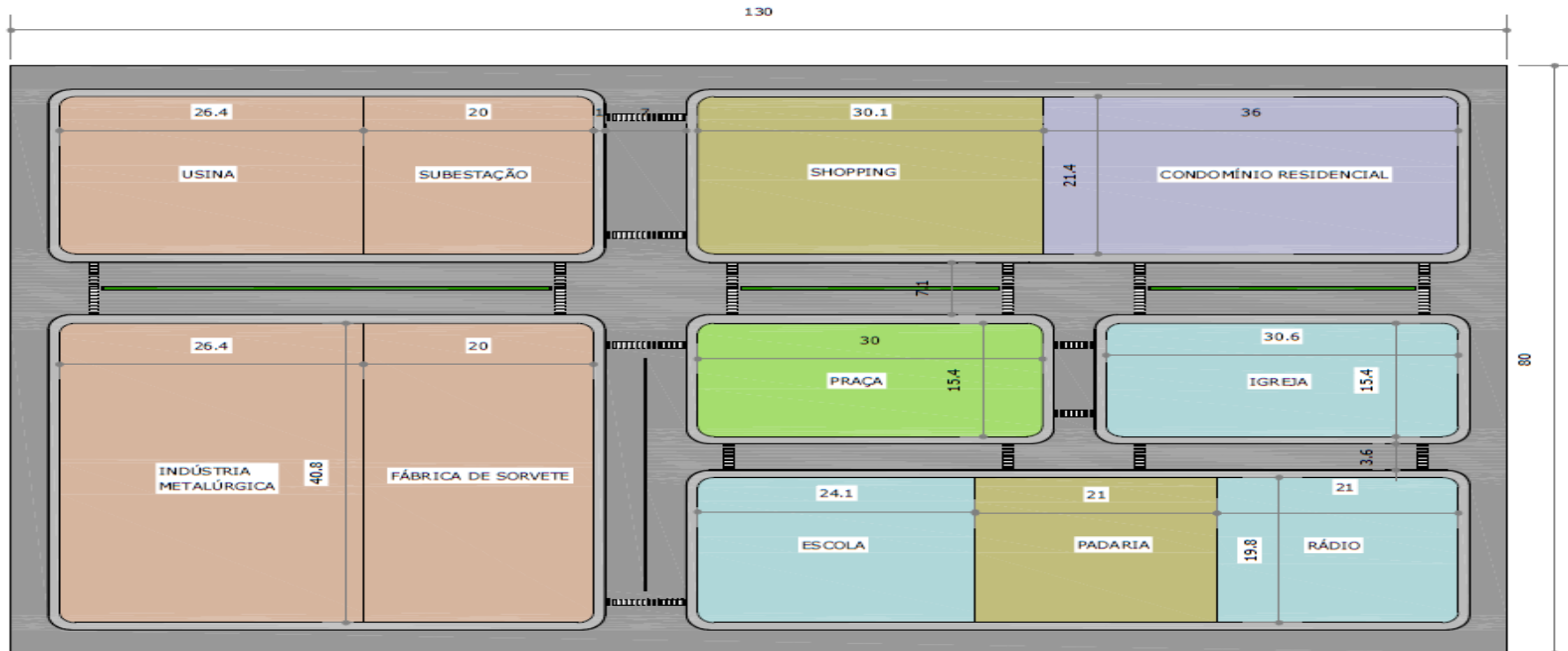
- Gerador elétrico, empregado na usina de energia eólica, mostra a aplicação do campo magnético variável gerando corrente elétrica induzida.
- Anel Saltante, aplicado no estabelecimento igreja, tem como finalidade mostrar a atuação da Lei de Lenz. Este experimento tem funcionamento similar ao dos alto falantes de um sistema de som<sup>6</sup>.
- Transformador, é utilizado na subestação de energia elétrica com o intuito de modular a tensão e a corrente, recebidas da usina de geração, de forma que possa ser utilizada pelos diversos estabelecimentos da cidade.
- Forno de indução, aplicado nos fornos da padaria e exemplifica como as correntes de Foucault podem ser usadas para o aquecimento.








Além dos estabelecimentos listados acima, a maquete também conta com um condomínio residencial e praça pública, que entrarão na discussão do Estudo de Caso no momento de fazer proposições de como resolver o problema de falta de energia elétrica na cidade.

---

<sup>6</sup> O Alto falante possui uma membrana presa a uma bobina móvel, que ao ser percorrida por corrente alternada produz campo magnético variável, atraindo ou repelindo a bobina em direção a um ímã fixo. Este movimento deforma a membrana, que por sua vez desloca o ar produzindo ondas sonoras.

Confecção da maquete



- |   |  |   |
|---|--|---|
|  CALÇADA                             |  ATIVIDADES INDUSTRIAIS |  ATIVIDADES RESIDENCIAIS |
|  RUA                                 |  ATIVIDADES COMERCIAIS  |   |
|  ESPAÇO LIVRE DE USO PÚBLICO (PRAÇA) |  ATIVIDADES DE SERVIÇO  |   |

PLANTA MAQUETE

ESCALA 1/ 100

A planta mostrada na página anterior foi utilizada como base para a construção da maquete empregada neste trabalho, os materiais foram adquiridos de forma colaborativa, apresentando a lista para os alunos e verificando possibilidades contribuição de materiais que eles possuíam em casa sem uso, ou de baixo custo de aquisição. A tabela abaixo relaciona materiais e quantidades necessárias para a confecção da maquete, e uma estimativa de valores baseada em orçamento feito na cidade em setembro de 2018, caso seja necessária a compra de algum insumo.

TABELA DE VALORES E MATERIAIS PARA A CONFECÇÃO DA MAQUETE			
Quantidade	Material	Emprego	Valor(R\$)
01	Placa de isopor 80x130x3cm	Base da maquete	7,00
01	Folha de papelão "Paraná" 1,5mm	Paredes das construções	5,80
02	Folha de papel cenário cor pardo	Forrar o isopor	2,30
01	Folha de cartolina preta	Representar o asfalto das ruas e avenidas	2,00
02	Folha de papel ondulado	Telhados das construções	8,00
40	Palitos de churrasco	Postes e estrutura da turbina eólica	2,50
01	Rolo de linha de costura preta	Amarração dos postes	1,30
20	Led 5mm alto brilho branco	Iluminação geral	3,00
04	Led 5mm alto brilho amarelo	Iluminação praça	0,60
01	Ventilador 12V	Turbina eólica	6,50
02	Metros cabo flexível de cobre 1,5mm <sup>2</sup>	Ligação elétrica geral	3,00
02	Potenciômetros 1Kohm	Ligação iluminação praça Simulação de carga no circuito	6,00
02	Micro chave 3 polos 2 posições	Ligar carga e circuito	3,90
01	Fonte de computador	Energizar a maquete	59,00
01	Tinta guache diversas	Pinturas	2,00

01	Cola instantânea	Colagem geral	4,00
05	Tubos de cola quente	Colagem envolvendo isopor	6,00
01	Tubo de solda estanho	Soldagem dos contatos elétricos	6,00

A maquete foi fabricada com base numa placa de isopor revestida inicialmente com uma camada de papel cenário pardo, colado ao isopor com cola quente, posteriormente foram recortadas tiras da cartolina preta para representar as ruas de asfalto, obedecendo as proporções do desenho. Nesta etapa é importante ressaltar que caso não seja usado uma placa base nas medidas sugeridas na planta da maquete, pode-se utilizar medidas proporcionais, reduzindo ou aumentando a maquete.

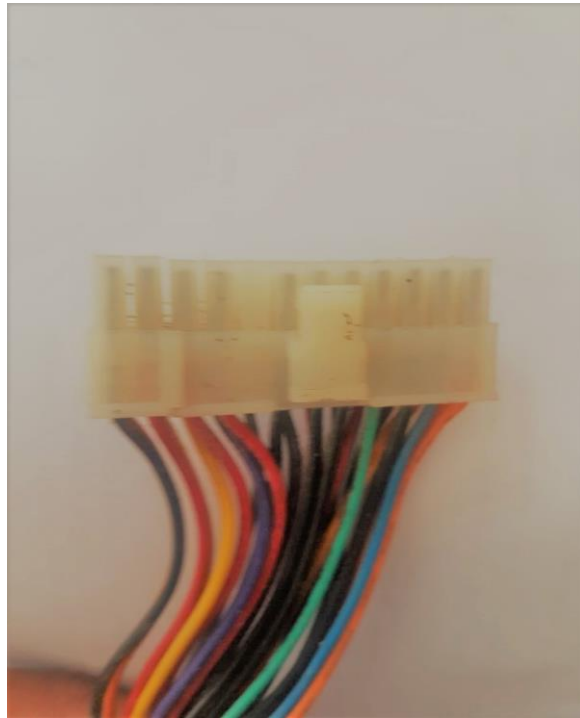
Os estabelecimentos da maquete foram confeccionados através de recortes de papel tipo “Paraná” nas paredes, as coberturas em papel ondulado, colados com cola quente, pela parte interior. A pintura de cada estabelecimento foi feita usando tinta do tipo “guache” de cores variadas, os nomes das construções e detalhes como portas, janelas e faixas, foram desenhados com caneta tipo “marcador para retroprojeter”.

As construções foram feitas seguindo as medidas contidas na tabela:

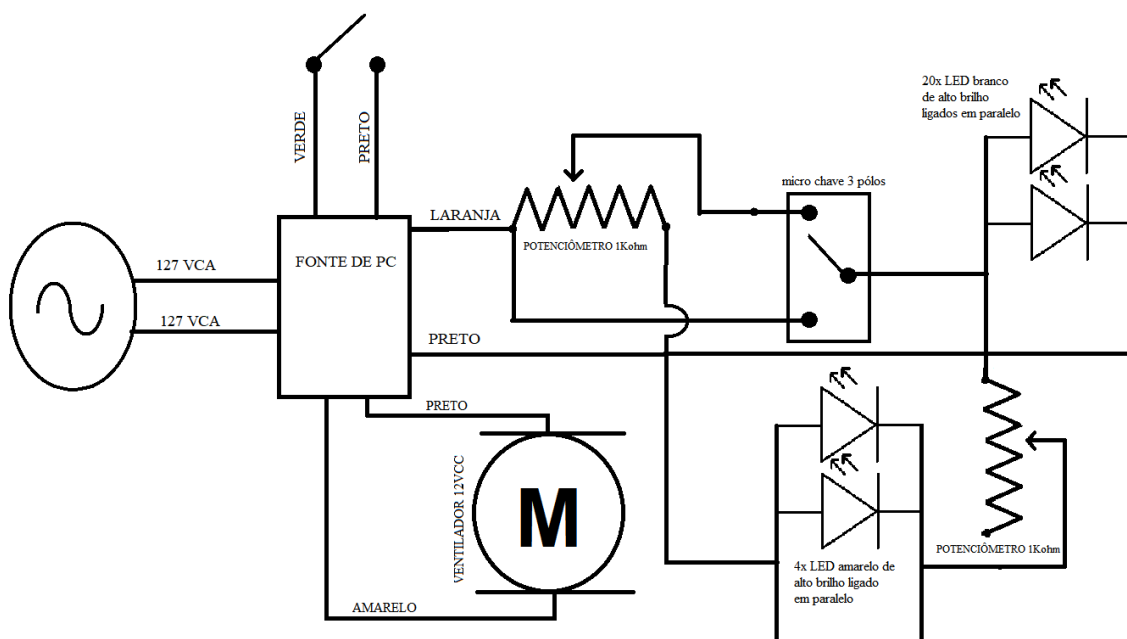
CONSTRUÇÃO	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)
Escola	18	9,5	3	8
Padaria	16,5	8	4	5
Igreja	15	9	9	15
Casas	5	5	1,8	2,6
Shopping	11	8	9	9
Fábrica de sorvete	15	8	7,3	5
Metalúrgica	15	8	7,5	6,3
Subestação	11	15	13	15
Usina	12	15	13	15

O sistema elétrico foi construído baseado numa fonte de computador usada, e com algumas alterações, a figura abaixo mostra o conector original da fonte, em que foram seccionados um fio verde, um fio laranja, e dois fios pretos.

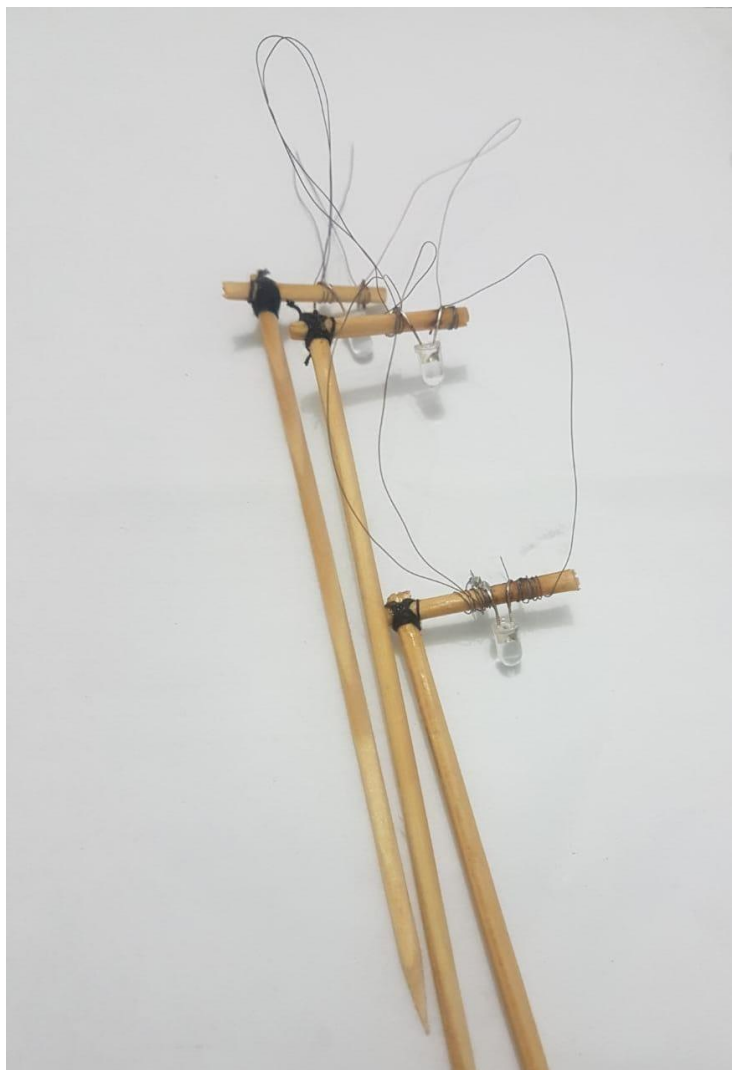




Estes fios são bases para a confecção do circuito elétrico da maquete descrito na figura seguinte , as ligações foram todas feitas utilizando solda de estanho e chumbo.



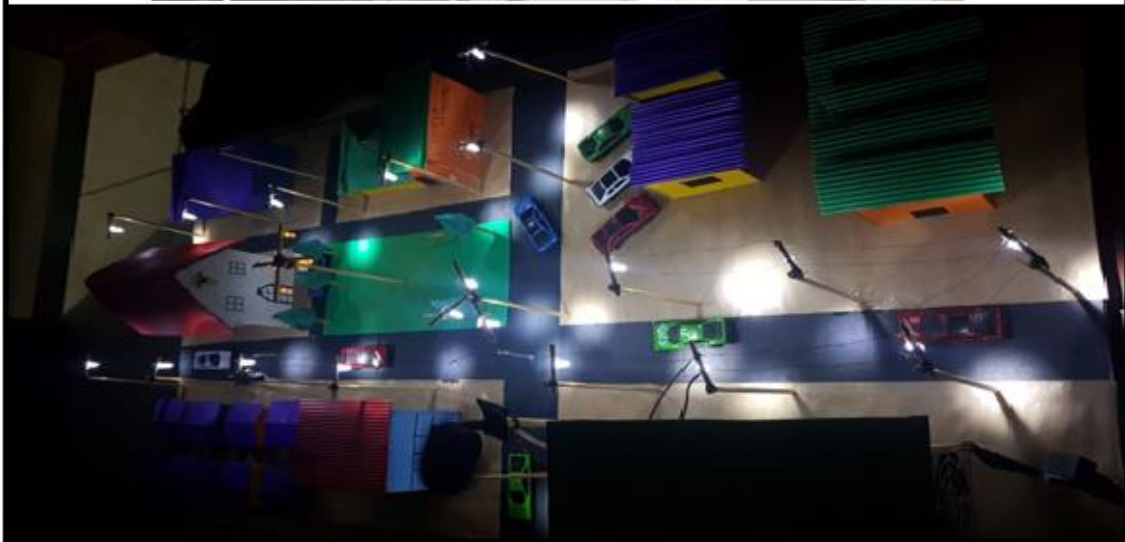
A distribuição de corrente elétrica para os LEDs nos postes foi feita utilizando filamentos de um cabo flexível de cobre com  $1,5\text{mm}^2$  de área e organizados de acordo com a figura abaixo, e com espaçamento de quinze centímetros entre eles.



A micro chave ligada em dois polos foi utilizada para energizar o circuito e a micro chave ligada em três polos insere carga no circuito fazendo baixar o brilho de todos os LED`s, simulando a queda de fornecimento de energia elétrica na cidade.

A estrutura física da maquete é sugerida, e pode ser adaptada conforme a realidade da turma e materiais disponíveis.


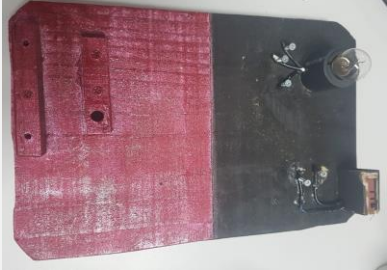


As figuras seguintes mostram a maquete produzida.








### O kit experimental


Para praticar a parte experimental deste produto didático, foi elaborado um *kit* com materiais de fácil acesso, baixo custo e, em alguns casos, podem ser obtidos por meio de doação. O Quadro abaixo trata de uma lista de materiais sugeridos, podendo ser substituídos por similares com a obtenção de resultados semelhantes.



**Quadro 13:** componentes do *kit* experimental.

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR	FORMA DE AQUISIÇÃO	FOTO
Item 1	Barra de aço quadrada com 25mm de lado e 250mm de comprimento.	R\$ 15,00	Loja de ferragens	
Item 2	Base de madeira pintada, com 6 parafusos e suporte para lâmpada 12V, interruptor e núcleo "U"	R\$ 6,00	Loja de materiais de construção	
Item 3	Parte interna de bomba d'água de máquina de lavar roupas	R\$ 22,00 ou doação	Oficina de eletrodomésticos	
Item 4	Parte interna de um motor de rotação do prato de um forno de micro-ondas	R\$6,00 ou doação	Oficina de eletrodomésticos	

Item 5	Multímetro digital	R\$ 34,00	Lojas de eletrônica	
Item 6	Tubo quadrado de alumínio com uma das paredes cortadas 31x30mm	Doação	Vidraçaria	
Item 7	Tubo quadrado de alumínio 31x30mm	Doação	Vidraçaria	
Item 8	Porca borboleta. Medida 3/8"UNC - 2 peças	R\$0,40	Loja de ferragens	
Item 9	Cabo flexível de cobre com área 1,5mm <sup>2</sup> x 250mm de comprimento com 2 garras "jacaré" nas pontas. 3 peças.	R\$ 6,00	Loja de materiais para construção	

Item 10	Plugue de eletrodomésticos com garra jacaré.	R\$ 5,00 ou doação	Loja de materiais para construção ou oficina de eletrodomésticos.	
Item 11	Indutor com 600 espiras. Produzido em tubo de PVC 32mm, papelão e fio AWG 19.	R\$22,00	Lojas de material elétrico	
Item 12	Indutor com 300 + 300 espiras. Produzido em tubo de PVC 32mm, papelão e fio AWG 19	R\$22,00	Lojas de material elétrico	
Item 13	Lâmpada automotiva 12 V	R\$ 3,00	Lojas de autopeça	
Item 14	Feixe de varetas de aço com 200mm de comprimento e 25mm de diâmetro total	R\$ 5,00 ou doação (reciclados)	Lojas de ferragens	
Item 15	Núcleo de ferro "U"	R\$ 35,00	Serralheria	

Item 16	Chave “micro switch” contatos normalmente abertos, 10A x 250V	R\$ 4,00 ou retirada de sucatas	Lojas de material elétrico ou oficinas de eletrodomésticos	
Item 17	Led 10mm	R\$ 2,00 ou retirado de sucatas	Lojas e oficinas de eletrônica	
Item 18	Óleo de cozinha	R\$ 2,50 500 ml	Supermercado	
Item 19	Limalha de ferro	Doação	Pó de varrição de serralheria	
Item 20	Garrafa PET transparente de refrigerante ou água com gás, com no máximo 600 ml de capacidade.	Reciclado	Bares ou lanchonetes	

Item 21	Ímãs diversos	Reciclado	Doação em oficinas eletrônicas	
Item 22	Mini bússola	R\$3,90	Papeleria	

Fonte: do Autor.

### Obtenção dos itens do kit

Alguns itens citados na Tabela 1 não estão disponíveis no mercado da forma com que estão apresentados nas fotos. Neste tópico será explicado o processo necessário para obter cada item nesta situação.

- Item 1: Barra de aço quadrada. Desenho esquemático disponível ao fim desta lista junto com o item 15.
- Item 2: Base de madeira. Tábua de madeira medindo 30x20x3 cm. Fixar os fios aos polos da lâmpada (item 14) e aparafusá-los a madeira conforme Figura 11. Fazer o mesmo com a chave (item 17). Finalmente, colar a lâmpada e a chave à base.



Fixação sugerida para a lâmpada.



- Item 3: A parte interna de uma bomba d'água foi obtida em uma oficina de máquinas de lavar roupas. Na ocasião, foi solicitado uma bomba que ainda gire porém, podendo estar com a carcaça avariada. Foram obtidas algumas unidades através de doação.
- Item 4: Parte interna do motor que faz girar o prato do forno de micro-ondas, aproveitando apenas carcaça com bobina e rotor. Conforme item 3, por se tratar de parte de um componente potencialmente avariado, esta é obtida facilmente através de doação em oficinas do ramo.
- Item 5: Multímetro digital. O modelo mais simples já atende o propósito dos experimentos. Em caso de indisponibilidade desse equipamento, o experimento não terá a informação quantitativa dos fenômenos. Por outro lado, os LEDs e lâmpadas (inclusos no kit) trazem dados qualitativos e suficientes para análise.
- Itens 6 e 7: Tubo quadrado de alumínio. Este pode ser obtido através de doação em vidraçarias ou por um preço irrisório, por estar geralmente entre as sobras. Este material é empregado pelo fato do alumínio ter propriedades paramagnéticas. Os dois tubos serão bobinas de apenas uma espira, sendo um deles uma espira interrompida, para isso é necessário fazer um corte em uma das paredes do tubo conforme a figura seguinte,

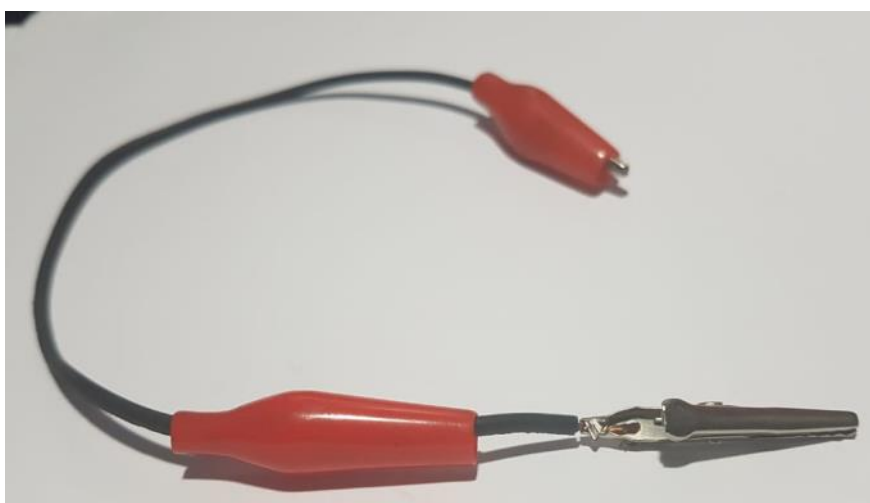
este corte pode ser feito no estabelecimento que forneceu o tubo, ou com uma serra para metais. As medidas do tubo são sugeridas e podem ser maiores, e o formato quadrado pode ser substituído por outro, redondo, com mais de 36 milímetros de diâmetro interno..

Esquema de corte do item 6 do kit experimental.



- Itens 9 e 10: Cabo de cobre flexível com garras do tipo “jacaré”. Para confeccionar este item se deve decapar 15 milímetros de cada ponta do cabo, passar o cabo dentro da proteção da garra “jacaré” e prender o cabo na garra dobrando as travas da garra sobre ele.

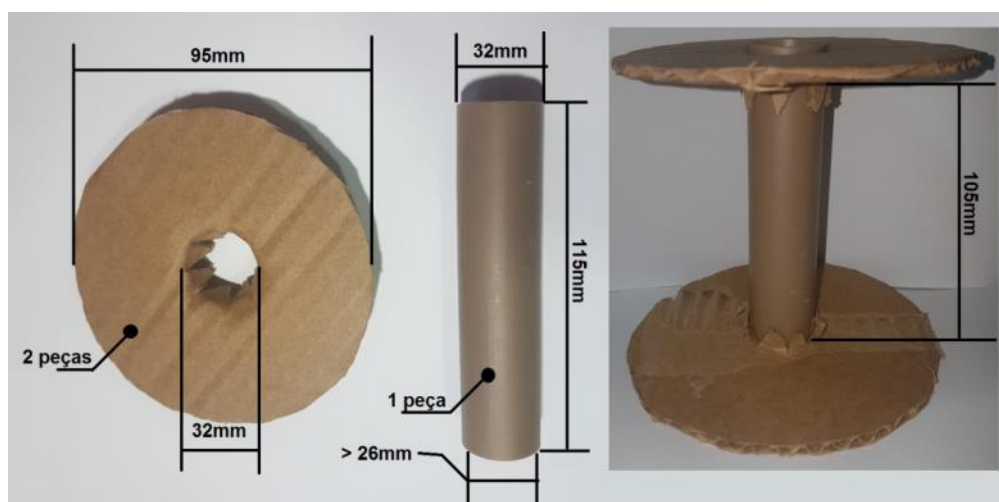
Detalhe da confecção dos itens 9 e 10.



- Itens 11 e 12: Bobina indutora. Para confeccionar o carretel em tubo de PVC e papelão das bobinas, basta seguir as orientações da Figura

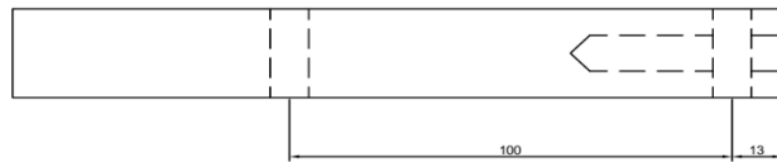
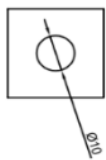
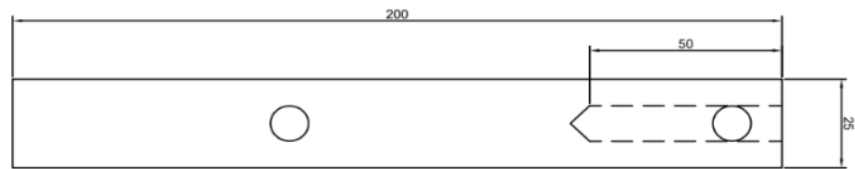
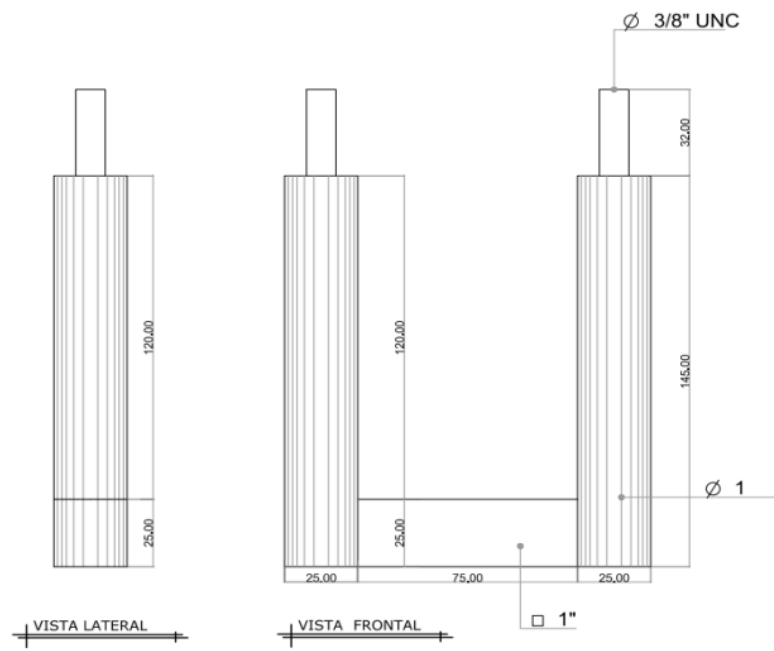
posterior. Na primeira bobina (item 11) são 600 voltas de fio de cobre esmaltado AWG 19, e na segunda bobina (item 12) dois enrolamentos de 300 voltas cada e unidos entre eles por uma ponta de cada. Todas as pontas devem ser lixadas para retirada do verniz protetor e possibilitar o contato elétrico com as garras jacaré.

Detalhes da construção do carretel usado nos itens 12 e 13.



Fonte: do autor.

- Item 14: Feixe de varetas. Consiste em 75 varetas redondas de aço com comprimento de 200 milímetros e 3 milímetros de diâmetro, cada. O ponto mais importante deste item é montar as varetas dentro do tubo de PVC usado no item 11, buscando deixar o feixe de varetas com o formato cilíndrico do interior do tubo. Caso o diâmetro de vareta utilizado seja diferente do sugerido, o número total de varetas usadas mudará. Porém se deve deixar uma pequena folga para o feixe entrar e sair livremente do tubo. Ao final da montagem é importante travar as varetas com fita adesiva.
- Item 15: Núcleo de ferro “U”. O desenho esquemático deste item se encontra disponível no esquema abaixo.



### **Estudo de Caso como método de ensino**

Originada no Canadá, Na Universidade de Mc Master, no fim dos anos 60, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP, ou PBL em inglês *Problem Based Learning*) tinha aplicação na escola de saúde, os alunos eram expostos a situações reais no final dos cursos, visando a interface com a realidade como tomadas de decisão e direcionamento da própria aprendizagem. (SÁ, FRANCISCO & QUEIROZ, 2007, p.1)

Ao focalizar um problema prático o estudo de caso apresenta características interessantes para a aprendizagem, podendo usar o conhecimento geral que possui e não apenas de uma disciplina específica, formar novos modelos de assimilação da realidade com a inserção de novos elementos. Além disso, possibilita ao estudante ter autonomia durante o desenvolvimento do estudo, explorando situações-problema mais complexas, comparadas ao ensino tradicional (SÁ *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2011).

Para praticar este método é necessário seguir fases pré-determinadas; de acordo com Linhares e Reis (2008) e Sá *et al.*(2007), geralmente, são três. A primeira fase, a exploração, é responsável pela ambientação do participante, onde se estabelecem as questões, se localizam sujeitos e são definidos instrumentos e ações.

Nesta etapa é apresentado o material e justificada a escolha e relevância do tema. Na sequência o aluno resolve o Caso com seus conhecimentos prévios e, a seguir, o professor apresenta elementos que supram as falhas das concepções prévias.

Na segunda etapa são apresentados textos de apoio, experimentos e atividades para fixação do conteúdo proposto e, na sequência, são promovidos debates sobre as apreensões mediados pelo professor, enfatizando os pontos mais relevantes.

Na terceira fase, é realizada a coleta de dados ou delimitação. Finalmente, é feita a análise desses dados para uma nova resolução do Caso. Após a execução destas fases, é elaborado o relatório final do participante e um retorno do aplicador com as considerações observadas, podendo ainda, de acordo com o resultado das soluções, sugerir implantação ou publicação.

É necessário ao praticar o método com a turma, salientar que a coleta de concepções prévias não busca definir erros ou acertos, sendo muito importante que os alunos demonstrem seu conhecimento inicial de forma bem detalhada, possibilitando uma melhor avaliação após a retomada.

O produto educacional está estruturado em nove momentos com duas aulas de cinquenta e cinco minutos cada, e está estruturado no quadro abaixo:

AULA	CONTEÚDOS	MOMENTOS	AULAS
Aula 1	Introdução ao conteúdo:	Apresentar a proposta do curso e a organização das primeiras atividades. (20 min)	2
		Divisão dos alunos em grupos e explicação do tema de cada grupo. (20 min)	
Aplicação do questionário de coleta de concepções prévias. (30 min)			
	Apresentação da maquete:	Descrição da maquete, apresentação de cada estabelecimento e abertura para perguntas (40 min)	
Aula 2	Aplicação do Estudo de Caso	Leitura do Estudo de Caso “Chegou o verão, e problemas...”. (15 min)	2
		Organização da turma nos grupos selecionados e feita explicação da proposta para cada grupo em específico. (25 min)	
		Demonstração da situação exposta no Estudo de Caso na maquete. (15 min)	
		Resolução do Estudo de Caso pelos alunos, e entrega ao professor. (30 min)	
		Discussão sobre o tema do Estudo de Caso. (25 min)	
Aula 3	Abordagem histórica do magnetismo	Leitura e discussão em grupo do texto “O fenômeno magnético”. (25 min)	2
		Leitura e discussão em grupo do texto “O experimento de Oersted”. (35 min)	
		Apresentação dos conceitos de magnetismo, campos magnéticos gerados por distribuições de corrente e modelo físico. (50 min)	
Aula 4	Representação das linhas de campo	Representação das linhas de campo de diversos ímãs desconhecidos (40 min)	2
		Apresentação do trabalho do grupo da indústria metalúrgica. (20 min)	
		Experimento eletroímã (20 min)	
		Discussão com a turma sobre o experimento (20 min)	
	Força magnética	Apresentação dos conceitos de força magnética em cargas em movimento e fios de corrente elétrica. (50 min)	2

<b>Aula 5</b>		Experimento do motor elétrico. (15 min)	
		Apresentação do grupo do shopping. (20 min)	
		Discussão sobre as aplicações do motor elétrico no cotidiano e medidas para diminuir o consumo de energia elétrica. (25 min)	
<b>Aula 6</b>	Exercícios formais	Aplicação de lista de exercícios, com resolução supervisionada pelo professor, sobre os conteúdos: campo magnético gerado por distribuição de correntes, e de ímãs naturais, além da força magnética sobre cargas e fio de corrente imersos em um campo magnético externo. (110 min)	2
<b>Aula 7</b>	Indução Eletromagnética	Aula expositiva sobre os conceitos de indução eletromagnética (Lei de Faraday – Lenz) e corrente alternada. (50 min)	2
		Apresentação do grupo responsável pela usina de geração de energia elétrica (20 min)	
		Experimento do Alternador (20 min)	
		Discussão sobre as aplicações de corrente alternada no cotidiano e onde ela não é aplicada. (20 min)	
<b>Aula 8</b>	Indução Eletromagnética	Retomada do conteúdo da aula anterior (10 min)	2
		Apresentação do grupo responsável pela igreja (20 min)	
		Experimento do anel saltante (10 min)	
		Apresentação do grupo responsável pela subestação (20 min)	
		Experimento do transformador (10 min)	
		Apresentação do grupo responsável pela padaria (20 min)	
		Experimento do forno Indutivo (10 min)	
		Discussão sobre as aplicações da Lei de Faraday – Lenz no cotidiano (10 min)	
<b>Aula 9</b>	Retomada do Estudo de Caso	Retomada e resolução final do Estudo de caso. (40 min)	2
		Confecção e explicação de mapa conceitual pelos grupos (50 min)	

		Resolução de questionário acerca da metodologia de ensino. (20 min)	
--	--	---	--



## Descrição das Aulas

### 1º etapa investigativa: Coleta de conhecimentos prévios – Questionário inicial. (1h/aula)

Nesta etapa foi feita a coleta das concepções prévias dos alunos através de um questionário à cerca do magnetismo, funcionamento do sistema de geração e transporte de energia elétrica e de equipamentos elétricos das casas e estabelecimentos comerciais da região.

Ao final foi feita uma breve apresentação da maquete da cidade na qual se desenvolverá a história relacionada ao Estudo de Caso, discutido na próxima etapa.

Nesse momento também serão divididos os sete grupos, por meio de sorteio, os quais serão os mesmos durante toda a aplicação da intervenção didática.

## Questionário de coleta de concepções prévias

Tema: Magnetismo e indução eletromagnética.

Nome: \_\_\_\_\_

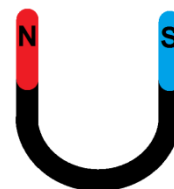
Professor: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

Este questionário deve ser preenchido com base em seus conhecimentos e opiniões em cada questão. Não é permitido consulta de material de qualquer natureza. A avaliação será feita de acordo com o detalhamento de cada resposta, e não levará em consideração a mesma estar certa ou errada.

- 9- O que você entende sobre um ímã? Qual motivo de ele atrair alguns materiais e outros não?
- 10- Além de atrair objetos, explique com suas palavras outras aplicações de um ímã no cotidiano.
- 11- O que entende por campo magnético? Represente as linhas de campo magnético nas figuras abaixo:



a)



b)



c)



d)



2º etapa investigativa: Coleta de conhecimentos prévios e problematização - Estudo de Caso. (2h/aula)

Leitura do Estudo de Caso “*Chegou o verão! Quantos problemas...*”, que se passa na cidade representada pela maquete, na qual tanto o professor/pesquisador como os alunos são moradores.

Após a leitura do Caso, os alunos dispostos em seus grupos discutirão as respostas das questões levantadas no final do texto. O objetivo desta etapa é instigar a curiosidade dos alunos, além de verificar o conhecimento sobre indução eletromagnética e suas aplicações no sistema de geração e distribuição de energia e equipamentos elétricos. O professor recolherá as respostas prévias dos alunos ao final da aula.



Professora Lúcia é diretora da Escola Estadual Primo Bitti, em Aracruz ES, e no final do ano de 2017 começou a ter problemas com falta de energia na escola, o problema era recorrente, e sempre acontecia por volta de três e meia da tarde, que nesta época do ano é sempre bem quente.

Após alguns dias, ligou para a concessionária de energia EDP Escelsa para saber se havia algum problema e foi informada que estava tudo normal na rede de distribuição do seu bairro, e que precisava verificar as instalações internas da escola, porém tinha sido feito uma reforma no sistema elétrico, pois a escola recebeu aparelhos de ar condicionado para as salas de aula e deixou tudo conforme recomenda a norma.

Para comunicar o problema à comunidade escolar, a professora marcou uma reunião envolvendo os responsáveis pelos alunos, lideranças comunitárias e representantes da prefeitura, para comunicar que as quedas de energia podiam prejudicar o andamento das aulas, além de estragar equipamentos elétricos e estragar alimentos que precisem de refrigeração.

O senhor Jackson, pai de um dos alunos da turma e engenheiro eletricista da fábrica de sorvetes “Casção”, que fica ao lado da escola, recebeu o bilhete através do filho e se propôs a auxiliar a diretora para desvendar o problema:

— Boa tarde, professora Lúcia, me chamo Jackson, meu filho estuda aqui e trabalho na fábrica de sorvetes ao lado, gostaria de entender um pouco melhor o problema com a energia.

— Boa tarde, Jackson, acontece que instalamos os aparelhos de ar condicionado nas salas de aula no recesso de julho, quando os alunos voltaram do recesso estava tudo funcionando bem, porém desde novembro as coisas mudaram, e temos varias quedas de

energia, e às vezes precisamos suspender as aulas pois ficamos sem iluminação. O curioso é que quando temos um dia mais fresco isso não acontece.

— Entendi, professora! O problema então é intermitente e piora em dias mais quentes. Vou pesquisar o que pode estar acontecendo e lhe retorno.

— Exatamente, Jackson! Por favor faça isso, será de grande ajuda!

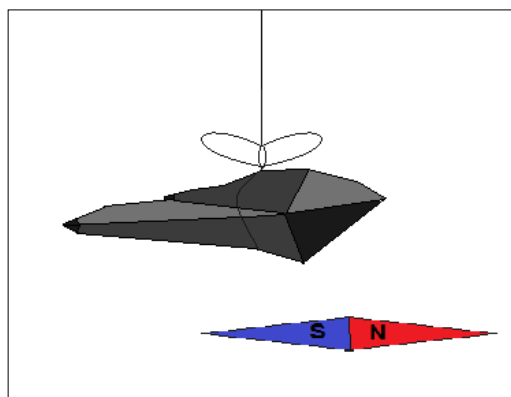
### **Questionário**

7. Suponham que vocês sejam o senhor Jackson, o que considerariam como causa das quedas de energia na escola? Justifique.
8. Você considera alguma relação dos problemas de energia elétrica na escola com os estabelecimentos próximos?
9. No estabelecimento representado por seu grupo, quais seriam os equipamentos que mais consomem energia? Por quais motivos?
10. Quais medidas poderiam ser adotadas para diminuir o consumo de energia elétrica em seu estabelecimento?
11. Que providencias podem ser tomadas para evitar as quedas de energia na escola?
12. Discuta acerca de alguns problemas que podem ocorrer em decorrência de quedas de tensão na rede de energia elétrica.

3º etapa investigativa: Abordagem histórica do magnetismo. (2h/aula)

Nesta etapa serão tratados por meio de discussão de texto de fornecidos pelo professor dois aspectos históricos sobre o magnetismo: a descoberta da magnetita (ímã natural) e o experimento de Oersted, em que foi possível verificar que distribuições de corrente também geram campos magnéticos. Os textos para trabalho em sala de aula estão disponíveis abaixo. Ao final da leitura dos textos será proposta uma atividade de catalogação de ímãs

## O fenômeno magnético



O primeiro relato que se tem do magnetismo tem origem da Grécia Antiga, na região chamada à época de Magnésia. Algumas pedras em específico atraíam pedaços de ferro, e por estas pedras serem encontradas com facilidade na região, ficaram conhecidas como magnetita. Estas pedras são constituídas do óxido de ferro  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , e atualmente são o exemplo mais conhecido de ímã natural.

No século XI, na China, já se utilizava este mineral como forma de orientação, por sua capacidade de apontar sempre em mesma direção, quando suspensa por fio flexível, ou na superfície de algum líquido. Também na China, ficou conhecido o mito da “Colher que aponta para o sul”, em referência a uma colher feita de magnetita.

Foram os gregos que procuraram explicar o fenômeno do magnetismo pela primeira vez. Descobriram que uma pedra chamada magnetita atraía espontaneamente o ferro. Da mesma forma, verificaram que um pedaço de magnetita, suspenso livremente no ar, virava sempre na mesma direção.

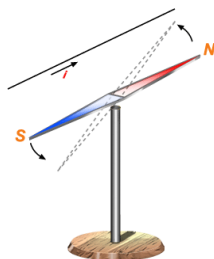
Tales de Mileto, matemático e filósofo que viveu no século VI a.C., afirmava que a substância tinha “alma” e podia atrair pedaços de matéria inanimada, “aspirando-os”. As substâncias tinham vontades e desejos como se fossem seres vivos.

Esse fenômeno da colher acontecia devido a Terra ser um enorme ímã. Como todo ímã, tem dois polos magnéticos: o Norte e o Sul. Esses polos ficam próximos aos polos geográficos: o Pólo Magnético Sul fica próximo ao Pólo Geográfico Norte, e o Pólo Magnético Norte fica próximo ao Pólo Geográfico Sul. Desta forma a extremidade da colher magnética que apontava sempre para o Polo Geográfico Sul, era o Polo Magnético Sul.

A ação entre os polos é de atração quando eles têm nomes diferentes (como exemplo as cargas elétricas onde negativo atrai positivo e vice-versa). Por isso, o local para onde é atraído o norte da bússola deve ser, magneticamente, o Pólo Sul. Assim, o norte geográfico do nosso planeta corresponde ao sul magnético do grande ímã Terra e vice-versa.



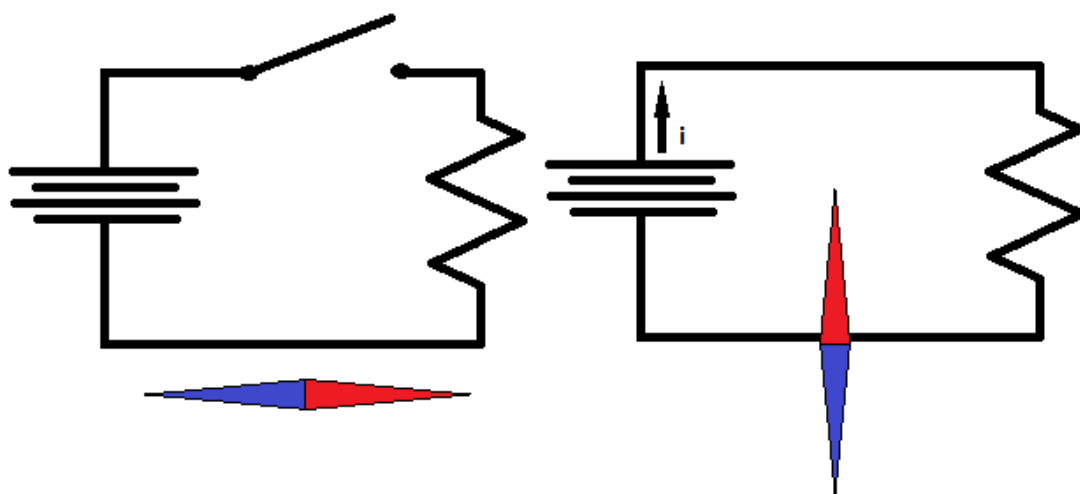
## O EXPERIMENTO DE OERSTED



Em 1819 o físico dinamarquês Hans Christian Oersted trabalhando com circuitos elétricos, percebeu que a passagem de corrente elétrica por um condutor causava deflexão na agulha de uma bússola posicionada próxima. O deslocamento da agulha de uma bússola, normalmente acontece de acordo com o campo magnético da Terra, e o movimento ocorrido nesta situação só podia ser creditado ao aparecimento de um novo campo magnético.

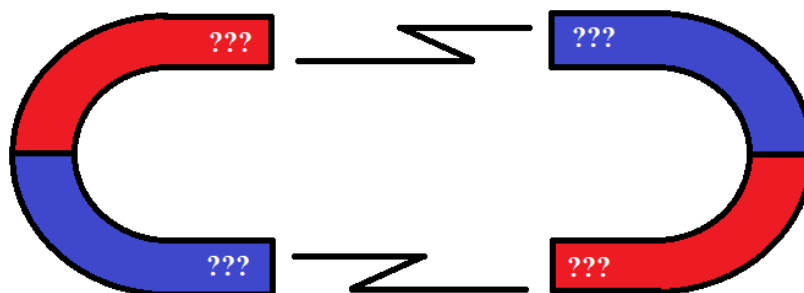
O movimento da agulha da bússola seguia sempre um padrão, independente do ângulo inicial da agulha antes da passagem de corrente elétrica, quando o circuito era fechado e energizado a agulha ficava ortogonal ao fio. Além disso, caso o sentido da corrente fosse invertido, a agulha se mantinha ortogonal, porém com os polos a 180 graus da posição com a corrente no sentido original.

A figura abaixo mostra como se pode realizar a experiência de Oersted: um condutor retilíneo horizontal é colocado paralelamente a uma agulha imantada. Esse condutor é ligado em série com os seguintes elementos: uma fonte (pilhas ou bateria), que fornece corrente; um reostato, que controla a intensidade da corrente; e um interruptor, para abrir e fechar o circuito. Inicialmente, o interruptor mantém o circuito aberto, e a agulha se mantém paralela ao condutor. Quando se fecha o circuito através do interruptor, passa corrente, produz-se o campo magnético, e a agulha é desviada.



Adaptado de: [http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/campo\\_corrente/exper\\_oersted/](http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/campo_corrente/exper_oersted/)

## Catlogação de imãs



A capacidade dos ímãs atrair materiais ferrosos é conhecida há muito tempo pela humanidade, porém sabemos que posteriormente agulhas magnéticas foram empregadas para orientação em viagens e caravanas, devido ao fato de o polo sul de um ímã apontar aproximadamente para o polo sul geográfico da Terra.

### Atividade

Agora vamos definir os polos sul e norte de vários tipos de ímãs de materiais e formatos diferentes. Com as informações acima, um integrante de cada grupo irá até a mesa do professor levando um ímã de qualquer formato e ao aproximar da bússola na mesa do professor, conseguirá definir um dos polos do ímã em questão. Em seguida levar este ímã para a o grupo para catalogar os polos dos outros ímãs.

1. Ao aproximar o ímã da bússola, qual parte da agulha se direcionou para o ímã?
2. Em sua opinião qual o motivo desse movimento?
3. Qual polo do ímã foi encontrado?
4. Represente em desenho 4 tipos de ímãs com suas polaridades checadas durante a tarefa.

a)

c)

b)

d)

4º etapa investigativa: Representação de linhas de campo magnético(2h/aula)

Os alunos divididos em seus respectivos grupos confeccionarão as representações do que acreditam ser responsáveis pelo poder de atração dos ímãs linhas de campo magnético de um ímã com os modelos de ímãs disponíveis de forma livre. Posteriormente farão a mesma representação com o auxílio da “garrafa magnética”, e por fim com a bússola.

### Experimento “Linhas de Campo” com a garrafa magnética.

Esta etapa experimental busca demonstrar as linhas de campo magnético em três dimensões, bem como a interação das partículas magnetizadas.

Para proceder com este experimento será necessário os itens do *kit* descritos abaixo:

- Item 18: óleo de cozinha;
- Item 19: limalha de ferro;
- Item 20: garrafa;
- Item 21: ímãs.

A montagem do experimento segue os passos à seguir;

- Colocar a medida de duas colheres de sopa de limalha de ferro dentro da garrafa;
- Completar o volume da garrafa com óleo de cozinha e tampá-la firmemente.
- Aproximar os ímãs da garrafa e observar a formação das linhas.

Devido à boa sensibilidade ao campo magnético das limalhas suspensas em óleo, pode se solicitar que os alunos aproximem e encostem na garrafa objetos pessoais, como celulares, fones de ouvido, moedas, chaves e outros. Desta forma poderá evidenciar se estes objetos possuem ou não campo magnético, e posteriormente discutir a natureza destes campos.

A Figuras abaixo mostram a garrafa montada antes e depois da exposição ao campo magnético, e em seguida um detalhe das formações das linhas de campo.

Garrafa antes e depois de exposição a campos magnéticos.



Linhas de campo.



No segundo momento da aula o grupo responsável pela indústria metalúrgica, apresentará sua pesquisa sobre o funcionamento do estabelecimento e o eletroímã de elevação de cargas. Este experimento deverá ser montado pelo grupo do tema, auxiliado pelo professor e explicado à turma, ao final da apresentação do grupo. Ao término da experimentação será aberto um espaço para discussão do estabelecimento e também do experimento. O grupo responsável pela apresentação deve entregar um relatório sobre as apreensões feitas durante o experimento.

### Experimento “Eletroímã”

O eletroímã é um dispositivo muito utilizado no cotidiano, pois é possível utilizar suas propriedades magnéticas de forma controlada e intermitente, diferente de um ímã natural, que não pode ser desligado e religado novamente. Dentre suas aplicações se destacam o içamento de materiais ferromagnéticos em sucatas e siderúrgicas, chaves elétricas, alarmes, campainhas entre outros.

Itens do kit experimental utilizados no experimento;

- Item 2: Base de madeira;
- Item 9: Cabo com garras;
- Item 10: Plugue;
- Item 11: Bobina com 600 espiras;’
- Item 15: Núcleo de ferro “U”.

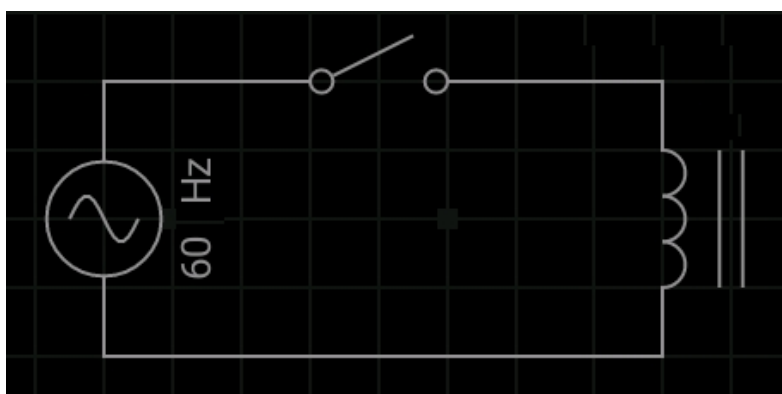
Outros materiais necessários;

- Tomada com entrada de 127 ou 220 Volts;
- Peças metálicas (pregos, porcas, parafusos, *clip* para papel, moedas, etc.).

A montagem do experimento segue o diagrama da Figura 13, e os passos a seguir:

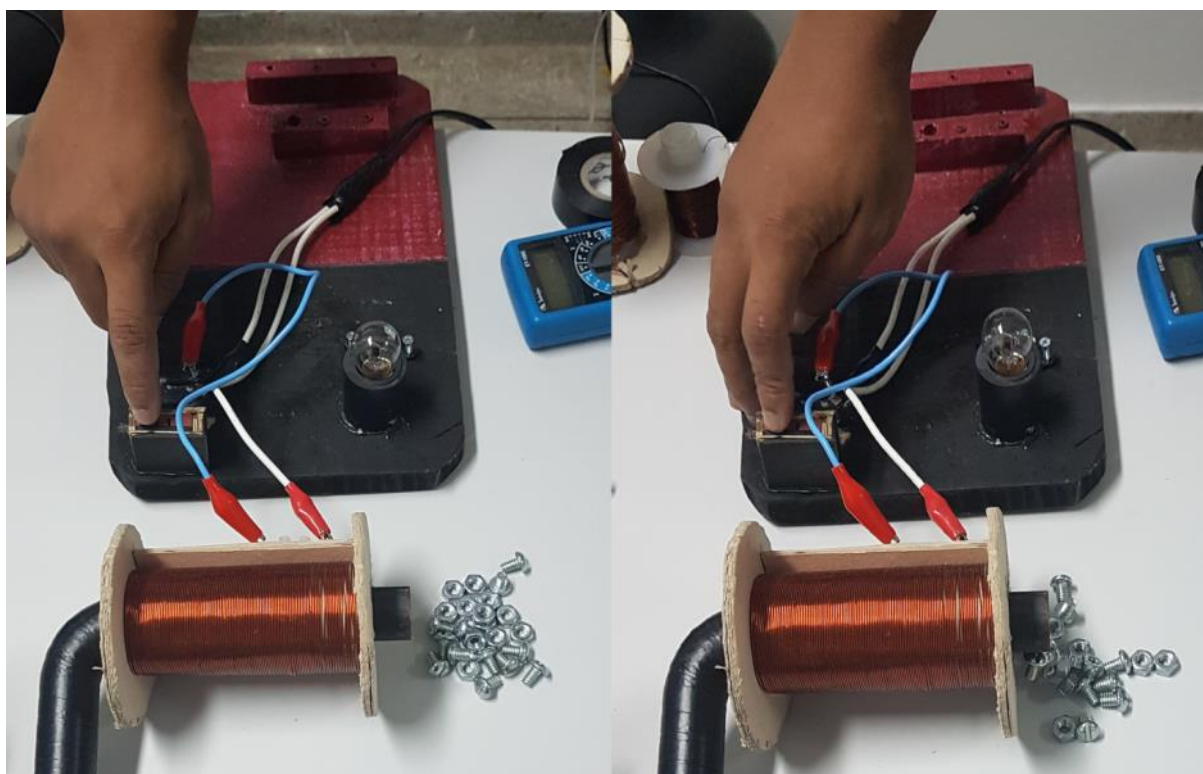
- Passar uma das extremidades do núcleo de ferro (16) dentro da bobina (11);
- Prender uma das garras do plugue (10) em um terminal da bobina (11) e a outra garra em dos terminais do interruptor da base de madeira (2);
- Ligar o terminal restante do interruptor ao terminal restante da bobina com um cabo com garras (9);
- Aproximar pequenos objetos de metal na extremidade do núcleo com a bobina;
- Ligar o plugue à tomada e pressionar o botão do interruptor.

Esquema de montagem do eletroímã.



Ao final da montagem, o experimento deve ficar conforme a Figura seguinte: no circuito da esquerda não há passagem de corrente elétrica enquanto no da direita há passagem de corrente.

Funcionamento de um eletroímã.



A realização deste experimento tem o objetivo de relacionar o conteúdo teórico apresentado em sala de aula, com a aplicabilidade prática do fenômeno



físico, desta forma pretende-se consolidar este conteúdo mais introdutório e simples, que servirá de base de referência para a construção dos próximos aprendizados.

Nesta etapa destaca-se a interação entre os alunos na utilização de materiais de baixo custo, simples e comuns no cotidiano da comunidade escolar. Esta interação, prevista por Vygotsky, enfatiza a contextualização do conteúdo com a realidade social e cultural do aluno, bem como, favorece a criação dos signos e instrumentos, possíveis facilitadores da aprendizagem.

5º etapa investigativa: Aula expositiva dialogada e discussão de experimentos – força magnética. (2h/aula)

Inicialmente haverá uma discussão qualitativa, com o aporte de experimento sobre motor elétrico, no qual será enfatizado o conceito de força magnética sobre cargas em movimento e também sobre fios de corrente em um campo magnético.

Durante a apresentação do experimento o professor questionará os alunos sobre a aplicação desse conhecimento (motor elétrico) no contexto do estabelecimento representado por cada grupo. Planeja-se a gravação das respostas dos alunos.

Com isso, será possível demonstrar o princípio de funcionamento de um motor elétrico. Com esses conceitos, também será possível explicar como se dá o funcionamento de alguns setores da cidade representada na maquete. O grupo responsável pelo shopping apresentará a pesquisa sobre a climatização do espaço, e quais medidas podem ser adotadas para redução de consumo de energia elétrica.

### Experimento “Motor elétrico”

Este experimento demonstra o funcionamento de um motor elétrico retirado de um forno de micro-ondas e os fenômenos físicos envolvidos em seu funcionamento.

Itens do kit experimental utilizados no experimento;

- Item 2: Base de madeira;
- Item 4: Motor de prato de forno de micro-ondas
- Item 9: Cabo com garras;
- Item 10: Plugue;

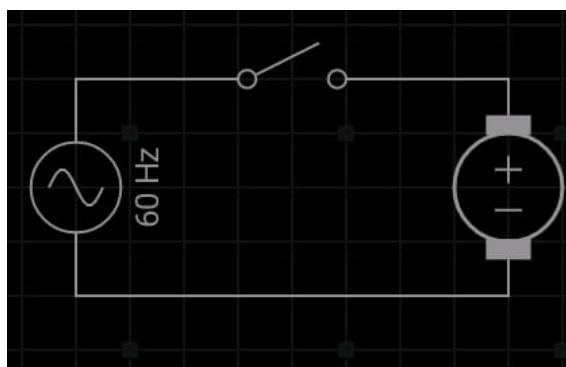
Outros materiais necessários;

- Tomada com 127 ou 220 Volts;
- Fita adesiva ou caneta hidrográfica para facilitar a visualização da rotação.

Os passos para a sua montagem do experimento seguem abaixo, seguidos do diagrama elétrico.

- Prender uma das garras do plugue (10) em um terminal do motor (4) e a outra garra em dos terminais do interruptor da base de madeira (2);
- Ligar o terminal restante do interruptor ao terminal restante do motor com um cabo com garras (9);
- Fixar fita adesiva no rotor do motor para marcar a posição de repouso;
- Ligar o plugue à tomada e pressionar o botão do interruptor.

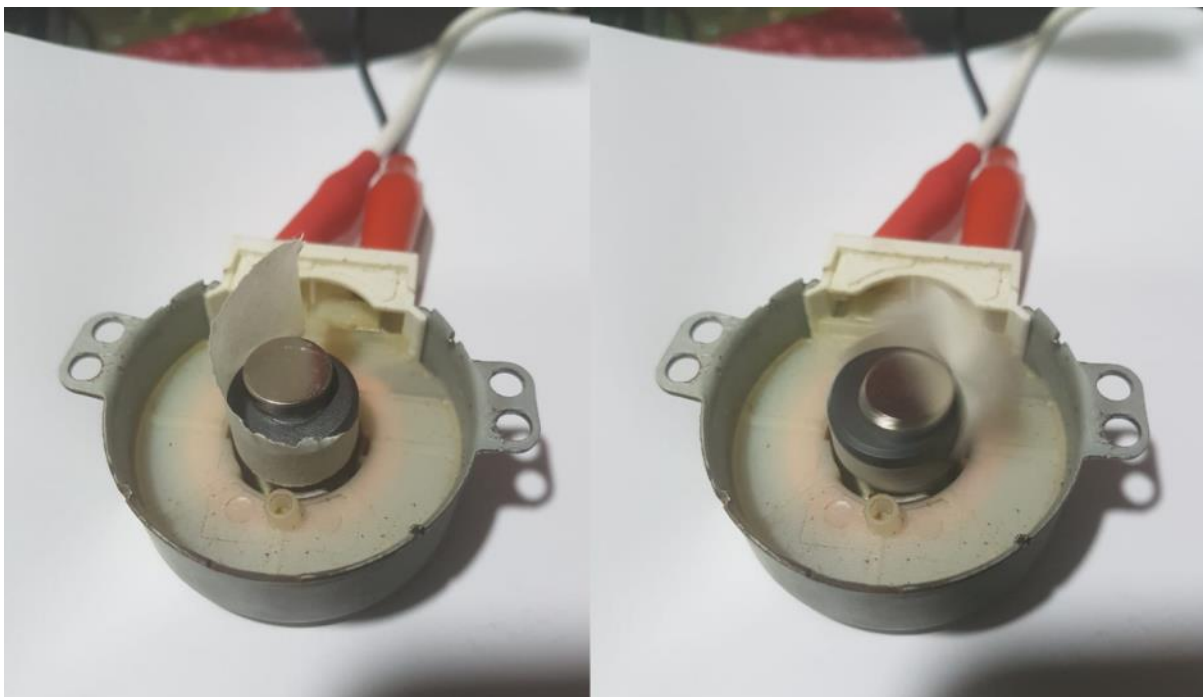
Esquema de montagem de um motor elétrico.



É importante frisar que o rotor deste experimento consiste de um ímã natural. Uma sugestão para verificar essa característica aos alunos é atrair algum objeto metálico com o rotor.

O experimento montado ficará de acordo com a Figura seguinte, à direita desligado, e à esquerda ligado com o rotor girando. Em algumas tentativas é necessário iniciar o movimento do rotor com as mãos, já com o interruptor pressionado.

Motor elétrico.

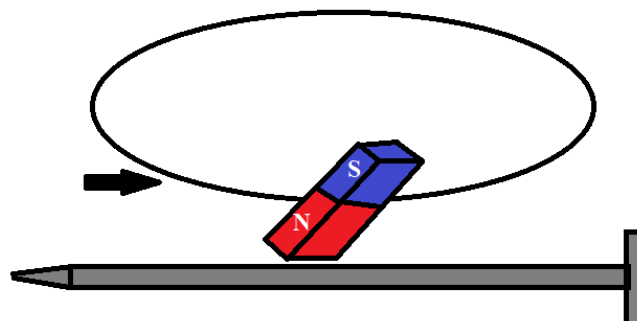


6º etapa investigativa: Aprofundamento dos conceitos físicos – revisão e exercícios formais (2h/aula)

Nesta etapa serão revisados os conceitos já estudados com uma breve aula expositiva e aplicada uma lista de exercícios formais propostos, referentes ao estudo do campo magnético gerado por distribuição de correntes, e de ímãs naturais, além da força magnética sobre cargas e fio de corrente imersos em um campo magnético externo, para resolução e entrega.

## Lista de Exercícios

1. Em um prego de aço João passa um ímã várias vezes no mesmo sentido como mostra a figura abaixo:



Após algum tempo repetindo esta operação, João notou que o prego passou a atrair outros pregos.

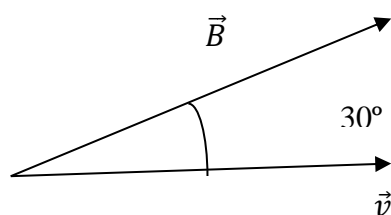
- a. Como João pode verificar a polaridade da ponta e da cabeça do prego?
  - b. João encostou a ponta do prego inicialmente imantado no meio do corpo de outro prego idêntico e conseguiu levantá-lo. Quando encostou a ponta do prego não imantado no meio do corpo do prego imantado, não percebeu nenhuma atração. Qual motivo disso acontecer?
  - c. Represente as linhas de campo magnético no prego após ser imantado.
2. Colocando o prego imantado sobre uma rolha em um copo de água, ele sempre acaba por apontar para sempre para mesma direção:
    - a. Para onde aponta a ponta do prego?
    - b. O polo geográfico da Terra coincide com o polo magnético para onde o prego aponta?
    - c. O polo sul da terra se como qual polo magnético?
3. Um fio retilíneo longo é percorrido por uma corrente elétrica com intensidade de 4A. Determine o vetor do campo magnético em um ponto P, situado a 50cm do fio, considerando que o meio é vácuo.
  4. Em torno de um cilindro de 10cm de comprimento foi enrolado uniformemente um fio, com revestimento isolante por 2000 voltas completas no entorno, neste fio percorreu uma corrente elétrica de 10A. Responda:
    - a. Qual a intensidade do campo magnético externo ao cilindro num ponto situado longe das bordas?

- b. Considerando o interior da solenoide com apenas ar, qual seria a intensidade do campo magnético no interior do solenoide?

$$(\mu_{\text{ar}} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A})$$

- c. Qual a intensidade do campo magnético, se o núcleo do solenoide for 10 vezes maior que a do ar?

5. Em dado instante, um elétron se desloca com velocidade  $v = -2,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ , com direção e sentido indicados na figura, nesta região existe um campo magnético  $\vec{B}$  com intensidade de 15T, com direção e sentido representados também na figura, determine, módulo, direção e sentido da força magnética atuante na partícula.







7º etapa investigativa: Aula expositiva dialogada e discussão de experimentos - Indução eletromagnética e corrente alternada. (2h/aula)

Inicialmente será feita uma aula expositiva dialogada sobre a lei de Faraday – Lenz. Nesta etapa o grupo responsável pela usina de energia fará a apresentação do trabalho de sua pesquisa sobre os geradores de corrente alternada, e quais as possibilidades de aplicação na geração de energia elétrica. Ao fim da apresentação, com auxílio do professor, o grupo montará o experimento que exemplifica o funcionamento de um alternador. O último momento desta etapa será um diálogo sobre equipamentos que utilizam corrente contínua ou alternada para seu funcionamento.

#### Experimentos do setor de geração de energia elétrica

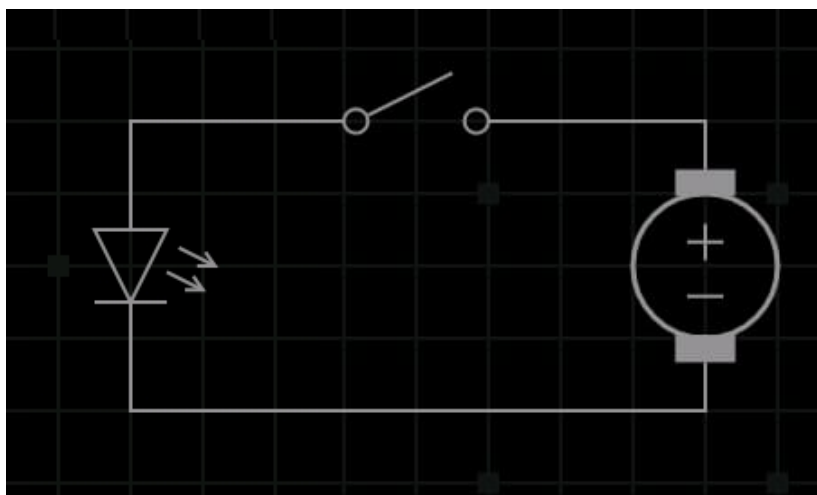
Na escolha para elaboração destes experimentos levou-se em consideração a grande importância das usinas hidrelétricas na matriz energética brasileira. Para tanto, foi escolhido uma bomba d'água retirada de uma máquina de lavar roupas antiga. Este equipamento segue o mesmo princípio de funcionamento das turbinas de uma usina hidrelétrica, porém ao invés de transformar o movimento da água em energia elétrica, este dispositivo usa a energia elétrica para movimentar a água contida no interior da máquina de lavar.

Esta demonstração propõe algumas adaptações na bomba para ilustrar o funcionamento das turbinas hidrelétricas, além de demonstrar a lei de indução eletromagnética de Faraday.

Itens do kit experimental utilizados no experimento:

- Item 3: Bomba de máquina de lavar roupas;
- Item 4: Motor de prato de forno de micro-ondas;
- Item 9: Cabo com garras;
- Item 18: LED.

A montagem do experimento segue o diagrama abaixo, seguido das etapas de montagem.



- Utilizar dois cabos com garras (9) para ligar os dois terminais do LED (18) aos dois terminais da bomba (3);
- Girar a turbina da bomba com as mãos e descrever o comportamento da turbina e observar o LED.

O lado esquerdo da figura mostra o experimento em funcionamento enquanto que no lado esquerdo ilustra a possibilidade de utilização do motor de microondas para geração de energia elétrica.

Experimento de geração de energia elétrica.



Fonte: do autor.

8º etapa investigativa: Aprofundamento dos conceitos físicos - Indução eletromagnética e corrente alternada. (2h/aula)

Nesta etapa serão aprofundados os conceitos vistos na etapa anterior no que se refere à lei da indução eletromagnética de Faraday – Lenz. O grupo responsável pela igreja na maquete apresentará sua pesquisa referente ao funcionamento de um alto falante, ao final de sua apresentação, com o auxílio do professor será feito o experimento do “anel saltante” para demonstrar a lei de Lenz.

### “Anel saltante” e a lei de Lenz.

A lei de Lenz é importante no estudo da indução eletromagnética pois através dela é possível determinar o sentido da corrente induzida na bobina, de acordo com a variação do fluxo do campo magnético que a induz.

Para montar o experimento do “anel saltante” serão necessários os itens do kit experimental descritos abaixo:

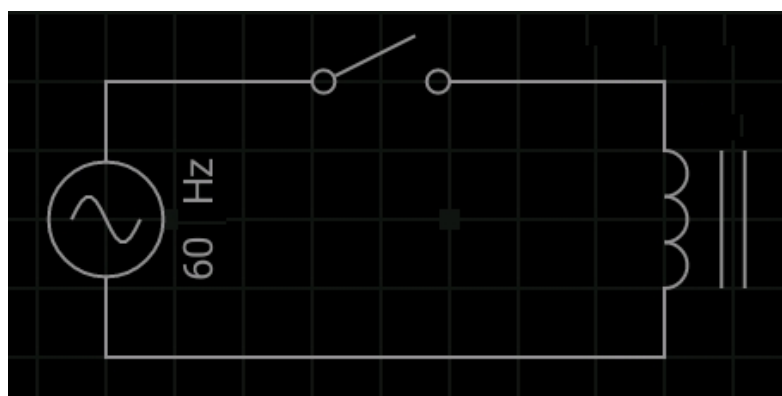
- Item 1: Barra quadrada;
- Item 2: Base de madeira;
- Item 6: Tubo de alumínio com uma das paredes cortada;
- Item 7: Tubo de alumínio
- Item 9: Cabo com garras;
- Item 10: Plugue;
- Item 11: Bobina com 600 espiras;
- Item 15: Núcleo de ferro “U”.

Outros materiais necessários;

- Tomada com 127 ou 220 Volts;

A montagem do experimento segue o diagrama abaixo, e os passos a seguir:

Esquema montagem experimento “anel saltante”.



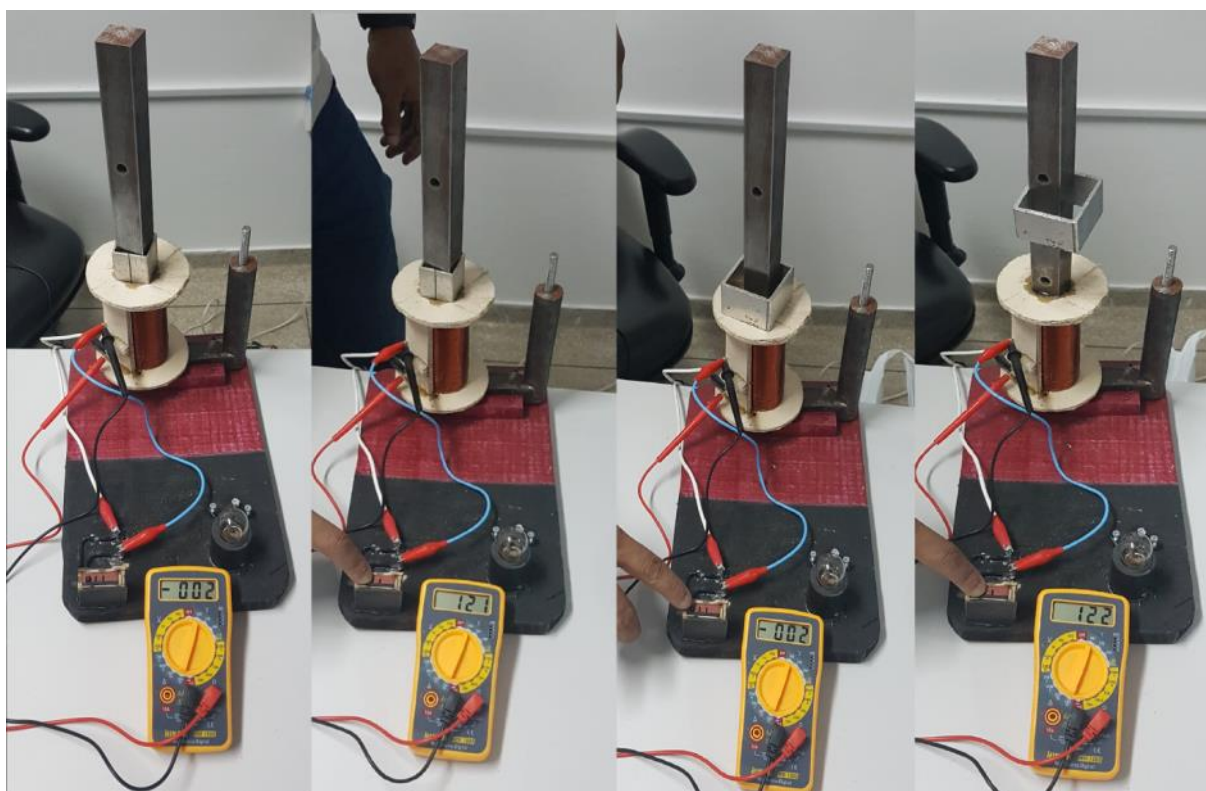
Fonte: do autor.

- Colocar o núcleo de ferro (15) sobre a base de madeira (2)
- Passar uma das extremidades do núcleo de ferro (15) dentro da bobina (11);
- Prender a barra quadrada (1) na vertical, no núcleo (15), sobre a bobina (11);

- Prender uma das garras do plugue (10) em um terminal da bobina (11) e a outra garra em dos terminais do interruptor da base de madeira (2);
- Ligar o terminal restante do interruptor ao terminal restante da bobina com um cabo com garras (9);
- Passar o tubo de alumínio cortado (6) na barra quadrada;
- Ligar o plugue à tomada e pressionar o botão do interruptor;
- Substituir o tubo (6) pelo tubo (7);
- Ligar o experimento novamente.

É importante promover o debate sobre os resultados do experimento e comentar sobre aplicações cotidianas desse efeito. A figura seguinte mostra o experimento em funcionamento.

Experimento “anel saltante” com espira aberta e espira fechada.



Fonte: do autor.

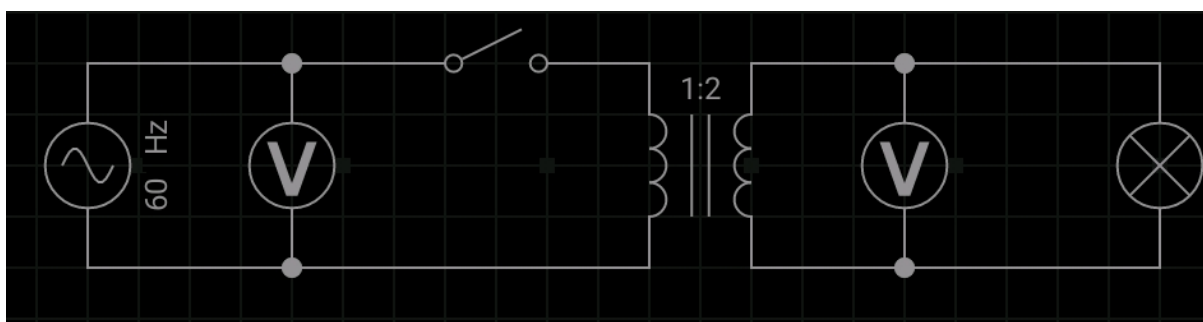
Na sequência o grupo responsável pela subestação de energia elétrica, apresentará sua pesquisa sobre o funcionamento de um transformador e seus tipos. Ao fim da apresentação será montado com o *kit* experimental, um transformador, e simular as situações propostas no roteiro do experimento.

## Transformador

A evolução dos aparelhos elétricos e sua popularização têm grande contribuição do transformador. Estes possibilitam a transmissão de energia em alta tensão e baixa corrente, diminuindo perdas, e também a utilização desta energia em variadas tensões. Este experimento mostra o princípio de funcionamento de um transformador e algumas possibilidades de seu uso. É importante ressaltar que o transformador está presente no cotidiano, a saber, nos postes da rua, nos fornos de micro-ondas ou até mesmo nos carregadores de celular.

Antes de iniciar o experimento é interessante questionar os alunos sobre alguma outra aplicação do transformador, ou algum fato que envolveu o equipamento. A montagem do experimento segue o diagrama da figura seguinte.

Esquema de montagem do transformador de corrente alternada.



Para montar o experimento do transformador serão necessários os itens do kit experimental descritos abaixo:

- Item 1: Barra quadrada;
- Item 2: Base de madeira;
- Item 5: Multímetro;
- Item 8: Porcas borboleta;
- Item 9: Cabo com garras;
- Item 10: Plugue;
- Item 11: Bobina com 600 espiras;
- Item 12: Bobina com 300+300 espiras;
- Item 15: Núcleo de ferro “U”;
- Tomada com 127 ou 220 Volts.

A montagem do experimento segue os passos descritos abaixo:

- Colocar o núcleo de ferro (15) sobre a base de madeira (2);

- Passar uma das extremidades do núcleo de ferro (15) dentro da bobina (11);
- Passar a bobina (12) na extremidade restante do núcleo (15);
- Encaixar a barra quadrada (1) nos parafusos e prender firmemente com as porcas (8);
- Ligar um dos terminais da extremidade da bobina (12) a um terminal da extremidade da lâmpada (14);
- Ligar o terminal central da bobina (12) ao terminal central da lâmpada (14);
- Prender uma das garras do plugue (10) em um terminal da bobina (11) e a outra garra em dos terminais do interruptor da base de madeira (2);
- Ligar o terminal restante do interruptor ao terminal restante da bobina com um cabo com garras (9);
- Ligar o plugue à tomada e pressionar o botão do interruptor;
- Trocar o polo usado na lâmpada;
- Ligar o experimento;
- Acionar a bobina (12) pelos terminais da extremidade;
- Ligar o experimento.

Proceder às anotações dos experimentos, e qual efeito percebido em cada mudança na montagem, e qual motivo provável para cada uma. A Figura à seguir mostra o experimento em funcionamento.





Finalmente, haverá a apresentação do experimento “Forno de indução eletromagnética” que trata das correntes parasitas, suas aplicações e consequências, após a exibição, enfatizar que a produção e transmissão de energia elétrica estão baseadas nos conceitos de indução eletromagnética.

## Forno de indução

A tecnologia vem numa evolução crescente e a necessidade de desenvolver processos de fabricação cada vez mais especializados acompanha este desenvolvimento. Durante a revolução industrial as peças das máquinas eram feitas por ferreiros ou em pequenas fundições. Porém, com o aumento da produção, a necessidade de materiais melhores e mais confiáveis foi tornando obsoletos esses meios de fabricação que expunham as matérias primas a contato com gases, e muitas vezes um controle de temperatura falho.

O forno de indução é conhecido por aquecer um determinado material sem entrar em contato direto com este, prevenindo as contaminações. Este fenômeno se deve a indução de correntes parasitas no interior do material e foi descoberto pelo físico francês Jean Bernard Léon Foucault em 1855.

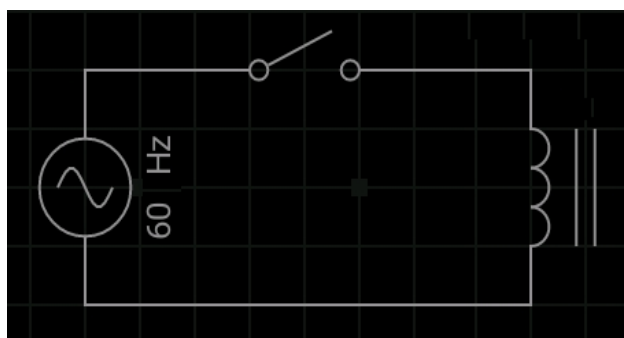
Segue abaixo os itens do kit experimental utilizados no experimento.

- Item 2: Base de madeira;
- Item 9: Cabo com garras;
- Item 10: Plugue;
- Item 11: Bobina com 600 espiras;
- Item 14: Feixe de varetas;
- Item 15: Núcleo de ferro “U”.

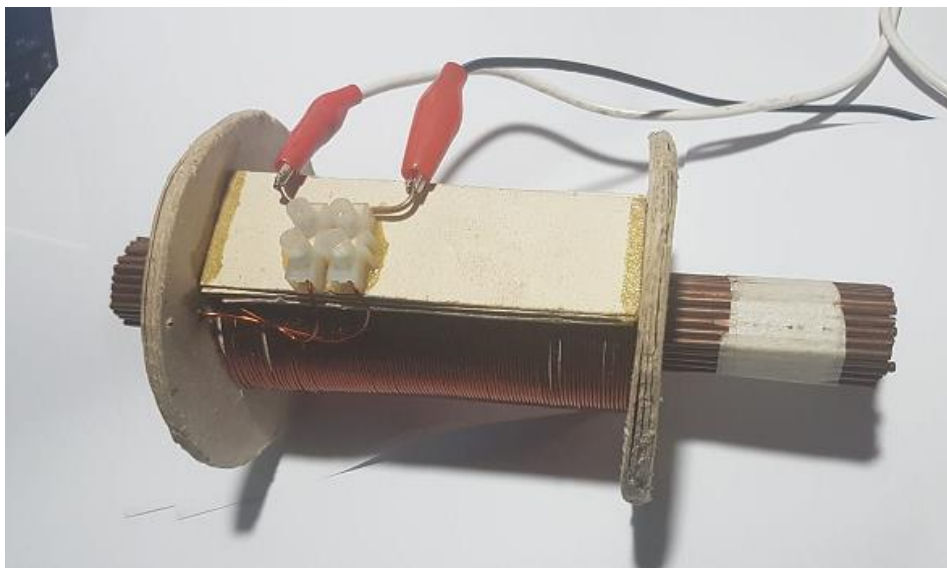
Outros materiais necessários;

- Tomada com 127 ou 220 Volts;

O diagrama seguinte mostra o esquema de montagem do experimento.



A Figura seguinte mostra a montagem final com o núcleo em varetas de aço e os passos a seguir.



- Passar uma das extremidades do núcleo de ferro (15) dentro da bobina (11);
- Prender uma das garras do plugue (10) em um terminal da bobina (11) e a outra garra em dos terminais do interruptor da base de madeira (2);
- Ligar o terminal restante do interruptor ao terminal restante da bobina com um cabo com garras (9);
- Verificar com o tato a temperatura do núcleo;
- Ligar o plugue à tomada e pressionar o botão do interruptor;
- Verificar a temperatura do núcleo de ferro (15) e substituí-lo pelo feixe de varetas (14) na bobina;
- Pressionar o interruptor por 15 segundos;
- Verificar a temperatura do feixe de varetas e comparar com a do núcleo.

9º etapa investigativa: Avaliação individual – Elaboração de Mapa conceitual e Retomada do Estudo de Caso. (2h/aula)

O Estudo de Caso “*Chegou o Verão! E problemas...*” será retomado. A as questões do Caso serão resolvidas individualmente e, na sequência, entregues ao professor.

Na segunda metade da aula o professor solicitará a confecção de novo mapa conceitual com o tema “Produção e Transporte de Energia Elétrica”, para verificar se houve indícios de aprendizagem significativa.

Cada grupo terá oportunidade de apresentar seu mapa conceitual, explicitando suas conclusões sobre o estudo realizado e comparando-as com o mapa conceitual inicial, por eles elaborados. Ao fim desta aula o professor pesquisador disponibilizará o link para os alunos responderem o questionário de avaliação da proposta didática.

### Avaliação da proposta didática.

Este questionário tem o objetivo de saber sua opinião sobre a proposta didática aplicada à sua turma.

**\*Obrigatório**

**Endereço de email \***

Sua resposta

**1- Costuma faltar as aulas de física? \***

1    2    3    4    5

sempre me ausento                        não me ausento

**2- Tem hábito de tirar dúvidas com o professor dentro ou fora das aulas? \***

1    2    3    4    5

não tiro dúvidas                        sempre tiro dúvidas

**3- Qual seu nível de esforço para estudar física? \***

1    2    3    4    5

nenhum esforço                        muito esforço

**4- Qual o seu grau de dificuldade com a disciplina de física? \***

1    2    3    4    5

muita dificuldade                        nenhuma dificuldade

**5- Considera a utilização de experimentos feitos com materiais de baixo custo importante para compreensão do conteúdo? \***

1    2    3    4    5

pouco importante                        muito importante

**6- Os assuntos abordados foram objetivos e claros? \***

1    2    3    4    5

insuficiente                        suficiente

**7- Os conteúdos abordados tem relevância em sua vida? \***

1    2    3    4    5

Pouco útil                        Muito útil

**8- A distribuição de conteúdo ao longo da proposta foi adequada? \***

1    2    3    4    5

inadequada                        adequada

**9- A resolução de um caso baseado em fatos vividos na escola tornaram as aulas mais interessantes? \***

1    2    3    4    5

pouco interessantes                        muito interessantes

**10- Você considerou importante para a compreensão do conteúdo, o uso da maquete simulando os problemas relacionados no Estudo de Caso? \***

1    2    3    4    5

pouco importante                        muito importante

**11- Como avalia o método de ensino abordado durante a aplicação da proposta didática? \***

1    2    3    4    5

péssimo                        ótimo

**ENVIAR**

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Disponível em < [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSew5N4aO-H9wf2g5NJ0X8GCu1m3ULikPYHt535wDpl3mRbjw/viewform?vc=0&c=0&w=1&usp=mail\\_form\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSew5N4aO-H9wf2g5NJ0X8GCu1m3ULikPYHt535wDpl3mRbjw/viewform?vc=0&c=0&w=1&usp=mail_form_link) >

