

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS MEDIANEIRA**

ROSENY DALLA VALLE

**ABORDAGEM DO CAMPO MAGNÉTICO NO ENSINO MÉDIO EM UMA
PERSPECTIVA SOCIOINTERACIONISTA**

**MEDIANEIRA
2018**



PRODUTO EDUCACIONAL:

ABORDAGEM DO CAMPO MAGNÉTICO NO ENSINO MÉDIO EM UMA
PERSPECTIVA SOCIOINTERACIONISTA

Roseny Dalla Valle

Orientadora:
Profa. Dra. Rita de Cássia dos Anjos

MEDIANEIRA
Setembro 2018

LISTA DE FIGURAS

Figura A.1: <i>Kit</i> para os grupos de alunos.	6
Figura A.2: <i>Kit</i> de materiais de uso coletivo.	6
Figura A.3: <i>Kit</i> acondicionado.	7
Figura A.4: Ícones dos aplicativos.....	16
Figura A.5: Interface do aplicativo <i>Régua</i>	16
Figura A.6: Interface do aplicativo <i>ElectroDroid</i>	17
Figura A.7: Interface do projeto de indutor cilíndrico.	17

LISTA DE QUADROS

Quadro A.1: Etapas da sequência didática.	20
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CAMPO MAGNÉTICO.....	7
2.1	PRIMEIRO ENCONTRO.....	8
2.1.1	Etapa 1: Pré-Teste.....	8
2.1.2	Etapa 2: Questionamento Inicial.....	10
2.2	SEGUNDO ENCONTRO.....	11
2.2.1	Etapa 3: Um Pouco De História Da Física.....	11
2.3	TERCEIRO ENCONTRO.....	13
2.3.1	Etapa 4: Conhecendo As Leis E Os Conceitos.....	13
2.4	QUARTO ENCONTRO.....	14
2.4.1	Etapa 5: Colocando Em Prática.....	14
2.5	QUINTO ENCONTRO.....	14
2.5.1	Etapa 6: Realizando Medidas E Utilizando Equações.....	14
2.6	SEXTO ENCONTRO.....	18
2.6.1	Etapa 7: Socializando O Conhecimento.....	18
2.7	SÉTIMO ENCONTRO.....	19
2.7.1	Etapa 8: Pós-Teste.....	19
	REFERÊNCIAS.....	23
	APÊNDICE A: PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE.....	24
	APÊNDICE B: RELATO DO VÍDEO.....	26
	APÊNDICE C: APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO.....	29
	APÊNDICE D: ATIVIDADE INVESTIGATIVA.....	53
	APÊNDICE E: TUTORIAL MULTÍMETRO.....	55
	APÊNDICE F: ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	58
	ANEXO A: TRANSCRIÇÃO DO TEXTO.....	60

1 INTRODUÇÃO

O produto educacional aqui apresentado foi desenvolvido e aplicado durante a participação no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF ofertado pela UTFPR Polo Medianeira no período de 2016 a 2018, sob a orientação da Prof.^a Dra. Rita de Cassia dos Anjos. O produto é constituído por dois *kits* de materiais e uma sequência de ensino, sua aplicação é destinada ao Ensino Médio em conteúdos relacionados a campo magnético. A aplicação do mesmo foi realizada para alunos de 2^a e 3^a séries do Ensino Médio no período de março a abril de 2018 no contra turno escolar em encontros semanais, tal organização objetivou reunir alunos em estágios de diferentes aprendizados.

Para a composição dos *kits* foram considerados os aspectos relacionados ao custo e utilização em sala de aula. Em relação ao custo dos materiais entende-se que deve ser acessível para as escolas ou professores que venham a se interessar em adquiri-los. Quanto a utilização dos mesmos em sala de aula verificou-se que é plenamente realizável. A organização dos *kits*, tendo como critério a seleção de materiais de preços acessíveis que foram adquiridos e alternativos que foram recolhidos em sucatas descartados na escola constituem-se em um para uso de cada grupo de alunos e outro para o uso coletivo. O *kit* destinado aos grupos de alunos, mostrado na Figura A.1, é composto por multímetro, ímãs de barra e circular, barras metálicas, limalhas de ferro e alumínio, pilhas e baterias, bússola, pregos, arruelas pedaços de plástico e madeira, lacres de latinhas e no *kit* coletivo na Figura A.2, encontram-se fios de cobre, alicate, tesoura, lixas, fita isolante, cordão e pinça. A Figura A.3 mostra os materiais do *kit* destinado aos grupos de alunos acondicionados em caixa plástica, da forma como receberam para as atividades investigativa e experimental.

O custo do *kit* coletivo ficou em torno de R\$50,00 e o para ser utilizado no grupo ficou em torno de R\$65,00, o que pode ser considerado um custo bem acessível.

Figura A.1: *Kit* para os grupos de alunos.



Fonte: Autora.

Figura A.2: *Kit* de materiais de uso coletivo.



Fonte: Autora.

Figura A.3: *Kit* acondicionado.



Fonte: Autora.

2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CAMPO MAGNÉTICO

A sequência de ensino ou sequência didática compreende a organização de atividades com o objetivo de chegar ao entendimento do campo magnético, por ser assunto amplo e com diversos conceitos envolvidos priorizou-se o estudo de eletroímãs nos aspectos relacionados a constituição, princípio de funcionamento e aplicações. Para tanto é proposto a organização do trabalho em formato de uma sequência de atividades que podem ser aplicadas na íntegra ou isoladamente. Sugere-se que seja aplicado na íntegra, porém, tendo em vista razões associadas aos meios materiais ou temporais nos espaços escolares e, considerando que em muitas escolas se constata a falta de materiais para atividades experimentais e o tempo destinado para disciplina de Física ser geralmente, de duas aulas semanais, pode-se utilizar algumas das atividades propostas. O produto pode ser desenvolvido integralmente em sala de aula, os materiais utilizados são de fácil aquisição e podem ser substituídos alternativamente por outros de acordo com a realidade das escolas, os recursos utilizados também podem ser adaptados de modo a produzirem resultados semelhantes.

As atividades que constituem a sequência didática estão articuladas de forma a possibilitar o reconhecimento do conhecimento prévio dos alunos e a comparação com o conhecimento adquirido ao final da implementação.

Reconhecimento e comparação que são realizados respectivamente pelos pré-teste e pós-teste.

A intervenção se dará de forma dialogada de modo a permitir a participação dos alunos, serão priorizadas as organizações dos alunos em grupos para permitir a troca de informações mesmo que estes se encontrem em diferentes níveis de conhecimento, estabelecendo-se assim um processo de mediação onde se propicie as relações com os conteúdos já aprendidos e os que serão desenvolvidos nesta intervenção.

A sequência didática desenvolvida em 7 encontros e 8 etapas é descrita a seguir.

2.1 PRIMEIRO ENCONTRO

2.1.1 Etapa 1: Pré-Teste

Duração: 30 minutos.

Recursos: instrumento avaliativo impresso.

Organização dos alunos: individual.

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos e comparar os resultados com o pós-teste para análise da intervenção.

O pré-teste com oito questões abordando os conteúdos de campo magnético, aplicações e princípio de funcionamento de solenoides encontra-se no Apêndice A. As questões que constituíram o pré-teste são descritas a seguir:

- Questão 1: A questão apresenta 3 figuras que representam o campo magnético. Na figura 1 tem-se o campo magnético em um solenoide, na figura 2 em um ímã permanente e na figura 3 está a representação do campo magnético em uma espira. O objetivo da questão é verificar se o aluno reconhece as representações para solenoide, ímã permanente e espira. São apresentadas cinco alternativas, das quais apenas uma descreve corretamente o fato.

▪ Questão 2: Tem por objetivo verificar se o aluno estabelece corretamente as relações entre a intensidade do campo magnético gerado por um solenoide com a variação da intensidade de corrente que o percorre, do número de espiras que contém e do comprimento.

▪ Questão 3: A questão tem por objetivo verificar se o aluno associa a variação do campo magnético em solenoides com a presença ou ausência de núcleo de ferro. As alternativas abrangem a presença ou ausência de núcleo de ferro no interior do solenoide e a variação na intensidade de corrente elétrica, das quais apenas uma descreve corretamente a relação.

▪ Questão 4: Nesta questão é abordada a relação da intensidade do campo magnético em torno de um solenoide e as relações entre corrente, comprimento e número de espiras

▪ Questão 5: Essa questão estabelece o procedimento para a construção de um eletroímã. Apresenta a relação de materiais para a construção de um eletroímã e pergunta qual procedimento deve ser realizado para construir. Quatro alternativas para o procedimento são apresentadas, das quais apenas uma é correta.

▪ Questão 6: Questão aberta abordando o princípio de funcionamento de eletroímãs, tendo como objetivo a verificação da compreensão do aluno quanto a função dos eletroímãs.

▪ Questão 7: Questão aberta onde o aluno deve citar três aparelhos que tenham eletroímãs na sua constituição.

▪ Questão 8: Apresenta valores de campo magnético, corrente, número de espiras e propõe a situação de que se a corrente estabelecida no mesmo solenoide fosse dobrada de valor, qual seria a intensidade do campo magnético. Foi fornecido a equação e o valor da constante de permeabilidade magnética. Para resolver o aluno poderia utilizar os dados fornecidos para determinar o comprimento do solenoide e substituir na equação da intensidade do campo magnético para determinar o valor correspondente ao dobro da intensidade do campo magnético. Outra forma de resolver é compreender que quando a corrente aumenta o campo magnético também aumenta, visto que foram mantidas constantes as outras grandezas. Sendo grandezas diretamente proporcionais quando o valor da corrente é dobrado a intensidade do campo magnético também será dobrada.

2.1.2 Etapa 2: Questionamento Inicial

Duração: 40 minutos.

Recursos: slides e multimídia.

Organização dos alunos: em grupos.

Objetivo: Despertar o interesse para o conhecimento abordado e levar o aluno a interagir com o conhecimento.

As problematização inicial parte do pressuposto que através da resolução de situações problemas o aluno é levado a tentativa de resolução, estabelecendo relações com os conhecimentos que já possui e com os novos conhecimentos que precisa adquirir, e nessa interação se estabelece o aprendizado. O que aqui se pretende é provocar o aluno no sentido de pensar como resolver o que está sendo proposto gerando um desconforto no mesmo, com o objetivo de despertar seu interesse para o conteúdo subsequente. De acordo com Gasparin (2015, p. 46): “A problematização representa um desafio para professores e alunos. Trata-se de uma nova forma de considerar o conhecimento, tanto em suas finalidades sociais quanto na forma de comunicá-lo e reconstruí-lo.”. Ou seja, a partir de perguntas iniciais se pretende levar o aluno a relacionar o conhecimento que já possui com o novo conhecimento que se pretende ensinar e despertar o interesse do mesmo na busca de respostas e a tentativa de resolução a partir de levantamento de hipóteses. A seguir são apresentadas as questões iniciais utilizadas:

1. Como pode ser demonstrado o campo magnético no ímã permanente em forma de barra?
2. Como gerar um campo magnético sem usar ímãs?
3. Como pode ser demonstrado o campo magnético em um eletroímã?
4. Todos os objetos são atraídos pelo eletroímã? Por quê?
5. E pelo ímã? Por quê?
6. Todos os objetos metálicos são atraídos pelo eletroímã?
7. Como aumentar o campo magnético em um solenoide?

8. O ponteiro de uma bússola sofre interferência ao ser aproximado do eletroímã conectado a uma bateria? E quando não conectado a bateria? Justifique.
9. Quais os princípios de funcionamento dos eletroímãs?

Aconselha-se, neste momento, registrar as respostas obtidas e a partir delas intervir de forma a estabelecer e ampliar a participação dos alunos.

2.2 SEGUNDO ENCONTRO

2.2.1 Etapa 3: Um Pouco De História Da Física

Duração: 70 minutos.

Recursos: multimídia, vídeo sugerido e slides.

Organização dos alunos: grupos.

Objetivos: Conhecer a vida e obra de Michael Faraday, entender a Ciência como construção humana. Reconhecer o processo de desenvolvimento das ideias científicas que possibilitaram aplicações nos instrumentos tecnológicos utilizados na atualidade.

No terceiro encontro é apresentado um vídeo sobre a obra e vida de Michael Faraday. O vídeo escolhido foi o episódio 10, da série Cosmos: Uma Odisseia do Espaço-Tempo, apresentada por Neil de Grasse Tyson cujo título na versão em português “O Visionário da Eletricidade”, a escolha da série dublada foi para que os alunos pudessem acompanhar com maior entendimento. O episódio tem duração de 39 minutos e aborda uma parte da vida e obra de Michael Faraday. A análise do vídeo apresentado encontra-se no Apêndice B. Este tem como objetivo mostrar que a ciência é uma construção e que a mesma não está concluída, e que o processo do conhecimento desenvolve-se de forma semelhante. Tal proposta de atividade leva em consideração autores como Vygotsky, Saviani e Gasparin [..]“o conteúdo é entendido como uma construção histórica, não natural, portanto, uma construção social historicizada para responder às necessidades humanas.” (GASPARIN, 2015, p.46). Pretende também considerar o fato de

Faraday ter desempenhado papel fundamental na explicitação das linhas de campo magnético e a partir de seu trabalho ter sido possível o desenvolvimento de diversos aparatos tecnológicos presentes no cotidiano do aluno. Outro aspecto importante que será abordado pelo vídeo é o fato de Faraday, apesar de não ter tido uma educação formal, tornar-se um grande conhecedor das teorias que o antecederam através da leitura e experimentação. Após a apresentação do vídeo são propostas duas questões sobre o mesmo para serem respondidas em grupo:

1. Situações excludentes tais como preconceito, segregação social e científica aparecem mais de uma vez no vídeo. Destaque e discuta duas situações excludentes que vocês constataram.
2. São demonstrados no vídeo vários experimentos realizados. Descreva um desses experimentos. Relacione os materiais utilizados, descreva o procedimento, os resultados obtidos, quem o realizou e a partir de qual referencial teórico.

As questões apresentadas acima propiciarão trabalhar o conteúdo nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal, conforme proposto por Zabala (1998, p.41-46), pois, para respondê-las, além de emitir um juízo de valor na primeira questão e descrever um procedimento na segunda questão em ambas a relação entre os conceitos apresentados e a generalização estão presentes. A questão 2 também constitui a aproximação inicial para que no momento em que será proposto que desenvolvam procedimentos de forma a responder as questões da atividade investigativa os alunos já possuam um referencial.

Como atividade complementar, após a apresentação, será sugerido aos alunos leitura do material disponibilizado no site Biografias, do Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, disponível em <http://www.ghtc.usp.br/Biografias/Faraday/Faraday3.htm>. O texto transcrito encontra-se no Anexo A.

2.3 TERCEIRO ENCONTRO

2.3.1 *Etapa 4: Conhecendo As Leis E Os Conceitos*

Duração: 50 minutos.

Recursos: slides e multimídia.

Organização dos alunos: em grupos ou individual.

Objetivo: Transmitir o conteúdo de forma dialógica, possibilitar a participação dos alunos.

Na apresentação de slides pretende-se transmitir aos alunos os conceitos, aplicações e equações relacionadas ao campo magnético, bem como as configurações apresentadas em ímãs de barra, fio, espira, solenoide, enfatizando-se os solenoides e eletroímãs. Considera-se que: “Os sujeitos aprendentes e o objeto da sua aprendizagem são postos em recíproca relação através da mediação do professor.” Gasparin (2015, p. 50). A abordagem terá ênfase nos conceitos, leis, princípio de funcionamento e aplicações. Neste momento, promovem-se formas de subsidiar o aluno para que o mesmo tenha as informações que serão utilizadas no decorrer da intervenção pedagógica e que ao realizar as construções e/ou investigações já possua meios que o levarão a desenvolver os procedimentos necessários para tal. Os conteúdos abordados serão concernentes aos domínios magnéticos, campo magnético em ímãs e solenoides, força magnética, aplicações dos solenoides e indução eletromagnética. Essa apresentação será de forma dialógica e a participação dos alunos é fundamental para que haja a interpretação dos símbolos, signos e equações que aparecem no decorrer da mesma. Serão apresentadas as equações para que o aluno se familiarize com elas e estabeleça relações entre a linguagem dos símbolos utilizados pela Física. Neste processo, fundamentando-se na teoria de Vygotsky (2001) ressaltando-se a importância de serem trabalhados os signos, a linguagem e a interação entre o que se ensina e o que se aprende. A apresentação encontra-se no Apêndice C.

2.4 QUARTO ENCONTRO

2.4.1 Etapa 5: Colocando Em Prática

Duração: 100 min.

Recursos: *kits* de materiais e atividade impressa.

Organização dos alunos: em grupos.

Objetivos: Desenvolver formas de resolução das questões apresentadas, demonstrar campos magnéticos, relatar os procedimentos utilizados e confeccionar instrumentos necessários para a realização da atividade.

Na atividade experimental investigativa, disponível no Apêndice D, os alunos receberão materiais de um *kit* que utilizarão para produzir elementos que serão investigados e propostos para a resolução das questões apresentadas. Esses elementos podem constituir experimentos e construções como bobinas, solenoide ou eletroímãs. A atividade investigativa fundamenta-se na teoria de Azevedo (2016, p.21-32). Pretende-se que os mesmos desenvolvam o processo sendo estimulados pela tentativa obtenção de respostas as perguntas que nortearão a atividade. Esta atividade é qualitativa e destina-se a possibilitar a verificação pelos alunos das configurações das linhas de campo, das diferenças ou semelhanças nas alterações da incidência de corrente elétrica, na quantidade de espiras, no formato do eletroímã, na presença ou ausência do núcleo de ferro, na substituição do núcleo por outro material entre outros conteúdos que poderão surgir no processo de realização.

2.5 QUINTO ENCONTRO

2.5.1 Etapa 6: Realizando Medidas E Utilizando Equações

Duração: 100 min.

Recursos: *kits* de materiais, celulares e atividade impressa.

Organização dos alunos: em grupos.

Objetivo: Realizar medidas, cálculos, analisar resultados obtidos e fazer comparações.

Na atividade experimental, disponível no Apêndice E, os alunos receberão um roteiro que propõe os passos que poderão seguir para a verificação e efetivação do que realizaram na atividade investigativa, ou seja terão a possibilidade de através da realização desta atividade verificar a intensidade do campo magnético sendo alterada a partir de mudanças em relação ao número de espiras do solenoide ou em relação a intensidade de corrente. Receberão o *kit* de materiais aqui já descrito, o qual já utilizado na atividade investigativa Nesta atividade, os alunos já devem saber utilizar o multímetro. Caso ainda não saibam é apresentado no Apêndice F um tutorial a respeito. Ao utilizar medidores elétricos passamos a realizar uma atividade quantitativa que pretende levar o aluno a realizar medidas experimentais e verificar os resultados obtidos, bem como utilizar as equações para comparar os resultados e compreender o significado das mesmas. Destaca-se que essas medidas não se constituirão necessariamente em valores exatos, visto que para isso o melhor instrumento a ser utilizado seriam osciloscópios, mas não possuindo tais elementos, propõe-se a realização de medidas utilizando multímetros, que apesar de não apresentar medidas com precisão, podem ser utilizadas para demonstrar as relações propostas que esta atividade tem por objetivo.

Foi previamente solicitado aos alunos que fizessem o download de dois aplicativos em seus celulares: *ElectroDroid* e *Régua*, ambos tem versões gratuitas e fáceis de fazer o *download*, os ícones desses são mostrados na Figura 4. O *ElectroDroid* constitui uma série de recursos que podem ser inseridos nas aulas de eletromagnetismo tais como:

- ✓ Símbolos utilizados para os dispositivos;
- ✓ Código de cores para resistores;
- ✓ Lei de Ohm;
- ✓ Resistência equivalente;
- ✓ Carga de capacitor;
- ✓ Dissipador e calculadora de potência;
- ✓ Indutor cilíndrico;

- ✓ Tabelas de resistividade e capacitância;
- ✓ Prefixos de unidades do SI;
- ✓ Divisor de tensão.

Para utilizar o aplicativo *ElectroDroid*, cuja interface é mostrada na Figura A.6, deve-se selecionar na aba calculadora o projeto do indutor cilíndrico (Figura A.7), se apresentará uma tela para serem informadas as medidas do diâmetro das espiras, a altura do solenoide, no caso o comprimento e o número de espiras, μ_0 está configurado com o valor de $4\pi \times 10^{-7}$ Tm/A, mas pode ser alterado caso se queira.

O aplicativo *Régua*, cuja interface é mostrada na Figura A.5, apresenta instrumentação para medidas de comprimento. Será utilizado para as medidas de diâmetro das espiras e comprimento dos solenoides. Para a utilização da *Régua* deve-se selecionar uma das opções no canto inferior direito e posicionar o que se quer medir na tela do celular.

Figura A.4: Ícones dos aplicativos.



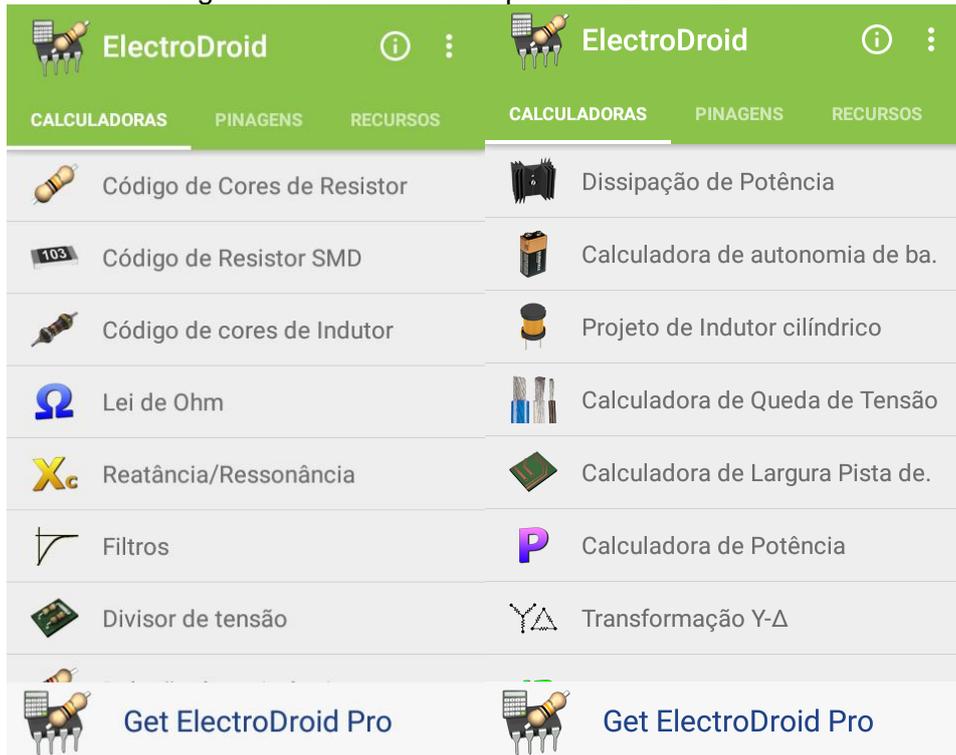
Fonte: Autora.

Figura A.5: Interface do aplicativo *Régua*.



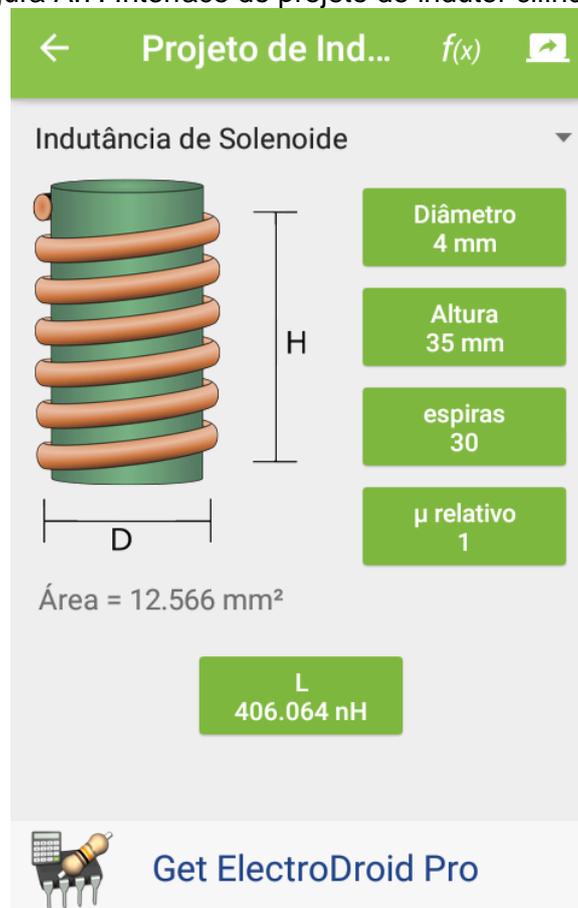
Fonte: Autora.

Figura A.6: Interface do aplicativo *ElectroDroid*.



Fonte: Autora.

Figura A.7: Interface do projeto de indutor cilíndrico.



Fonte: Autora.

Na primeira parte da atividade os alunos devem medir a corrente elétrica que atravessa o solenoide quando ligado a uma pilha, a seguir para quando ligado a duas pilhas associadas em série, utilizando o mesmo solenoide para ambas as medidas. O procedimento esperado e sugerido é que selecionem um solenoide, contem o número de espiras, meçam o comprimento e anotem na Tabela 1 do Apêndice H. A seguir conectem o solenoide a uma pilha e meçam a corrente elétrica. E conectando o mesmo solenoide a duas pilhas meçam novamente a corrente. Por meio dessa atividade esperava-se que o aluno verifique experimentalmente que ao aumentar a corrente elétrica que percorre o solenoide a intensidade do campo magnético também aumenta, e compreender que são grandezas diretamente proporcionais.

Na sequência, as medidas da corrente elétrica devem ser efetuadas para solenoides com maior e menor quantidade de espiras, mantendo-se o diâmetro das espiras e o comprimento e associando-o a uma pilha. Esperava-se que ao realizar esse procedimento os alunos compreendam que a quantidade de espiras e a intensidade do campo magnético são diretamente proporcionais.

Na segunda parte da atividade os alunos devem selecionar dois solenoides e realizar as medidas de comprimento, diâmetro e número de espiras, utilizando para as medidas o aplicativo *Régua*. De posse dessas medidas devem registrar os dados obtidos no aplicativo *ElectroDroid* para a determinar a indutância dos solenoides e posteriormente procederem a verificação se os resultados obtidos pelo aplicativo correspondem aos resultados obtidos através das equações para o cálculo da área e da indutância.

2.6 SEXTO ENCONTRO

2.6.1 Etapa 7: Socializando O Conhecimento

Duração: 100 min.

Recursos: *kits* de materiais e celulares.

Organização dos alunos: em grupos.

Objetivo: Compartilhar os conhecimentos adquiridos desenvolvendo apresentação dos aparatos construídos em grupo.

Para a atividade de socialização do conhecimento pretende-se que os alunos, realizem de forma independente a organização da apresentação e das complementações que venham a realizar, possam interagir com o conhecimento procurando desenvolver estratégias para apresentar ao grupo as suas constatações ideias, procedimentos que foram adotados na interação com os conteúdos durante o desenvolvimento da sequência didática realizada, bem como possibilitar o desenvolvimento de atitudes e posturas necessárias ao desempenho da atividade. Nesta atividade os alunos terão autonomia para a realização da mesma, visto que esse é o objetivo, ou seja, que os alunos organizem coletivamente e em seus respectivos grupos a forma de como encaminhar e realizar a atividade.

2.7 SÉTIMO ENCONTRO

2.7.1 Etapa 8: Pós-Teste

Duração: 30 minutos.

Recursos: instrumento avaliativo impresso.

Organização dos alunos: individual.

Objetivo: Verificar a aprendizagem obtida pelos alunos e comparar com os resultados do pré-teste.

O pós-teste encontra-se no Apêndice A e tem como objetivo verificar a validade da intervenção, através da comparação entre o pré-teste e o desempenho dos alunos durante a realização da mesma. Destaca-se que o instrumento utilizado para o pós-teste foi o mesmo que para o pré-teste.

O Quadro 1.1, apresenta as etapas da sequência didática, as atividades realizadas, os objetivos a serem atingidos para cada etapa, as estratégias, os recursos que foram utilizados e a estimativa de tempo para a realização das atividades propostas.

Quadro A.1: Etapas da sequência didática.

Etapas	Atividades/organização dos alunos	Objetivos	Estratégias	Recursos	Tempo estimado
1	Pré-teste. Individual	Verificar o conhecimento prévio dos alunos e comparar os resultados com o pós-teste para análise da intervenção.	Avaliação impressa diagnóstica para verificar o conhecimento prévio dos alunos, constituída de questões objetivas, semiaberta e abertas.	Avaliação impressa.	30 min
2	Questionamento inicial. Coletiva	Despertar o interesse para o conhecimento abordado no pré-teste e levar o aluno a interagir com o conhecimento.	Intervenção dialogada com perguntas relacionadas ao conceito, contextualização e aplicação dos eletroímãs.	Slides e multimídia.	40 min
3	Um pouco de História da Física. Coletiva Grupo Individual	Conhecer a vida e obra de Michael Faraday, entender a Ciência como construção humana. Informar o processo de desenvolvimento das	Episódio 10: The Electric Boy da série Cosmos, apresentada por Neil G. Tyson que aborda vida e obra de Michael Faraday. Dublado com duração de	Vídeo e multimídia. Questões em slides. Texto digital.	70 min

		ideias científicas que possibilitaram aplicações nos instrumentos tecnológicos utilizados na atualidade.	39 min. Resolução de questões referentes ao vídeo. Texto complementar sobre a vida e obra de Michael Faraday.		
4	Conhecendo as leis e os conceitos. Coletiva.	Transmitir o conteúdo de forma dialógica, possibilitar a participação dos alunos.	Slides sobre conceitos, equações e aplicações. Exposição de forma dialógica com a participação dos alunos, apresentando figuras, gifs e vídeos curtos.	Slides e multimídia.	50 min.
5	Colocando em prática. Grupo	Desenvolver formas de resolução das questões apresentadas, demonstrar campos magnéticos e	Atividade experimental investigativa de construção de elementos para a resolução das questões apresentadas.	Atividade investigativa impressa. Kits de materiais.	100 min.

		confeccionar solenoides e eletroímãs com o material disponibilizado.	Acompanhamento do professor.		
6	Utilizando equações e realizando medidas. Grupo	Realizar medidas, cálculos, analisar resultados obtidos e fazer comparações. Utilizar software para celulares.	Atividades experimentais e escritas, utilização do aplicativo e de medidores elétricos.	Atividade experimental impressa. Kits de materiais. Celulares e aplicativo*.	100 min.
7	Socializando do conhecimento. Coletiva Grupo	Compartilhar os conhecimentos adquiridos desenvolvendo apresentação dos aparatos construídos em grupo.	Apresentação dos alunos dos elementos construídos e dos roteiros organizados pelos grupos.	Kit de materiais. Organização dos alunos.	100 min.
8	Pós-teste. Individual	Verificar a aprendizagem obtida pelos alunos e comparar com os resultados do pré-teste.	Avaliação de verificação do aprendizado adquirido pelos alunos.	Avaliação impressa.	30 min.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. C. P. S. in CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2016. cap. 2.

GASPARIN, J. L. **Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**. 5 ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2015. 190 p.

SAVIANI, Demerval. **Pedagogia Histórico-Crítica**. 8. ed revista e ampliada. Campinas, SP: Autores Associados, 2003. 153 p.

VIGOTSKI, L.S. A construção do pensamento e a linguagem. Tradução Paulo Bezerra .São Paulo :Ed Martin Fontes, 2001. 496 p.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como Ensinar**. Tradução Ernani F. da F. Rosa . Porto Alegre: ArtMed, 1998. 224 p.

APÊNDICE A: PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Aluno(a):.....Nº:....Série/Turma:.....Data:....

1. Observe as representações abaixo e assinale a alternativa correta:

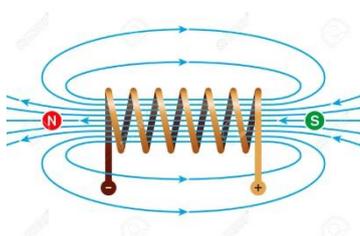


Figura 1.

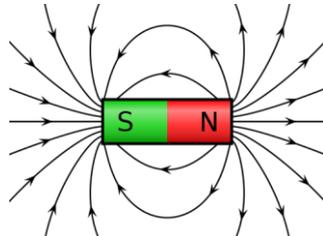


Figura 2.

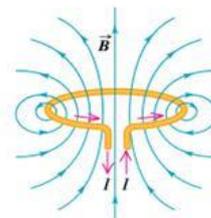


Figura 3.

- a) A figura 1 apresenta as linhas de campo magnético em uma espira.
b) A figura 2 apresenta as linhas de campo magnético em uma espira.
c) A figura 3 apresenta as linhas de campo magnético em um solenoide.
d) As três figuras apresentam linhas de indução em ímãs permanentes.
e) Uma das figuras apresenta as linhas de indução em um ímã permanente.
2. Sobre a intensidade do campo magnético gerado por um solenoide, assinale a alternativa correta:
- a) O campo magnético é inversamente proporcional ao número de espiras.
b) O campo magnético é inversamente proporcional ao comprimento do solenoide.
c) O campo magnético é inversamente proporcional a corrente elétrica.
d) O campo magnético é inversamente proporcional à permeabilidade magnética.
3. Denominamos solenoide um fio condutor elétrico enrolado, de forma espiral, ao longo de um cilindro. Considere que o solenoide, muito comprido, seja percorrido por uma corrente elétrica contínua e crie na região interna um campo magnético. Avalie qual(is) das alternativa(s) é(são) correta(s).
- a) A intensidade do campo magnético diminuirá, caso seja introduzida uma barra de ferro no interior do solenoide.
b) A intensidade do campo magnético no interior do solenoide será duplicada caso seja duplicado o comprimento.
c) A intensidade do campo magnético aumentará, caso seja introduzida uma barra de ferro no interior do solenoide.
d) A intensidade do campo magnético aumentará, caso seja reduzida a intensidade da corrente que o percorre.

4. Com relação à intensidade do campo magnético em torno de um solenoide são feitas as seguintes afirmações:
- I. Ao duplicar o número de espiras que compõe o solenoide a intensidade do campo magnético em torno deste, é duplicado.
 - II. Ao reduzir pela metade a corrente elétrica que o percorre, a intensidade do campo magnético em torno do solenoide é duplicada.
 - III. Ao duplicar a corrente elétrica que o percorre, a intensidade do campo magnético em torno do solenoide é duplicada.
 - IV. Ao duplicar o número de espiras que compõe o solenoide a intensidade do campo magnético em torno deste corresponderá à metade.

A alternativa que apresenta as afirmações corretas é:

- a) I e II b) II e IV c) III e IV d) I e III I e IV
5. A atividade proposta por uma professora de Física é que seus alunos construam um eletroímã e para isso recebem os seguintes materiais: prego de ferro, pilha e um pedaço de fio de cobre. Qual dos procedimentos descritos abaixo possibilitará a realização da atividade corretamente?
- a) Amarre em uma das extremidades do fio, o prego e, na outra, a pilha.
 - b) Ligue a pilha nas extremidades do prego e, pendure o prego no fio.
 - c) Enrole o fio no prego e ligue a pilha nas extremidades do fio.
 - d) Enrole o fio na pilha e empurre a pilha com o prego.
6. Eletroímãs desempenham importante papel no funcionamento de muitos aparelhos eletrônicos que usamos diariamente. Qual o princípio de funcionamento dos eletroímãs?

7. Escreva 3 (três) exemplos de aparelhos que tem eletroímãs em sua constituição.
- 1.
 - 2.
 - 3.
8. O módulo do campo magnético em um solenoide composto por 300 espiras é $0,1\pi$ T, quando no solenoide flui uma corrente de 2A, qual será o módulo do campo magnético quando o solenoide for percorrido por 4A?

Dados: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A

$$e \quad B = \frac{N \cdot i \cdot \mu_0}{l}$$

APÊNDICE B: RELATO DO VÍDEO

Ficha técnica:

Cosmos: A Spacetime Odyssey

Formato: Série

Categoria: Documentário Científico

Duração: 44 minutos por episódio – 13 episódios

Ano de lançamento: 2014 (EUA)

Direção: Brannon Braga, Bill Pope, Ann Druyan.

Apresentação: Neil de Grasse Tyson.

Figura 1: Recorte da vinheta de abertura da série.



Fonte: Episódio 10 – série Cosmos.

Cosmos: A Spacetime Odyssey é uma série estadunidense produzida em 2014 e apresentada pelo físico Neil de Grasse Tyson, é um documentário científico sobre o universo, constituído em sua primeira temporada por 13 episódios. A série atual é a continuação de Cosmos que foi apresentada em 1980 por Carl Sagan e representou importante papel de divulgação científica.

Cosmos: Uma Odisseia do Espaço-Tempo, em sua versão em português, semelhantemente a primeira, continua aproximando o conhecimento científico dos que a assistem e acompanham os episódios. Um dos aspectos importantes para utilizá-la como recurso pedagógico no Ensino Médio é que a linguagem apresentada se mostra adequada para a faixa etária, além de apresentar pequenos trechos sobre a vida e a obra de cientistas que participaram na construção do conhecimento de forma clara e objetiva.

A escolha do episódio 10: The Electric Boy deve-se ao fato de que o mesmo faz uma abordagem dos conhecimentos relacionados ao magnetismo e a eletricidade e sua unificação enquanto eletromagnetismo, denotando o aspecto teórico e experimental utilizados na sistematização destes conhecimentos. Esse episódio foi apresentado na versão dublada e cujo título

em português ficou como: “O Visionário da Eletricidade”, título este bem apropriado, visto que retrata a vida e obra de Michael Faraday, pela contribuição importante deste cientista na construção e sistematização desses conhecimentos. É mostrado um pouco da infância de Faraday e quando ainda jovem após um incidente ocorrido na escola sugere-se que tenha sido a motivação para a ruptura do cientista com a educação formal. O jovem Faraday é encaminhado para o aprendizado do ofício de encadernação, onde tem acesso a muitas produções científicas, o que oportuniza a leitura de muitos textos científicos adquirindo de forma autônoma conhecimentos que o permitem, mais tarde, desenvolver suas teorias. Ainda jovem, assiste a uma série de conferências proferidas por Humphry Davy, contemporâneo e importante cientista, no Royal Institution em Londres. Enquanto as assistia tomou notas as quais encadernou como um livro e presenteou Davy com a pretensão de ser inserido no mundo da ciência, o que não aconteceu naquele momento. Um acidente ocorrido com Davy durante a execução de um experimento o leva a chamar Faraday para desempenhar a função de secretário. Faraday acompanha os experimentos realizados por Davy e outros colaboradores e os refaz, acabando por numa dessas situações desenvolver o primeiro motor. Davy sugere que Faraday acompanhe a produção de vidros na Bavária, numa clara tentativa de eliminar a concorrência, mesmo a contragosto Faraday o faz. Apesar dos esforços na fabricação de lentes não obtém sucesso e retorna ao laboratório.

Em 1820 Oersted divulgou a realização de um experimento no qual se estabelecia a relação entre eletricidade e magnetismo, o que já era esperado pela comunidade científica. A constatação feita pelo cientista foi que o movimento da agulha de uma bússola era alterado quando um fio próximo a ela era percorrido por corrente elétrica. Davy reproduz o experimento e Faraday registra essa experiência em seu caderno de laboratório e a partir dessa experiência realiza outras, dentre as quais produzir rotações contínuas de fios e ímãs em torno uns dos outros, sendo este fenômeno conhecido como rotações eletromagnéticas.

Faraday sucede Davy na direção do laboratório e inicia as palestras de Natal; importante evento de divulgação científica que ocorre até o presente; proferindo uma das primeiras palestras. Continua suas pesquisas e demonstra

que o movimento de um ímã permanente sendo introduzido no interior de um solenoide produz corrente elétrica. Começa a apresentar lapsos de memória e sua esposa ajuda-o com a sua correspondência, aos 49 anos apresenta problemas de memória e depressão. Muitas de suas contribuições ainda estariam por vir como as linhas de campo em torno de substâncias magnéticas como ímãs e em torno de elementos percorrido por corrente elétrica.

Realizou em 1824 uma experiência que marcou o início de sua busca pelo efeito da indução eletromagnética. A experiência foi introduzir um ímã em um solenoide conectado a uma bateria um galvanômetro para verificar a variação na corrente elétrica. Um tempo depois conseguiu que uma corrente elétrica em um circuito induzisse corrente em outro circuito. O que se seguiu foi que conseguiu induzir corrente elétrica pela variação de um campo magnético. Demonstrando o princípio de funcionamento do primeiro gerador que transforma energia mecânica em energia elétrica. Enunciou a formulação original para a lei da indução eletromagnética que posteriormente recebeu a formulação matemática por James Clerk Maxwell. Investigou o fenômeno do diamagnetismo e o efeito do magnetismo sobre a luz polarizada. Conseguindo finalmente descobrir a rotação magnética do plano de polarização da luz e que possibilitou um caminho para a unificação entre teorias de diferentes campos.

O episódio mostra que a ciência é uma construção histórica e que o processo é conseguido através de vários cientistas que ao longo da mesma procuram desvendar o significado das coisas. Mostra também que esses cientistas possuíam limitações, mas apesar dos resultados infrutíferos persistiram em suas pesquisas. Faraday compensou a falta de formalismo matemático tornando-se um grande experimentador e incansável na busca de provar as teorias sobre o eletromagnetismo e apesar de não ter permanecido muito tempo na escola passou grande parte de sua vida lendo.

APÊNDICE C: APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Orientanda: Prof. Roseny Dalla Valle

Orientadora: Prof. Dra. Rita de Cássia dos Anjos

Conteúdo estruturante: Eletromagnetismo

Conteúdos básicos: Carga, corrente elétrica, campo e ondas eletromagnéticas, força eletromagnética e lei de Faraday.

Conteúdos específicos: campo magnético em ímãs, fios, espiras, bobinas e solenoides, força magnética e indução magnética.

Questões iniciais

1. Como pode ser demonstrado o campo magnético no ímã permanente em forma de barra?
2. Como gerar um campo magnético sem usar ímãs?
3. Como pode ser demonstrado o campo magnético em um eletroímã?

Questões iniciais

4. Todos os objetos são atraídos pelo eletroímã? Por quê?
5. Como aumentar a intensidade do campo magnético em um eletroímã?
6. O ponteiro de uma bússola sofre interferência ao ser aproximado do eletroímã conectado a uma bateria? E quando não conectado a bateria? Justifique.

Questões iniciais

7. Quais os princípios de funcionamento dos eletroímãs?



Conceitos básicos

Ímãs

- Os ímãs se caracterizam por apresentar dois polos, e pelo princípio de inseparabilidade dos polos mesmo que sejam quebrados ao meio permanecerão com dois polos.
- Os polos norte e sul dos ímãs serão atraídos por polos magnéticos diferentes e repelidos por polos iguais, ou seja, norte atrai sul e sul atrai norte, e sul repele sul e norte repele norte.

Domínios magnéticos

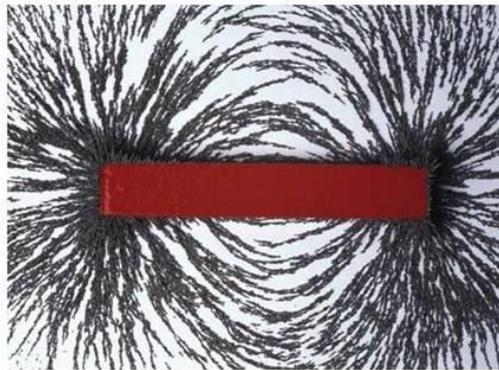
Domínios magnéticos são regiões em que se agrupam átomos magnéticos alinhados. Quando essas regiões se alinham umas com as outras, a substância que as contém torna-se um ímã.



Fonte: <http://olabirintocientifico.blogspot.com.br/2012/04/dominios-magneticos-e-multidoes.html>

Campo magnético

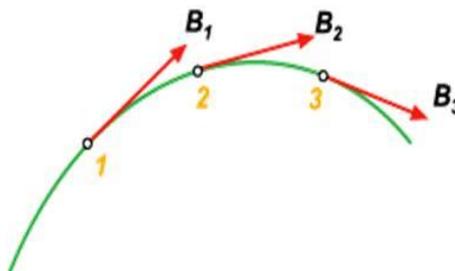
Campo magnético é uma região com influência magnética ao redor de um polo magnético ou de uma partícula carregada em movimento.



Fonte: <http://www.geographylive.com/notes/earth-magnetism>

Linhas de indução

- Em um campo magnético, chama-se de linha de indução toda linha que, em cada ponto, é tangente ao vetor \mathbf{B} e orientada no seu sentido.



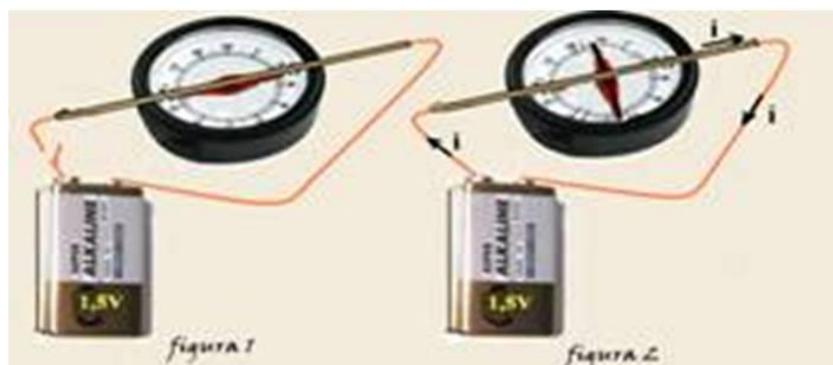
Fonte: <http://efisica.if.usp.br/electricidade/>

Experiência de Oersted

- Quando uma corrente elétrica atravessa um fio condutor, cria-se em torno dele um campo magnético. Isso foi comprovado por Oersted em 1820, quando ele observou que a agulha de uma bússola defletia sua posição quando próxima a ela havia um fio condutor pelo qual passava uma corrente elétrica.

Experiência de Oersted

- Na figura 1 o circuito está aberto.
- Na figura 2 o circuito está fechado.



Fonte: <http://fisicaevestibular.com.br/>

Campo magnético

Lembrando que:

Campo magnético é uma região com influência magnética ao redor de um polo magnético ou de uma partícula carregada em movimento.

A seguir são apresentados o campo magnético gerado por corrente elétrica em condutores, espiras e solenoides:

Campo magnético devido a corrente elétrica

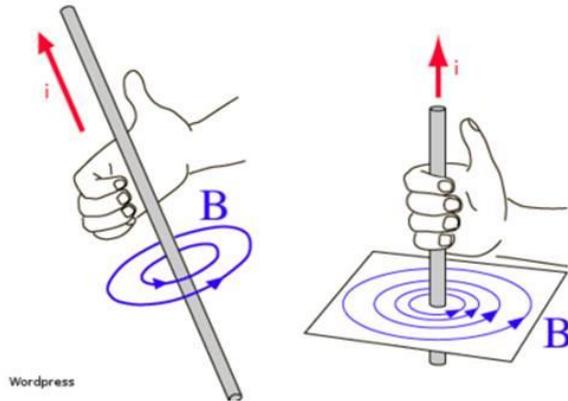
Em condutores cilíndricos:

- O campo magnético que circunda um condutor por onde flui uma corrente pode ser visualizado com um pouco de limalha de ferro depositada em uma superfície como um papel cartão ao redor do fio condutor. A limalha revela um padrão de círculos concêntricos ao redor do fio.

Campo magnético devido a corrente

- A intensidade do campo magnético em condutor cilíndrico é calculado por:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$



Fonte: <http://fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1149>

Campo magnético devido a corrente

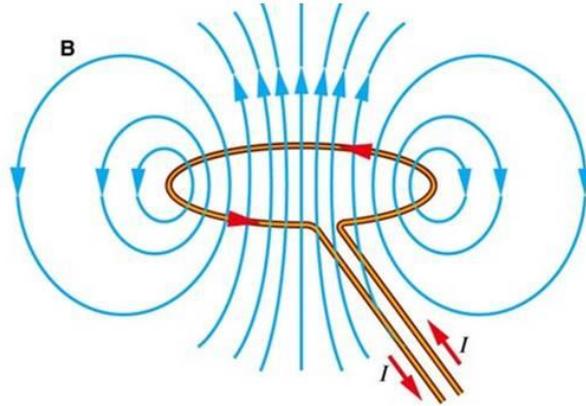
Em espira circular:

- Se um condutor for encurvado formando uma espira, as linhas do campo magnético se agruparão formando um feixe na região interior da espira.

Campo magnético devido a corrente

- A intensidade do campo magnético em espira é calculado por:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$



Fonte: http://masimoes.pro.br/fisica_el/campos-magneticos-produzido.html

Campo magnético devido a corrente

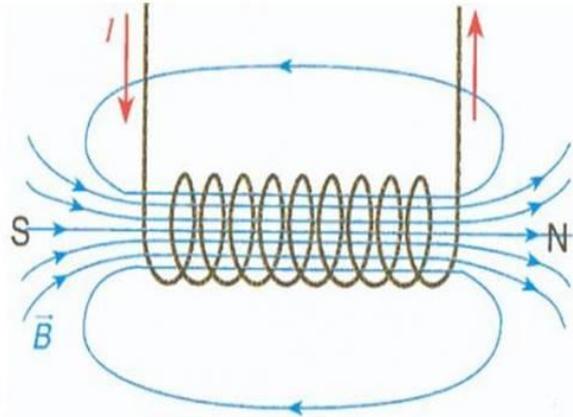
Em solenoide:

- As linhas de indução no interior do solenoide são paralelas ao seu eixo.
- O campo magnético de um solenoide é muito semelhante a de um ímã em forma de barra.

Campo magnético devido a corrente

- A intensidade do campo magnético em solenoide é calculado por:

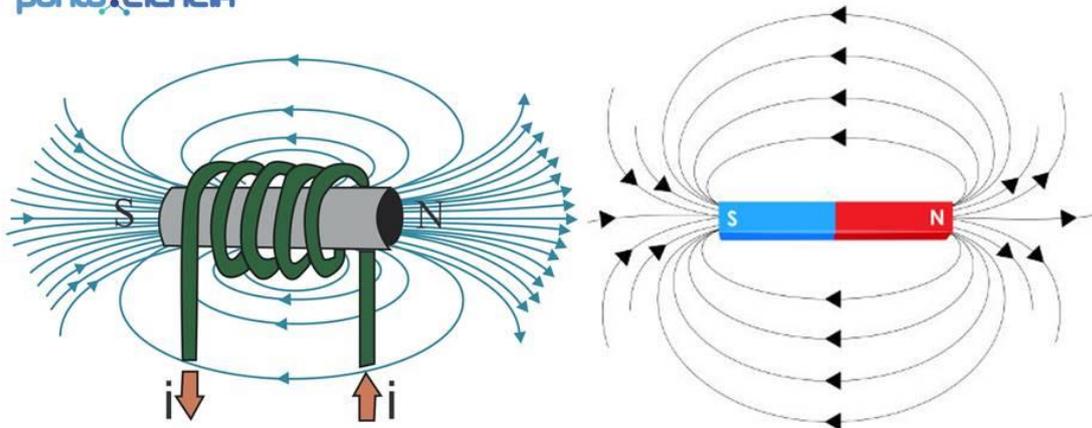
$$B = \frac{N\mu_0 i}{l}$$



Fonte: www.infoescola.com/fisica/campo-magnetico/

Campo magnético: solenoide e ímã em forma de barra

ponto:ciência



Fontes: <http://pontociencia.org.br/galeria/?content%2FFisica%2FEletromagnetismo%2FCampo+mag+de+solenoides+%281%29.jpg> e <https://vestibular.brasescola.uol.com.br/enem/magnetismo-para-enem.htm>

Ainda sobre solenoides



Linac 1 – Primeiro acelerador de partículas do CERN.

Fonte: Autora.

Solenóide exposto no CERN.

Fonte: Autora.

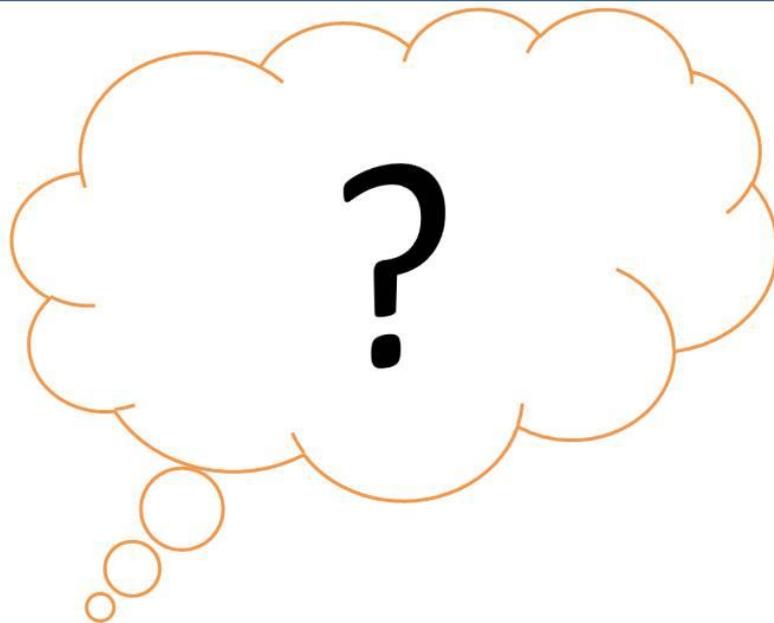
Solenóide

- Um solenoide é constituído de um fio condutor enrolado de tal modo que forme uma sequência de espiras em forma de tubo.
- Se por ele passar corrente elétrica, gera-se um campo magnético no sentido perpendicular à seção reta do solenoide.

Solenóide

- Se um fio é encurvado, formando uma espira, as linhas do campo magnético se agruparão formando um feixe na região interior à espira.
- Se o fio for encurvado formando outra espira, superposta à primeira, a concentração das linhas do campo magnético no interior das espiras é duplicada.
- Ou seja, a intensidade do campo magnético nesta região aumenta com o aumento do número de espiras.

Mas, como pode ser comprovado?



Força magnética

- Força magnética entre ímãs é a atração entre polos magnéticos diferentes e repulsão entre polos iguais. Entre um campo magnético e uma partícula carregada em movimento, é a força defletora devido ao movimento da partícula.

Força magnética

- A força defletora é perpendicular à velocidade da partícula e também perpendicular às linhas do campo magnético. Essa força atinge um valor máximo quando as partículas carregadas se movimentam perpendicularmente às linhas do campo, e um valor mínimo (zero) quando se movimentam paralelamente às linhas do campo magnético.

Força magnética

The diagram shows the equation $F_m = q.v.B.sen \alpha$ enclosed in a rectangular box. Arrows point from text labels to the variables in the equation: 'Força magnética (N)' points to F_m ; 'carga elétrica (C)' points to q ; 'velocidade da carga (m/s)' points to v ; 'intensidade do vetor indução magnética (T)' points to B ; and 'ângulo entre "B" e "v"' points to α .

Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/4142490/>

Eletroímãs, o que são?

- Uma bobina conduzindo uma corrente elétrica constitui um eletroímã.



Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/ele11.htm>

Eletroímãs, o que são?

- Eletroímãs são imãs cujo campo é produzido por uma corrente elétrica. Normalmente, têm a forma de uma bobina de fios enrolados, com um pedaço de ferro no interior.

Eletroímãs, com aumentar a intensidade?

- A intensidade de um eletroímã pode ser aumentada, aumentando-se a corrente que flui pelo dispositivo e o número de espiras em torno do núcleo.
- Eletroímãs têm intensidades reforçadas pela introdução de um núcleo de ferro no interior da bobina.

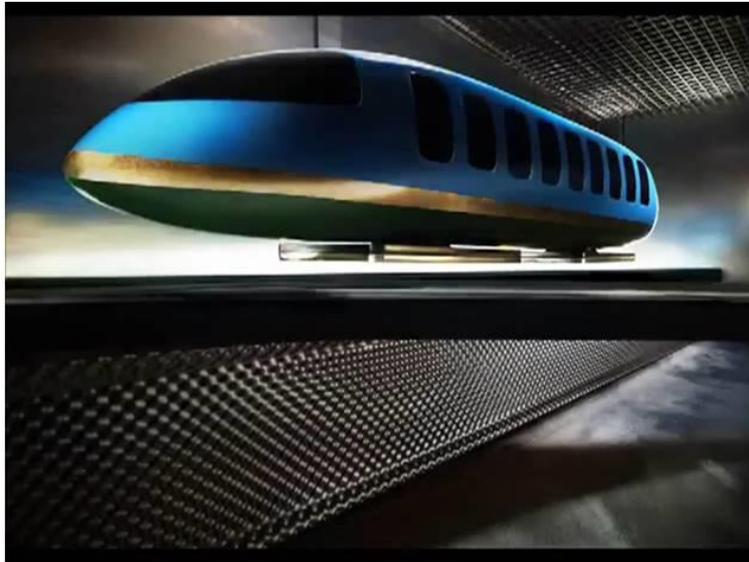
Eletroímãs, com aumentar a intensidade?

- Os domínios magnéticos do ferro do núcleo são forçados a se alinharem com o campo magnético da bobina, reforçando a intensidade do campo.
- Em eletroímãs extremamente fortes, como os que são usados para controlar feixes de partículas carregadas em aceleradores de alta energia, não são usados núcleos de ferro, pois além de determinado ponto todos os seus domínios estão alinhados e nenhum reforço do campo se consegue daí em diante.

Todos têm núcleos?

- Eletroímãs não precisam ter núcleos de ferro.
- Eletroímãs sem núcleo são usados no transporte por levitação magnética, ou *maglev*.
- A levitação é conseguida pelas espiras magnéticas que se distribuem ao longo do trilho, denominado guia de linha.

Levitação magnética



Fonte: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=17993>

Supercondutores



Fonte: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=10385>

Todos tem núcleos?

- Os eletroímãs mais poderosos sem núcleos de ferro usam espiras supercondutoras por onde circulam, com facilidade, enormes correntes elétricas.
- Eletroímãs utilizam espiras supercondutoras para gerar campos magnéticos extremamente intensos e o fazem de modo econômico porque não há perdas de calor, embora seja necessário energia para manter frio o supercondutor.

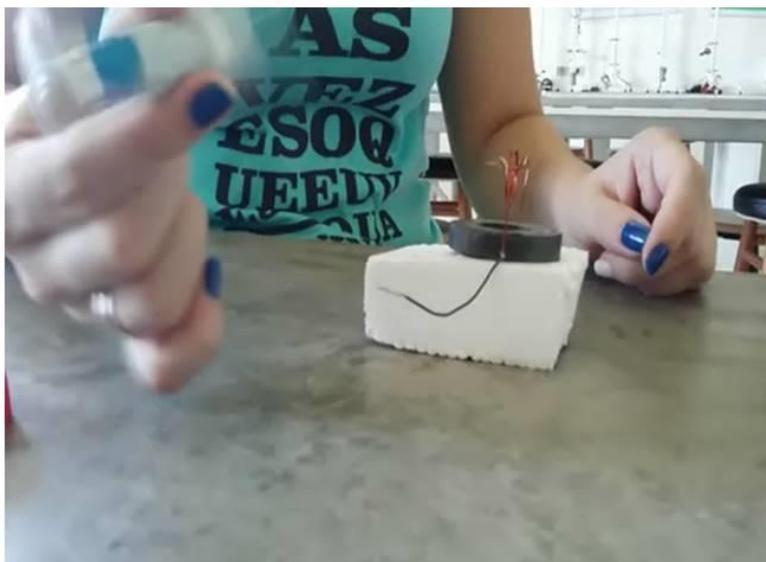
Onde são usados?

- No acelerador de partículas *Large Hadron Collider – LHC*, em Genebra, Suíça, eletroímãs supercondutores direcionam partículas de alta energia ao longo de uma circunferência de aproximadamente 27 km.
- Eletroímãs supercondutores também são usados em aparelhos de imagem por ressonância magnética.

Onde são usados?

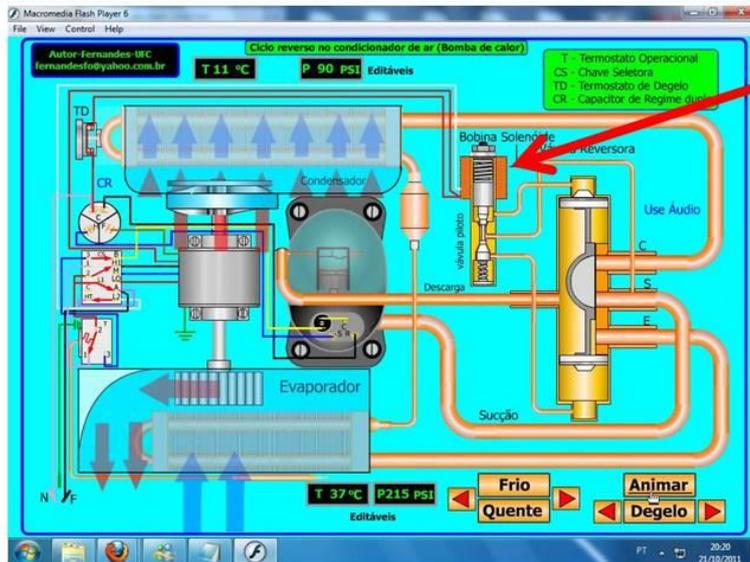
- Supercondutores ou não, os eletroímãs fazem parte do nosso cotidiano. Estão nos sistemas de som, em motores elétricos, em automóveis, em celulares, computadores, entre outros.
- A seguir são mostrados alguns objetos que os utilizam em suas constituições:

Motor



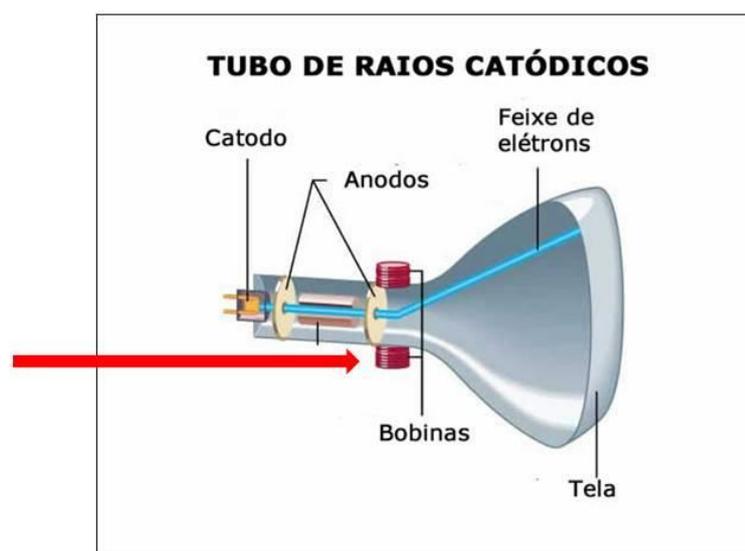
Fonte: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=20315>

Ar condicionado



Fonte: <http://www.webarcondicionado.com.br>

Tubo de raios catódicos



Fonte: <http://danjovic.blogspot.com.br>

Um pouco de história



Michael Faraday
(1791-1867)

Fonte: <https://scientist6669.weebly.com>

Michael Faraday

- Teve apenas uma educação escolar básica. Aos 13 anos tornou-se aprendiz de um encadernador. Durante 7 anos encadernava livros durante o dia e a noite lia.
- Era interessado em ciências, especialmente eletricidade.
- Assistiu a algumas palestras, tomou notas e reuniu-as em uma espécie de livro.

Michael Faraday

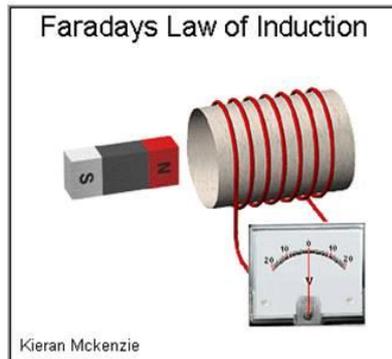
- Faraday veio a ser um dos mais importantes cientistas experimentais de sua época.
- Suas descobertas foram significativas na química, eletricidade e no magnetismo.
- Sua mais notável descoberta foi ao mover um ímã no interior de espiras de fio, induzindo nelas uma corrente elétrica.

Indução magnética

- Alterando-se o campo magnético no interior de uma espira fechada induz-se uma voltagem. Se a espira for um condutor elétrico, então será induzida uma corrente.
- Quando um ímã é empurrado para o interior de uma bobina, aparece nesta uma voltagem induzida e as cargas no seu fio são colocadas em movimento.
- Se um ímã for empurrado para dentro de uma bobina com duas vezes mais espiras do que a outra, então uma voltagem duas vezes maior será induzida na bobina com mais espiras.

Indução magnética

- Uma voltagem é induzida na espira quando o campo magnético se move através do fio, ou quando o fio se move através do campo magnético.



<http://museuvirtualdefisica.blogspot.com/2012/10/blog-post.html>

A lei de Faraday

- A voltagem induzida em uma bobina é proporcional ao produto do número de espiras pela área da seção transversal de cada espira e pela taxa com o qual o campo magnético varia no interior das espiras.
- Voltagem induzida = (número de espiras) x (área de uma espira) x (Δ campo magnético/ Δ tempo)

$$U = N.A. \Delta B / \Delta t$$

Referências

GRAF. Física 1 - **Eletromagnetismo**. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2001.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Eletromagnetismo**, vol. 3. 4. d. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A., 1996.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba: SEED, 2008.

TIPLER, P. A., MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**, v.2: eletricidade e magnetismo; ótica. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

Referências

Vídeos e GIF por ordem de apresentação:

Eletroímã:

<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/ele11.htm>

Motor:

<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=20315>

Levitação magnética:

<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=17993>

Indução magnética:

<http://museuvirtualdefisica.blogspot.com/2012/10/blog-post.html>

Supercondutores:

<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=10385>

APÊNDICE D: ATIVIDADE INVESTIGATIVA

ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA:

Investigando o campo magnético em ímãs e solenoides.

Organização dos alunos em grupos.

Seu grupo está recebendo materiais para a montagem de instrumentos que serão utilizados nesta atividade experimental investigativa para desenvolver e organizar formas de responder as questões abaixo. Vocês deverão registrar os procedimentos adotados para a solução das questões e o processo de confecção realizado. Utilizem o celular para fotografar e/ou filmar os procedimentos. No decorrer da atividade façam os registros para que ao finalizar o processo vocês já possuam subsídios para responder a todas as questões.

Materiais:

Fio esmaltado, pregos, porcas, arruelas, pilhas, baterias, ímã permanente, limalha de ferro, limalha de alumínio, pedaços de madeira, de plástico e de metais, bússola, alicate, tesoura, pinça, estilete, folha sulfite, lixa.

Orientações:

Desempenhe as atividades com atenção e de forma segura.

As extremidades do fio esmaltado deverão ser lixadas.

Questões:

1. Como pode ser demonstrado o campo magnético no ímã permanente em forma de barra?
2. Como gerar um campo magnético sem usar ímãs?
3. Como pode ser demonstrado o campo magnético em um eletroímã?
4. Todos os objetos são atraídos pelo eletroímã? Justifique.
5. Todos os objetos metálicos são atraídos pelo eletroímã? Justifique.
6. O ponteiro da bússola sofre interferência ao ser aproximado do eletroímã conectado a bateria? E quando não está conectada a bateria? Justifique.
7. O campo magnético tem a mesma intensidade para solenoides com núcleo de ferro e sem núcleo de ferro? Demonstre.
8. Um solenoide com o dobro de espiras apresenta a mesma intensidade de campo magnético em relação a outro solenoide do mesmo tamanho e submetido à mesma corrente, mas com a metade de espiras? Demonstre. Sugere-se que use o mesmo solenoide, porém que se verifique com n espiras e $n/2$ espiras.
9. O que se pode constatar quando são mantidos a mesma quantidade e tamanho de espiras e varia-se a intensidade da corrente elétrica?
10. O que pode ser constatado quando um ímã permanente é movimentado para o interior de uma bobina?

APÊNDICE E: TUTORIAL MULTÍMETRO

Objetivos:

Conhecer e realizar medidas com multímetro digital.

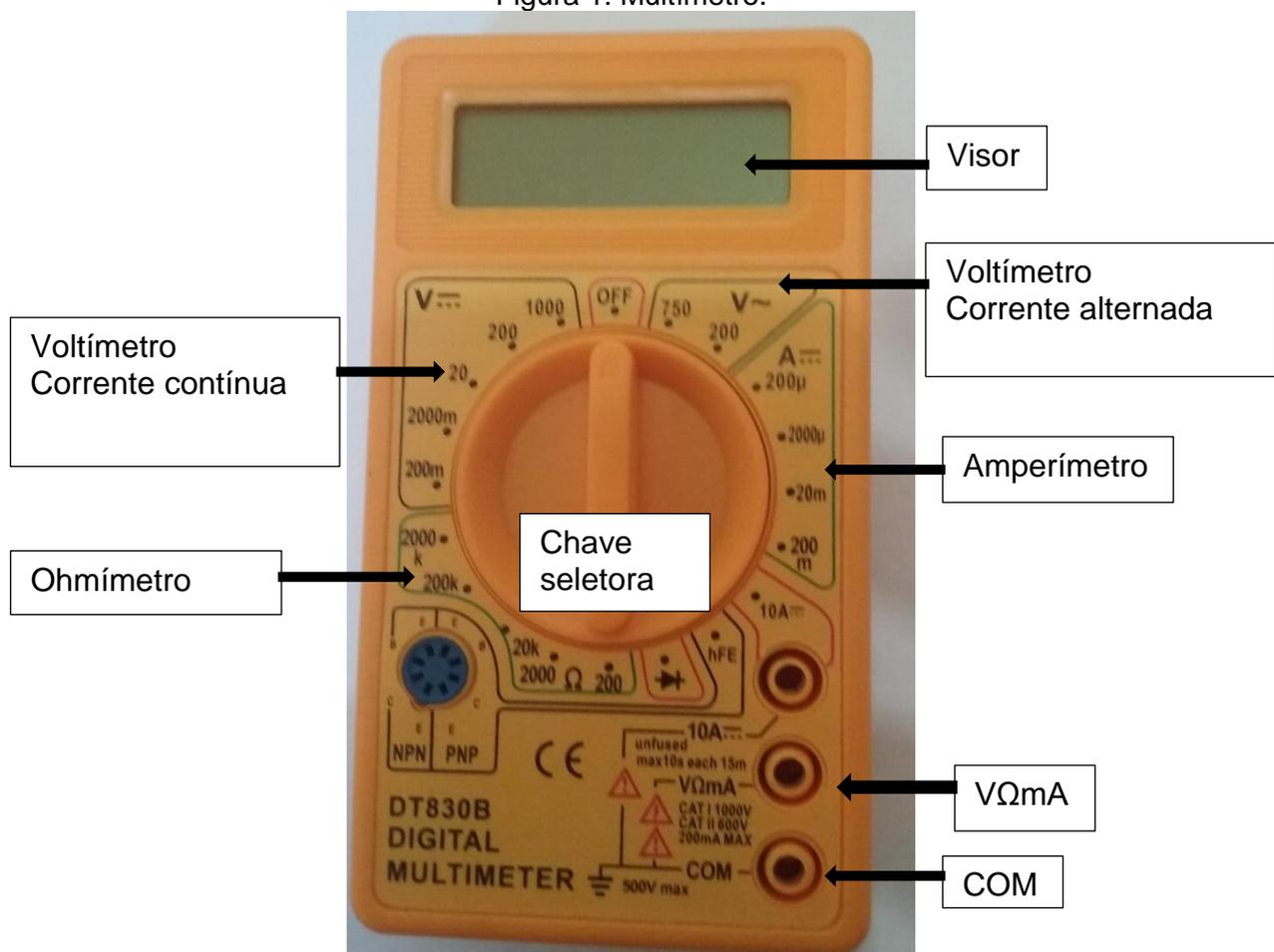
Materiais: pilhas, baterias, lâmpadas, resistores, capacitores, fios, LED, multímetro digital.

Procedimento:

1ª parte: Conhecendo o multímetro

O multímetro é um instrumento utilizado para realizar medidas elétricas. Neste tutorial será apresentado partes do aparelho que serão usadas para as medidas de tensão, corrente e resistência elétrica. Na Figura 1 é apresentado um multímetro, aonde se encontram em destaque as escalas e elementos que iremos utilizar nesta atividade, os quais se encontram descritos a seguir:

Figura 1: Multímetro.



Fonte: Autora.

Quando não estiver usando o multímetro deixe a chave na posição OFF.

VISOR

Figura 1: Detalhe do visor.



Fonte: Autora.

São de 3 a 4 dígitos para registrar os valores que estão sendo medidos e um ½ dígito para o sinal.

CHAVE SELETORA

Figura 2: Detalhe da chave seletora.

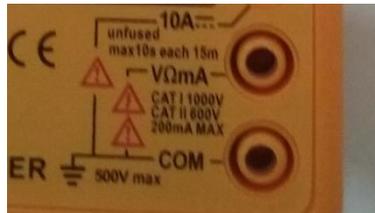


Fonte: Autora.

Usada para selecionar o tipo de medida que será realizada, ligar e desligar o multímetro.

COM e V Ω mA

Figura 3: Detalhe de COM e V Ω mA.



Fonte: Autora.

O cabo preto deve ser inserido no borne denominado COM que significa comum. O cabo vermelho pode ser inserido nos bornes V Ω e mA.

ESCALAS

Voltímetro (entremeado por OFF), nos cantos superiores direito para medidas de corrente alternada e esquerdo para medidas de corrente contínua.

Figura 4: Detalhe voltímetro.



Fonte: Autora.

Ohmímetro logo abaixo da escala do voltímetro para corrente contínua, representado por ohms destina-se as medidas de resistência elétrica.

Figura 5: Detalhe ohmímetro.



Fonte: Autora.

Amperímetro encontra-se abaixo da escala de volts para corrente alternada e realiza medidas de corrente elétrica.

Figura 6: Detalhe amperímetro.



Fonte: Autora.

2ª parte: Realizando medidas

Para medir tensão elétrica em tomada predial:

Ponteira vermelha no borne V Ω mA, ponteira preta no borne COM, chave seletora na posição 750 V de tensão alternada.

Para medir tensão elétrica em pilhas ou baterias:

Ponteira vermelha no borne V Ω mA. Ponteira preta no borne COM, chave seletora na posição 20 V de tensão contínua.

Para medir resistência:

De 0 a 2000kΩ

Para medir resistência (ohmímetro), deve-se desconectar o resistor que se quer medir do restante do circuito.

Insira o pino do fio preto no COM e o pino do fio vermelho no V Ω mA. Selecione na escala para medir resistência de acordo com o valor nominal do resistor.

Exemplo: Se o valor nominal é 22 Ω, use a escala de 200 Ω.

Segure o resistor com uma das mãos e o fio preto e coloque o fio vermelho na outra extremidade do resistor.

Para medir corrente elétrica:

Inserir o pino do fio preto no COM e o pino vermelho no V Ω mA.

APÊNDICE F: ATIVIDADE EXPERIMENTAL

ATIVIDADE EXPERIMENTAL:

Campo magnético em solenoides.

Organização dos alunos em grupos de 5 a 6 integrantes, preferencialmente com a mesma composição da atividade investigativa realizada anteriormente.

Objetivos:

- ✓ Realizar medidas elétricas utilizando o multímetro;
- ✓ Calcular a intensidade do campo magnético em solenoides;
- ✓ Relacionar a intensidade do campo magnético quando ao número de espiras e a intensidade de corrente elétrica;
- ✓ Realizar medidas de comprimento usando réguas ou o aplicativo *Régua*.
- ✓ Determinar a indutância do indutor cilíndrico utilizando o aplicativo *ElectroDroid*;
- ✓ Comparar os resultados obtidos através do aplicativo *ElectroDroid* utilizando equações.

Materiais:

Eletroímãs, multímetros, cabos, solenoides, celulares, pilhas, baterias.

Procedimento:

1. Calculando a intensidade do campo magnético de solenoide:

1.1. Variando a intensidade da corrente elétrica:

Selecione um solenoide, conte o número de espiras, meça o comprimento e anote na Tabela 1. Ligue o solenoide a uma pilha, meça a corrente elétrica que o percorre e anote na coluna corresponde da Tabela 1. Utilizando o mesmo solenoide ligue-o a duas pilhas ou a uma bateria e anote o valor medido de corrente elétrica na terceira linha da Tabela 1.

Tabela 1: Dados experimentais para o solenoide variando a intensidade de corrente elétrica.

Medidas	Número de espiras	Comprimento (m)	Corrente elétrica (A)
1 (1 pilha)			
2 (2 pilhas)			

1.2. Variando o número de espiras:

Utilize o mesmo solenoide para realizar esta medição, porém faça uma medida com maior quantidade de espiras e outra com menor quantidade de espiras e complete os dados na Tabela 2. Para a primeira medida ligue o solenoide a uma pilha, meça a corrente elétrica que o percorre. Para a segunda medida diminua a quantidade de espiras, ligue-o a pilha, meça novamente a corrente elétrica e complete a segunda linha da Tabela 2.

Tabela 2: Dados experimentais para o solenoide com variação do número de espiras.

Medidas	Número de espiras	Comprimento (m)	Corrente elétrica (A)
1			
2			

Utilizando a equação abaixo, calcule as intensidades dos campos magnéticos para as medidas realizadas em 1.1 e 1.2.

$$\mathbf{B} = \frac{N \cdot i \cdot \mu_0}{l} , \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$$

2. Determinando a indutância do solenoide com o aplicativo *ElectroDroid*:

Selecione dois solenoides e realize as medidas de diâmetro das espiras, número de espiras e comprimento, anote na tabela 3.

No *ElectroDroid* selecione Calculadora, clique em Projeto de Indutor Cilíndrico, informe o diâmetro, a altura (comprimento) e o número de espiras. O aplicativo fornecerá o valor da área e da indutância L, anote na tabela 3.

Tabela 3: Dados do solenoide e cálculo de indutância.

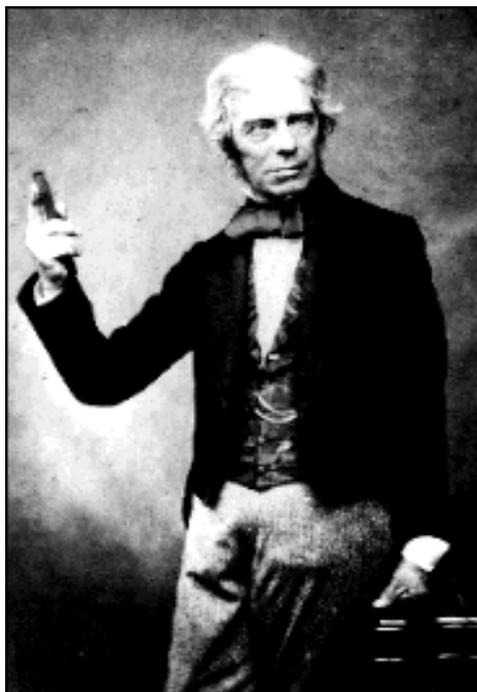
Comprimento (m)	Diâmetro (m)	Número de espiras	Área (m ²)	Indutância (H)

Questões:

1. Um solenoide com o dobro de espiras apresenta a mesma intensidade de campo magnético em relação a outro solenoide do mesmo tamanho e submetido à mesma corrente, mas com a metade de espiras? Justifique sua resposta baseando-se na verificação experimental realizada.
2. O que se pode constatar com relação à intensidade do campo magnético em um solenoide quando são mantidos a mesma quantidade e tamanho de espiras e varia-se a intensidade da corrente elétrica?
3. Apresente um resumo teórico sobre indutores e indução eletromagnética, o que são, onde são utilizados e as equações utilizadas para calcular área das espiras e a indutância.
4. Utilizando as equações para o cálculo de área e da indutância e compare os resultados com os fornecidos pelo aplicativo *ElectroDroid*, os resultados correspondem?

ANEXO A: TRANSCRIÇÃO DO TEXTO

MICHAEL FARADAY



Michael Faraday

Quando se fala em ciência experimental, o nome de Faraday é sempre lembrado como de um dos maiores experimentadores da história da ciência. Mas quem foi este cientista e quais suas principais contribuições científicas?

Michael Faraday nasceu em 22 de setembro de 1791, em Newington Butts, Surrey, em Londres. Seus pais, James Faraday e Margaret Hastwell, já tinham dois filhos, Elizabeth e Robert e enfrentavam dificuldades financeiras para proporcionar boa formação educacional para os filhos. Quando Faraday estava com cinco anos a família se mudou para Londres e o salário de James, que trabalhava como ferreiro, mal dava para sustentar a todos. A situação financeira da família se agravou quando James faleceu em 1809, vítima de uma doença, provocando também uma precoce inserção de Faraday no mundo do trabalho.

Aos 13 anos, Faraday havia aprendido somente o necessário para ler, escrever e um pouco de matemática, mas já trabalhava ajudando no transporte do material e nas encadernações em uma livraria, de propriedade de um francês chamado G. Riebau. Esse trabalho lhe proporcionou um amplo contato com livros e despertou sua curiosidade e interesse pelas ciências. Ele lia todos os livros que lhe permitiam e tal dedicação chamou a atenção até mesmo de clientes da livraria.



O INÍCIO NA CARREIRA CIENTÍFICA

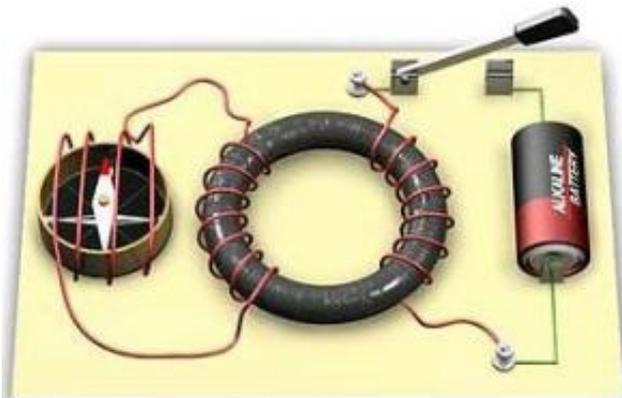
Foi através da ajuda de um desses clientes (William Dance) que, em 1812, Faraday assistiu a uma série de quatro conferências do químico Humphry Davy, na Royal Institution. Ele anotou cuidadosamente essas conferências e enviou uma cópia para o conferencista, lhe pedindo um emprego em qualquer função relacionada à atividade científica. Em março do ano seguinte, com a demissão de um assistente, Faraday conseguiu o emprego. Então, aos 22 anos, Faraday se tornou assistente de Humphry Davy em seu laboratório na Royal Institution de Londres.

Davy foi um químico brilhante e seu laboratório era um dos mais bem equipados da Inglaterra. Com ele, Faraday fez um estudo sobre o cloro, experiências sobre difusão de gases e liquefação, dentre tantas outras atividades. Em outubro de 1813, Faraday acompanhou Davy em uma viagem pela França, Itália e Suíça, onde conheceu importantes cientistas de diferentes áreas (como Alessandro Volta e Joseph Gay-Lussac) e aprendeu a “ver” e “pensar” os problemas científicos. Durante vários anos, ele apenas auxiliou Davy em seus estudos em Química e foi assim que adquiriu uma grande habilidade experimental.

Essa habilidade o levou ao estabelecimento das leis básicas da eletroquímica, considerada uma importante contribuição ao desenvolvimento da Química. No entanto, foram suas pesquisas em outro ramo das ciências, na Física, que o tornaram mundialmente famoso.

O CONTATO COM O ELETROMAGNETISMO

Faraday não havia se dedicado a pesquisas em Física até 1820, ano em que Ørsted divulgou a descoberta do eletromagnetismo, uma relação entre eletricidade e magnetismo que era esperada havia muito tempo, impressionando toda a comunidade científica da época. O fenômeno observado por Ørsted (o movimento da agulha de uma bússola em função da corrente elétrica que atravessava um fio próximo à bússola) apresentava propriedades de simetria desconhecidas até aquele momento (porque não se tratava de atrações e repulsões, mas sim de um efeito circular em torno do fio) e rapidamente cientistas em várias partes do mundo se voltaram para pesquisas nesta área.



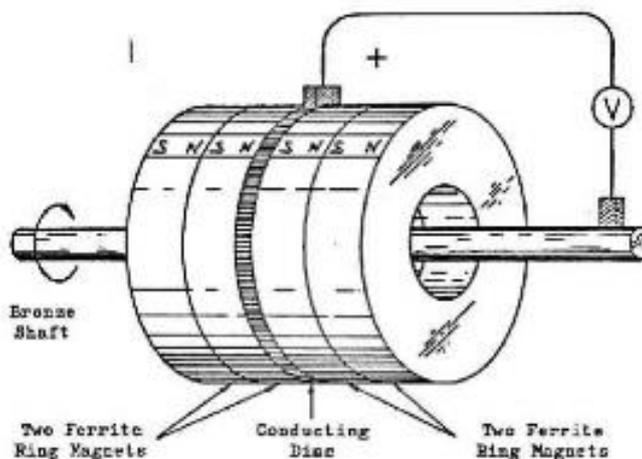
Também Davy teve seu interesse desperto pela novidade e foi como assistente dele que Faraday teve seu primeiro contato com experimentos sobre eletromagnetismo. Ele registrou essa experiência em seu caderno de laboratório, em maio de 1821, e existem evidências que depois ele voltou sozinho ao laboratório para novas experiências. Provavelmente os resultados

dessa iniciativa contribuíram para levar Richard Phillips, editor de uma importante revista da época (Annals of Philosophy), a convidá-lo para escrever um artigo de revisão sobre o novo campo de pesquisas eletromagnéticas.

Para escrever o artigo, Faraday teve que estudar grande parte do que havia sido publicado sobre eletromagnetismo até aquele momento. Nestes estudos repetiu os experimentos que os pesquisadores descreveram em seus artigos e buscou melhores interpretações para os mesmos. Essa atividade o levou ao correto entendimento do fenômeno relatado por Ørsted (embora ainda não houvesse clareza sobre o conceito de campo magnético, gerado pela corrente elétrica) superando interpretações equivocadas com as quais tinha se apegado anteriormente.

MAIS EXPERIÊNCIAS...

Estimulado por estas leituras e pelas controvérsias encontradas nos trabalhos que estudou, Faraday iniciou uma série de experiências inovadoras sobre rotações de ímãs e fios condutores de eletricidade utilizando os efeitos eletromagnéticos. Na prática, ele conseguiu produzir rotações contínuas de fios e ímãs em torno uns dos outros, ou em outras palavras, conseguiu transformar energia elétrica em energia mecânica. Esse trabalho, conhecido como "as rotações eletromagnéticas", se constituíram sua primeira contribuição importante ao desenvolvimento da nova área.



A repercussão deste trabalho aumentou seu prestígio na comunidade científica e promoveu seu relacionamento com renomados cientistas, como o francês André Marie Ampère, com quem estabeleceu intensa correspondência discutindo os resultados de pesquisas de ambos.

Podemos dizer que o ano de 1821 foi realmente marcante na vida de Faraday. Além dos fatos já mencionados, ainda neste ano ele fez suas primeiras conferências públicas na Royal Institution (essas palestras se tornaram semanais a partir de 1826 e acrescidas de conferências natalinas destinadas aos jovens; ambas foram mantidas após seu falecimento e são realizadas até os dias atuais), casou-se com Sarah Barnard e foi recomendado por Humphry Davy para o suceder na superintendência do laboratório.

A partir desse período o trabalho de Faraday já era independente, mas não significou mais tempo dedicado ao eletromagnetismo. Ao contrário, nos anos que se seguiram foram poucas as ocasiões em que intercalou suas pesquisas em Química com experiências sobre eletromagnetismo. Por seus trabalhos sobre Química ele se tornou membro da Royal Society, em 1824, e passou a exercer o cargo de diretor do laboratório no ano seguinte.

Em uma dessas ocasiões em que se dedicou ao eletromagnetismo, registrada em seu caderno de laboratório com data de 28 de dezembro de 1824, Faraday realizou uma experiência que marcou o início de sua busca pelo efeito da indução eletromagnética. A experiência consistiu em introduzir um ímã em um solenóide (que transportava corrente elétrica por estar conectado aos pólos de uma bateria) cujas extremidades estavam ligadas a um galvanômetro (aparelho utilizado para detectar variação na corrente elétrica). A motivação da experiência pareceu seguir um raciocínio simples: se as correntes elétricas produziam efeitos sobre os ímãs, os ímãs deveriam produzir efeitos sobre as correntes elétricas. Embora saibamos que Faraday deveria ter observado alguma variação na corrente quando movimentava o ímã no interior no solenóide, ele nada observou.



Esse resultado negativo se repetiu no final dos anos seguintes, quando permaneceu na busca da produção de corrente elétrica por efeito da presença de ímãs ou por efeito da presença de outra corrente elétrica. Faraday finalmente alcançou seus objetivos em uma nova fase de pesquisas sobre eletromagnetismo que se iniciou somente em 1831, quando conseguiu que uma corrente elétrica em um circuito induzisse corrente em um outro circuito. Esse resultado foi obtido em 29 de agosto e outras experiências foram realizadas nos dias subsequentes.

O PRIMEIRO GERADOR

No dia 17 de outubro, ele realizou seu experimento mais conhecido, conseguindo induzir corrente elétrica pela variação de um campo magnético. Foi a demonstração do primeiro gerador (também conhecido como dínamo), que transforma a energia mecânica em energia elétrica. São diversas as aplicações dos geradores em nosso mundo moderno, uma delas é sua utilização em nossas usinas hidrelétricas que são nossa principal fonte de energia elétrica.



No final daquele ano Faraday anunciou a formulação original que deu à lei da indução eletromagnética. Mas essa lei não foi apresentada através de uma equação matemática, como usualmente a conhecemos. A precária formação de Faraday não lhe permitia tais elaborações, de forma que a lei da indução só foi escrita em linguagem matemática posteriormente por James Clerk Maxwell e constitui uma das quatro leis fundamentais do eletromagnetismo. Foi também Maxwell que deu seqüência a seus estudos sobre as linhas de força, origem do conceito de campo.

Durante dez anos Faraday investigou, ainda que não continuamente, as

conseqüências da indução em diferentes aplicações. Depois passou um período de quatro anos sem se dedicar à Física (tendo contraído uma doença que o acompanhou até a morte), retomando pesquisas neste área de forma intensa em 1845. Nesse segundo grande período de pesquisas, Faraday fez duas grandes contribuições à ciência, investigou com sucesso o fenômeno do diamagnetismo e o efeito do magnetismo sobre a luz polarizada.

A possibilidade de utilizar a luz polarizada para investigar o estado dos corpos transparentes já havia sido testada por ele anteriormente (como revela seu caderno em anotações realizadas em 1822), porém, não havia sido levada adiante. Nessa segunda investida, Faraday utilizou vidros produzidos por ele mesmo e persistiu nas investigações até descobrir a rotação magnética do plano de polarização da luz. Essa descoberta foi especialmente valorosa por revelar uma ponte entre o magnetismo e a óptica, ou seja, representar um caminho de unificação entre teorias de diferentes campos.

O FIM DA CARREIRA

Essa idéia de unificação das forças da natureza revela traços de suas crenças pessoais, morais e religiosas, e é perseguida ainda hoje por vários cientistas. Sob o enfoque de sua formação religiosa, em algumas conferências Faraday discutiu sua visão sobre a relação entre seu trabalho científico e sua religião, deixando indícios de como seu trabalho foi influenciado pelos valores que adquiriu desde pequeno dentro da seita cristã dos sandemanianos, onde chegou a exercer por duas vezes o cargo de presbítero.

A vasta contribuição que deixou à ciência e a forma com a qual buscou o conhecimento da natureza, através de um trabalho experimental marcado pelo incessante aperfeiçoamento dos instrumentos, pela necessidade de partilhar com outros seus conhecimentos, por sua dedicação aos mais jovens, pela amabilidade no tratamento com os colegas, revelam a correção de caráter pela qual foi reconhecido.

Durante toda sua vida, Faraday nunca se beneficiou industrialmente (ou financeiramente) das aplicações de suas descobertas, tendo se mantido na Royal Institution até o fim de sua carreira. Atendeu chamados para consultoria em diversos trabalhos públicos e por trinta anos foi conselheiro da Trinity House. Sem nunca ter cursado uma universidade, recebeu títulos honorários e homenagens de toda parte do mundo, e ambos, Royal Society e Royal Institution, tentaram persuadi-lo a aceitar a presidência, sem sucesso.

Seus cadernos de laboratórios, conhecidos como "diários", foram preservados e publicados, se tornando uma importante fonte de dados sobre seu trabalho. Também sua correspondência foi editada e publicada, sendo que a maior parte das cartas preservadas foram recebidas por Faraday, o que significa que maior quantidade da correspondência ativa (escrita por ele) se perdeu. O estudo dessas publicações, juntamente com as diversas biografias



Scan ©American Institute of Physics

existentes sobre Faraday, permitem maior conhecimento e entendimento da vida e do trabalho desse grande cientista.

Faraday se aposentou no verão de 1858, cedendo à doença que o debilitara, comprometendo, principalmente, sua memória. Deixando os cômodos que ocupou durante tantas décadas próximo ao laboratório, foi morar em uma casa ofertada gratuitamente pela rainha Vitória, em retribuição pelos serviços que prestou ao bem-estar público. Morreu em 25 de agosto de 1867, em Hampton Court Green e foi enterrado no cemitério Highgate, em Londres.

[DIAS, V. S. **Michael Faraday**. In: Biografias. Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências – GHTEC, Universidade de São Paulo, USP. Disponível em: < <http://www.ghtc.usp.br/Biografias/Faraday/Faraday3.htm>>. Acesso em: 04 ago. 2018.]