

Versão Online ISBN 978-85-8015-094-0
Cadernos PDE

VOLUME II

**OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE
NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE
Produções Didático-Pedagógicas**

2016

**GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL**

ROSANE BRUM ALISON

**POSSIBILIDADES E DIFICULDADES DO USO DA
EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA**

**CURITIBA/PR
2016**

ROSANE BRUM ALISON

**POSSIBILIDADES E DIFICULDADES DO USO DA
EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA**

Produção Didático- Pedagógica apresentado como requisito do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), realizado pela Secretaria de Estado da Educação/Paraná, sob orientação do Professor Doutor Álvaro Emílio Leite, do Departamento Acadêmico de Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba.

**CURITIBA/PR
2016**

FICHA PARA IDENTIFICAÇÃO
PRODUÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA
TURMA – PDE/2016

Título: Possibilidades e dificuldades do uso da experimentação no ensino da Física	
Autor: Rosane Brum Alison	
Disciplina/Área:	Física
Escola de Implementação do Projeto e sua localização:	Colégio Estadual La Salle, localizada na Rua Dilermando Pereira de Almeida, 120
Município da escola:	Curitiba
Núcleo Regional de Educação:	Curitiba
Professor Orientador:	Profº Dr. Álvaro Emílio Leite
Instituição de Ensino Superior:	UTFPR
Relação Interdisciplinar:	
Resumo:	<p>Este trabalho tem por objetivo investigar a possibilidade de melhorar o processo ensino aprendizagem de Física por meio do uso da experimentação em sala de aula. Para subsidiar a análise dos resultados foi utilizada a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2000) em conjunto com trabalhos que apresentam reflexões sobre o uso da experimentação como estratégia metodológica privilegiada. Pretende-se, com o aproveitamento dos conhecimentos prévios dos alunos e a abordagem experimental, que haja uma melhor aproximação dos conteúdos visto em sala de aula com o cotidiano do estudante, tornando as aulas menos abstrata e oportunizando momentos de reflexão e participação.</p>
Palavras-chave:	Experimentação; Ensino de Física; Aprendizagem Significativa
Formato do Material Didático:	Unidade Didática

Público:	Alunos do 3º ano do ensino médio
-----------------	----------------------------------

APRESENTAÇÃO

Com esta produção didático-pedagógica pretende-se ampliar os interesses dos estudantes na disciplina de Física, potencializando o processo ensino aprendizagem por meio do desenvolvimento de atividades experimentais em sala, ao mesmo tempo em que se oportuniza momentos de reflexão e se favorece a interação professor-estudante e estudante-estudante.

O ensino de ciências, em particular da Física, pelas dificuldades de entendimento apresentadas pelos estudantes, de um lado, pelo pré-conceito de disciplina difícil e repleta de cálculos matemáticos, e do outro, pelas dificuldades de ensino apresentadas pelos professores, ausência de laboratórios, classes superlotadas, número de aulas reduzido e vasto conteúdo presentes nos livros didáticos e sugeridos pelos documentos oficiais (diretrizes e parâmetros curriculares), é apresentada aos estudantes, geralmente, de forma descontextualizada e sem aplicações práticas. Sabe-se que é papel do professor repensar o que realmente é necessário apresentar aos estudantes e o que deve ser realmente cobrado deles, visto que após terminar o ensino médio, muitos estudantes não terão mais contato com o conteúdo formal da disciplina de Física em sua vida acadêmica.

Dessa forma, a utilização da experimentação torna-se uma estratégia de grande valia no envolvimento do estudante durante as aulas, aguçando a curiosidade.

Partindo desse pressuposto, foram planejadas 32 aulas, sendo 25 delas com 15 experimentos estabelecidos pela professora e 7 aulas destinadas a experimentos escolhidos pelos próprios alunos, cujos objetivos encontram-se descritos a seguir:

- Promover a interação e espontaneidade dos estudantes;

- Aguçar a curiosidade dos estudantes;
- Aproximar os conteúdos de Física abordados na escola com o cotidiano dos estudantes;
- Despertar o interesse e a motivação dos estudantes em relação aos conteúdos de Física.
- Perceber que a Física não é uma disciplina isolada do cotidiano dos alunos.

Antes do início das atividades os estudantes serão convidados a responder um questionário cujo objetivo é verificar quais as percepções que eles possuem em relação ao ensino da disciplina Física.

Ao final do desenvolvimento de todo o trabalho, os alunos responderão outro questionário que tem por objetivo investigar as contribuições que as atividades experimentais trazem para o ensino da disciplina de Física.

A seguir, serão descritas as atividades previstas e os respectivos objetivos.

ATIVIDADE 1 (1 aula)

Levantamento das concepções prévias que os estudantes possuem do ensino da Física, através de um questionário (apêndice 1) que deve ser respondido individualmente.

Objetivos do questionário

- Organizar ideias e conceitos relacionados à Física;
- Viabilizar oportunidades de expressão quanto aos seus conhecimentos e opiniões a respeito da Física;
- Socializar a troca de experiências.

A partir das respostas dos alunos, pretende-se resgatar quais os objetivos da disciplina de Física e apresentar com mais detalhes os objetivos das atividades que eles realizarão ao longo do desenvolvimento do projeto.

ATIVIDADE 2 – Eletrostática (3 aulas)

Introdução

Inicia-se a primeira aula com a leitura do texto “Manifestações de Eletricidade Estática” que apresenta como a eletrostática pode estar presente no cotidiano. Após a leitura, os estudantes responderão um questionário com o objetivo de dar continuidade ao levantamento dos conhecimentos prévios sobre o tema e discussão do assunto abordado. Em seguida, os alunos serão divididos em equipes para a realização dos experimentos que possibilitam, a partir da prática, verificar o conceito de carga elétrica e os processos de eletrização, associando cientificamente os significados.

Para esse conjunto de atividades o estudante deverá relembrar os conceitos relacionados à da estrutura atômica, conhecimentos que podem ser revisados durante a aula.

Objetivos

- Reconhecer fenômenos eletrostáticos ao seu redor
- Identificar os processos de eletrização
- Perceber a existência da carga elétrica

Desenvolvimento

Leitura do texto: Manifestações de Eletricidade Estática (anexo I)

Propor as seguintes questões para os alunos responderem após a leitura do texto

1. Onde podemos perceber a existência de cargas elétricas?
2. Como os corpos podem ficar eletrizados?
3. Um corpo neutro contém elétrons?
4. Um corpo eletrizado pode atrair um corpo neutro?
5. Por que as vezes levamos choque ao encostar em maçanetas?

6. O que você entende por condutores e isolantes?

LEITURA COMPLEMENTAR:

O texto: “Raios” de SILVA (2016), faz uma breve descrição da ocorrência dos raios, suas causas e como podemos nos proteger. É importante através da leitura refletir o entendimento da transferência de cargas entre corpos e ionização. Disponível: <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/raios.htm> Acesso 03/12/2016.

EXPERIMENTO I

Materiais:

- Bolinhas de isopor (aproximadamente 1 copo)
- Garrafa de plástico (preferência forma cilíndrica)

Procedimentos:

- a) Colocar as bolinhas de isopor no interior da garrafa e agitar por uns 20 segundos.
- b) Vire a garrafa com a boca para baixo.

Questões para análise:

1. Após agitar a garrafa com as bolinhas de isopor, o que você percebeu?
2. Por que as bolinhas de isopor parecem estarem flutuando?
3. De acordo com o processo de transferência de cargas, como você explicaria?

Resultados esperados:

Espera-se que os estudantes relacionem o fenômeno ocorrido com a transferência de cargas e processos de eletrização.

EXPERIMENTO II

Materiais:

- Balão de festa
- Lata de alumínio (refrigerante)
- Roupa de lã

Procedimentos:

- a) Coloque a lata de alumínio sobre a mesa.
- b) Aproxime o balão cheio de ar da lata
- c) Em seguida atrite o balão cheio de ar na roupa de lã.
- d) Aproxime novamente o balão da lata.

Questões para análise:

1. Ao atritar o balão com a roupa de lã, o que acontece?
2. Por que a lata de alumínio é atraída pelo balão atritado, se a lata não foi atritada?
3. A distância entre o balão e a lata interfere na força de atração?

Resultados esperados:

Espera-se que o estudante perceba que um dos objetos fica carregado positivamente enquanto o outro negativamente e, que ao aproximarmos um corpo carregado de um objeto eletricamente neutro, ocorrerá a separação de cargas. Uma outra questão que espera ser levantada é a força eletrostática.

❖ Desafio:

Duas pessoas podem realizar o experimento ao mesmo tempo, atritando os balões com a lã. Aproxime da lata os balões em lados opostos.

Outra tentativa é deixar a lata parada no centro, equilibrando as forças.

EXPERIMENTO III

Materiais:

- Papel alumínio
- Dois canudos sanfonado de plástico
- Copo de plástico (servirá de base)
- Uma linha de nylon
- Papel toalha

Procedimentos:

- a) Faça um pequeno furo no fundo do copo.
- b) Coloque o canudo no furo do copo.
- c) Amarre uma das pontas da linha de nylon ao canudo preso ao copo e na outra ponta uma bolinha feita com o papel alumínio.
- d) Aproxime o outro canudo da bolinha.
- e) Em seguida atrite o canudo no papel toalha e aproxime novamente da bolinha de papel alumínio.

Questões para análise:

1. O que você observou?
2. Um corpo com carga nula pode ser atraído?
3. E se trocasse o canudo por um pedaço de ferro? O que aconteceria?
4. As vezes tomamos um leve choque ao abrir a porta do carro. Por que isso acontece?

Resultados esperados:

Espera-se com o desenvolvimento da atividade, o aumento do interesse e motivação por parte do aluno e que este compreenda o conceito de carga elétrica e os processos de eletrização dos corpos, atribuindo respostas científicas.

ATIVIDADE 3- BLINDAGEM ELETROSTÁTICA (3 aulas)

Introdução

Inicia-se esta atividade com a leitura do roteiro do filme: “O grande truque”. Após a leitura, investiga-se por meio das questões e discussão os conhecimentos prévios do aluno. Em sequência, os alunos serão divididos em equipes para a realização da atividade experimental. Esta etapa, possibilitará que o estudante possa observar na prática a ocorrência da blindagem eletrostática, com as possíveis aplicações.

Para essa atividade é necessário que os alunos tenham como conhecimentos prévios, o conceito de carga elétrica, processos de eletrização e campo elétrico, conhecimentos que podem ser revisados durante a aula.

Objetivos

- Conceituar blindagem eletrostática
- Reconhecer a aplicabilidade da blindagem eletrostática nas diversas situações cotidianas

Desenvolvimento

Leitura do roteiro do filme: ‘O grande truque’ (anexo II).

Questões a serem respondidas após leitura do texto

1. Tesla costumava ficar abaixo de uma gaiola metálica enquanto raios de eletricidade eram descarregados sobre ele. Ele dizia que era extremamente seguro trabalhar assim. Será que realmente era seguro? Por quê?
2. Quando você está passando por uma chuva com raios, é conveniente ficar dentro do carro para se proteger. O que realmente o protege, os pneus ou a estrutura metálica? Por que isso acontece?
3. Você já ouviu falar em blindagem eletrostática?
4. A blindagem eletrostática teria alguma utilidade nos aparatos tecnológicos atuais? Se sim, quais?

EXPERIMENTO I (Gaiola de Faraday)

Materiais:

- Celular (dois aparelhos que estejam funcionando)
- Caixa de papelão
- Sacola plástica
- Papel filme
- Papel alumínio

Procedimentos:

- a) Coloque um dos aparelhos dentro da caixa de papelão e, com outro, ligue para o que está dentro da caixa.
- b) Coloque a caixa de sapatos dentro de uma sacola plástica e repita o procedimento.
- c) Retire o aparelho de dentro da caixa e embale-o com papel filme.
- d) Ligue novamente para o celular embalado.
- e) Por último, enrole agora o aparelho no papel alumínio completamente.
- f) Retorne a ligação.

Questões para análise:

1. O que acontece quando é feita a ligação para o celular dentro da caixa de papelão? E dentro da sacola de plástico?
2. Quando é feita a ligação para o celular que está enrolado completamente com o papel alumínio, o que aconteceu?
3. Por que você acha que deu diferença?

Resultados esperados:

Espera-se que o estudante saiba identificar que o metal proporcionou a blindagem eletrostática, ou seja, a superfície condutora eletrizada possui campo elétrico nulo em seu interior dado que as cargas se distribuem de forma homogênea na parte externa da superfície.

EXPERIMENTO II

Materiais:

- Canudo de plástico
- Guardanapo de papel
- Papel picado
- Peneira de metal
- Peneira de plástico

Procedimentos:

- a) Cubra os papéis picado com a peneira de metal. Atrite o guardanapo com o canudo. Aproxime o canudo da peneira.
- b) Substitua a peneira de metal por uma de plástico e repita o procedimento.

Questão para análise:

Houve diferença em cobrir os papéis picados com a peneira de plástico ou metal, ao aproximar o canudo atritado com o papel?

Resultados esperados:

Espera-se que após o desenvolvimento da atividade, que o estudante compreenda o conceito de blindagem eletrostática assim como sua aplicabilidade no cotidiano.

LEITURA COMPLEMENTAR:

- O texto “Gaiola de Faraday-Como surgiu e para que serve”, de JACQUES, 2016, apresenta a invenção da gaiola de Faraday e como esse experimento possibilitou que grandes invenções se amparassem nela. Disponível: <http://www.sabereletrica.com.br/gaiola-de-faraday>
Acesso: 03/12/2016

- O texto: “Se o fio cair sobre o carro, não desça, recomendam os especialistas”, de Oliveira, 2015, a notícia retrata que após um temporal resultou na morte de um motorista, que foi eletrocutado por um cabo de energia que se soltou na rua. Disponível: <http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/02/se-fio-cair-sobre-carro-nao-desca-recomendam-especialistas.html> Acesso: 01/12/2016
- O texto: “Aplicabilidade da blindagem eletrostática” de Holtz, 2015 apresenta algumas das aplicações da blindagem eletrostática. É importante a leitura do texto para refletir sobre o experimento da gaiola de Faraday e suas contribuições para as grandes invenções. Disponível: <https://fisicadomundo.wordpress.com/2015/09/12/blindagem-eletrostatica/>

ATIVIDADE 4- CIRCUITOS ELÉTRICOS (5 aulas)

Introdução

Inicia-se a aula com a leitura do texto: “Circuito elétrico”, que faz uma analogia de circuito elétrico com um circuito de Fórmula-1. Após a leitura os estudantes responderão um questionário com o objetivo de dar continuidade ao levantamento dos conhecimentos prévios sobre o tema e discussão do assunto abordado. Em seguida os alunos serão divididos em equipes para a realização dos experimentos que possibilitam, a partir da prática, verificar o funcionamento de um circuito elétrico.

Para este conjunto de atividades o estudante deverá relembrar os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, condutores e resistência, que podem ser revisados durante a aula.

Objetivos

- Analisar as partes de um circuito elétrico.

- Identificar as grandezas físicas corrente elétrica, diferença de potencial e resistência com suas devidas unidades.
- Reconhecer as características de associação de resistores, bem como vantagens e desvantagens.

Desenvolvimento

Leitura do texto: " Circuito elétrico", de Santos 2016. (anexo III).

Questões a serem respondidas após leitura do texto

1. Quais partes que compõe um circuito elétrico?
2. Nas casas, é possível ligar várias lâmpadas com um único interruptor e em outras não? Por que?
3. Ao ligar a lâmpada de um cômodo da casa, ocorre interferência nas demais lâmpadas?
4. Por que quando uma das lâmpadas do pisca-piscas de enfeite de Natal queima as outras não acendem?

EXPERIMENTO I - (circuito elétrico simples)

Materiais:

- Lâmpada
- Pilha
- Dois fios elétricos desencapados nas pontas

Procedimentos:

- a) Prenda uma das pontas de cada fio desencapado nas extremidades da pilha.
- b) Em seguida, encoste as outras pontas na parte metálica da lâmpada até que ela acenda.

Questões para análise:

1. A lâmpada acende encostando em qualquer parte metálica?
2. Como você conclui que seja o fluxo da corrente no circuito?
3. Por que a lâmpada acende?
4. Como você representaria o circuito?

Resultado esperados:

Espera-se que o estudante observe e compreenda que existe um fluxo correto de carga para que a lâmpada acenda e saiba relacionar a pilha e a lâmpada aos componentes do circuito elétrico (gerador e resistor).

EXPERIMENTO II - (Associação de resistores)

Materiais:

- 2 pilhas comuns 1,5 V
- 2 lâmpadas pequenas com soquete
- Fios para conexão
- Fita isolante

Procedimentos:

Etapa I- Associação em série

- a) Construa o circuito com uma pilha e uma lâmpada.
- b) Em seguida, feche o circuito associando duas lâmpadas em série.
- c) Retire do soquete uma das lâmpadas, do circuito com duas lâmpadas.

Etapa II- Associação em paralelo

- a) Feche o circuito com apenas uma pilha e uma lâmpada.
- b) Feche o circuito utilizando duas lâmpadas associadas em paralelo.

Questões para análise:

1. Em qual das montagens as lâmpadas possuem maior luminosidade?

2. Ao retirar uma das lâmpadas no circuito em paralelo, o que acontece?
3. E se retirar uma das lâmpadas no circuito em série?

Resultados esperados:

Espera-se que o estudante ao construir o circuito, caracterize as grandezas físicas, corrente, tensão e resistência de acordo com as associações, assim como a diferença de luminosidade das lâmpadas nos diferentes circuitos.

EXPERIMENTO III- Labirinto elétrico

Materiais:

- Madeira
- 2 pilhas (1,5 V cada)
- Lâmpada
- Arame
- Alto falante (opcional)
- Interruptor (opcional)
- Led (3 V)
- Fita adesiva
- Arame
- Tachinhas
- Parafusos
- Fio
- Um pedaço de garrafa pet
- Ferramentas básicas

Procedimentos:

- a) Pegue o pedaço de garrafa pet e enrole as pilhas em série e bem apertadas, deixando sobrar um pedaço da extremidade das pilhas, prenda o conjunto com fita isolante. Coloque um pedaço de papel alumínio entre as pilhas para dar pressão na fixação.

- b) Fixe o conjunto na placa de madeira utilizando 4 pregos, o papel alumínio entre as duas pilhas ajudará a fixar melhor o conjunto nos pregos.
- c) Com um pedaço de fio, conecte o lado negativo da pilha em um dos lados do interruptor. Pegue outro pedaço de fio elétrico e prenda na outra ponta do interruptor.
- d) Ligue o fio que sai do interruptor no lado negativo do led e do alto falante. Prenda o led e o alto falante na madeira utilizando tachinhas.
- e) Pegue 1m de arame e forme um U bem fechado em cada extremidade. Prenda essas extremidades na tabua utilizando dois parafusos. Mantenha uma distância razoável entre as extremidades.
- f) Conecte o lado positivo do alto falante e do led em uma das pontas do arame.
- g) Corte um pedaço de arame de 50 cm e dobre em forma de U, deixando sobrar uns dez centímetros em uma das extremidades. Enrole essa sobra em torno do arame fixado na mesa, deixando um pouco de sobra. Conecte o cabo do polo positivo da pilha na dobra do arame.
- h) Isole as conexões com fita isolante.

Questões para análise:

1. Por que ao encostarmos a argola no arame o led acende e ocorre a emissão de som no alto falante?
2. Como você identificaria cada componente do circuito de acordo com as grandezas físicas?
3. Qual a função da argola que se movimenta no circuito?

Resultados esperados:

Espera-se que o estudante amplie sua visão sobre circuitos elétricos, assim como vários componentes que podem ser utilizados, sua complexidade e a observação da transformação de energia (sonora e luminosa).

LEITURA COMPLEMENTAR:

- O texto: “Você já levou um choque?”, encontrado no endereço eletrônico <http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2013/03/voce-ja-levou-um-choque.html>, apresenta o conceito de choque elétrico, os efeitos da corrente elétrica no organismo humano e fatores que podem alterar a resistência no corpo humano. É importante a leitura deste texto para a reflexão sobre a questão de que mesmo um valor baixo de corrente elétrica pode ser prejudicial ao nosso organismo.

ATIVIDADE 5- FORÇA E CAMPO MAGNÉTICO (3 aulas)

Introdução

Inicia-se a aula propondo a leitura do texto: “ Campo eletromagnético da Terra”. Após a leitura, os estudantes responderão um questionário com o objetivo de dar continuidade ao levantamento dos conhecimentos prévios sobre o tema e discussão do assunto abordado. Em seguida, os alunos serão divididos em equipes para a realização dos experimentos que possibilitam, a partir da prática, verificar a visualização das linhas de campo, associando cientificamente os significados.

Objetivo

Conferir a ação do campo magnético e suas linhas de força e indução.

Desenvolvimento

Leitura do texto: Influências do campo magnético (anexo IV).

Questões a serem respondidas após a leitura do texto:

1. Onde você percebe a influência do campo magnético no seu dia a dia?
2. Podemos dizer que nosso planeta é um grande ímã? Justifique.
3. O que você entende por campo magnético?
4. Você acha que o campo magnético pode exercer influências na vida terrestre?
5. O que é um ímã? Quais são as suas principais propriedades?

EXPERIMENTO I

Materiais:

- Dois ímãs
- Esponja de aço
- Um frasco transparente de óleo mineral (ou glicerina)
- Um funil (opcional)

Procedimentos:

- a) Despedaçar a esponja de aço, tornando pó.
- b) Colocar com ajuda do funil o pó da esponja de aço dentro do frasco de óleo.
- c) Agitar bastante o frasco, para que o pó espalhe bem no óleo.
- d) Passe um ímã na lateral do frasco para verificar o campo magnético.
- e) Passe um ímã de cada lado (norte de um e sul de outro) para verificar as linhas.
- f) Passe um ímã de cada lado, dessa vez com polos iguais.

Questões para análise:

1. O que acontece ao aproximar o ímã do frasco?
2. O que ocorre com as limalhas ao inverter a posição dos ímãs?
3. Quais ideias de campo elétrico que podemos comparar com o campo magnético?

Resultados esperados:

Espera-se que o estudante reconheça as propriedades magnéticas, assim como a influência do campo magnético e força magnética.

EXPERIMENTO II

Materiais:

- Imã em forma de barra
- Limalha de ferro
- Papel

Procedimentos:

- a) Coloque o papel em cima do imã.
- b) Pulverize a limalha de ferro até que as configurações do campo se formem.

Questão para análise:

1. Qual a direção das linhas de campo?

Resultados esperados:

Espera-se com esta atividade, que o estudante reconheça as propriedades magnéticas, assim como a ação do campo magnético e suas influências.

LEITURA COMPLEMENTAR:

- O texto: A estranha magia do magnetismo, de Oliveira, 2007, traz um breve relato do histórico do magnetismo, das propriedades magnéticas quanto ao movimento dos elétrons, como a própria aplicabilidade na tecnologia. É importante a reflexão através da leitura o quão fascinante é este ramo da Física. Disponível: http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2818/n/a_estranha_magia_d_o_magnetismo . Acesso: 03/12/2016.

ATIVIDADE 5 - CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE ELÉTRICA (4 aulas)

Introdução

Inicia-se a aula com a leitura do texto: "O motor elétrico". Após a leitura, os estudantes responderão um questionário com o objetivo de dar continuidade ao levantamento dos conhecimentos prévios sobre o tema e discussão do assunto abordado. Em seguida, os alunos serão divididos em equipes para a realização dos experimentos que possibilitam, a partir da prática, obter os conhecimentos iniciais referentes aos conceitos de eletromagnetismo e observação das relações entre as grandezas físicas envolvidas. Para esse conjunto de atividades o estudante deverá relembrar os conceitos relacionados às propriedades magnéticas e de campo magnético, conhecimentos que podem ser revisados durante a aula.

Desenvolvimento

Leitura do texto: O motor elétrico (anexo V)

Questões para análise:

1. No contexto do texto, qual a função do ímã?
2. Por que Faraday utilizou mercúrio em seu experimento?
3. O que ocorre quando liga o fio a pilha?
4. O motor pode funcionar sem o ímã? E sem a corrente?
5. O sentido de rotação da bobina muda se inverter os polos do ímã?
6. O que acontece quando o circuito elétrico é fechado?
7. Você saberia dizer qual a diferença entre corrente contínua e corrente alternada?

Resultados esperados:

Espera-se que o estudante compreenda o funcionamento do motor elétrico como uma ação do campo magnético gerado por uma corrente elétrica.

EXPERIMENTO I

Materiais

- Bússola

- Fio condutor
- Bateria (duas pilhas de 1,5 V cada)
- Fita adesiva
- Cola
- Base de madeira

Procedimentos:

- a) Fixe com cola a bússola na madeira.
- b) No lado oposto fixe a bateria.
- c) Ligue as extremidades do fio do fio condutor, nos polos da bateria.
- d) Dobre o fio para que ele fique próximo à superfície de vidro da bússola, de modo que fique paralela ao fio de cobre, abaixo dele e, portanto, disposta na direção do vetor campo magnético terrestre, a fim de verificar com mais eficiência o deslocamento da sua agulha.
- e) Feche o circuito.

Questões para análise:

1. O que aconteceu com a agulha magnética?
2. O que acontece se o circuito for aberto?
3. Inverta agora a posição dos fios de ligação, para inverter o sentido da corrente. Ao fechar o circuito, o que ocorre com a agulha magnética?

Resultados esperados:

Espera-se que o estudante perceba que corpos magnetizados sofrem influência de campos elétricos.

EXPERIMENTO II – Trem magnético caseiro

Materiais:

- Pilha AAA
- Fio de cobre (0,9 mm) desencapado
- 6 ímãs de neodímio (diâmetro da pilha)

Procedimentos:

- a) Enrole o fio em torno de uma haste cilíndrica, que forme uma bobina.
- b) Grude 3 ímãs de cada lado da pilha.
- c) Verifique o lado de atração para colocar.

Questões para análise:

1. Com base no que você já estudou, com o que você relacionaria o movimento da pilha dentro da bobina?
2. O que você acha que pode influenciar na velocidade da pilha?

Resultados esperados:

Com este experimento espera que o estudante compreenda o fluxo do campo magnético e o funcionamento de um motor eletromagnético.

EXPERIMENTO III - MOTOR ELÉTRICO (3 aulas)**Objetivos:**

- Construir um modelo de motor elétrico
- Identificar fatores que influenciam o funcionamento do motor elétrico
- Analisar o campo magnético sobre a corrente
- Reconhecer no cotidiano motores elétricos

EXPERIMENTO**Materiais:**

- Ímã
- Pilha grande
- 2 alfinetes grandes
- 1 balão (bexiga)
- Fio de cobre

Procedimentos:

- a) Faça a bobina, enrolando o fio em torno da pilha (10 voltas), deixando uns 5 cm em cada lado.
- b) Fixe a bobina construída para não desenrolar.
- c) Descasque completamente uma das pontas e a outra uma das metades.
- d) Corte uma tira do balão, coloque em torno da pilha.
- e) Prenda a tira do balão com os elásticos e fixe os alfinetes nas extremidades da pilha.
- f) Coloque a bobina entre os alfinetes e o imã em cima da pilha entre os alfinetes.

Questões para análise:

1. Qual a função do imã?
2. Qual a razão de descascarmos apenas metade do fio de uma das extremidades da bobina?
3. O motor pode funcionar sem o imã? E sem a corrente?

Resultados esperados:

Espera que o estudante perceba que um condutor percorrido por uma corrente elétrica está sob a ação de um campo magnético, este sofre ação de uma força.

EXPERIMENTO IV - ELETROIMÃ (2 aulas)

Materiais:

- Pregos grandes
- Fio de cobre
- Uma pilha
- Material ferromagnético (clips, moeda, preguinho, parafuso)

Procedimentos:

- a) Enrole o fio no prego, dando o máximo de voltas, formando o solenóide (conjunto de espiras).
- b) Deixe alguns centímetros próximos as extremidades do prego.
- c) Descasque as extremidades do fio e conecte na pilha.
- d) Com o circuito fechado, aproxime a cabeça do prego de materiais ferromagnéticos.

Questões para análise:

1. Como você pode detectar se foi criado um campo magnético?
2. A polaridade do eletroímã é diferente em cada lado?
3. É possível criar um imã com as mesmas características de um imã natural? Como?
4. Como podemos aumentar a força de um eletroímã?
5. Em sua casa você tem algum dispositivo que utiliza eletroímã?

Resultados esperados:

Espera-se que o estudante perceba que no seu dia a dia pequenos motores como campainha, toca CD e disco rígido de computadores são movimentados por eletroímã.

❖ Desafio

Propor as equipes a construção de um eletroímã de campo magnético de maior intensidade.

LEITURA COMPLEMENTAR:

- O texto: “Campo magnético - mapeamento: polos magnéticos de um imã e da Terra” de SILVA, João Freitas, 2008, apresenta a bússola como instrumento frágil a presença de campos magnéticos, a inseparabilidade dos polos de um imã e o campo magnético da Terra. É importante a leitura do texto para analisar como o campo magnético terrestre tem a função

de proteção a vida terrestre. Disponível:
<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/campo-magnetico---dominios-e-desmagnetizacao-materiais-ferromagneticos-paramagneticos-e-diamagneticos.htm>. Acesso: 02/12/2016.

ATIVIDADE 6 - AMOSTRA DE EXPERIMENTOS (7 aulas)

Introdução

Nesta atividade, cada equipe escolherá um experimento sobre o eletromagnetismo e apresentará a prática aos demais colegas com a conceituação científica e a aplicabilidade.

Objetivos

- Analisar o interesse quanto ao desenvolvimento das pesquisas dos conceitos apresentados de acordo com o experimento escolhido.
- Tornar os estudantes sujeitos ativos no processo-aprendizagem.
- Oportunizar a contextualização da Física.

Desenvolvimento

Os alunos serão divididos em equipes, onde cada uma escolherá uma atividade experimental sobre o assunto eletromagnetismo. Cada equipe deverá apresentar seu experimento diferente das demais com a devida explicação científica às demais equipes.

Resultados esperados

Acredita-se que com essa atividade de construção dos experimentos escolhidos e o trabalho em grupo, promova a interação, envolvimento, participação e os alunos sejam atuantes no processo ensino-aprendizagem. O momento de

escolha do experimento possibilitará o incentivo ao desenvolvimento de pesquisa, proporcionando a aprendizagem significativa.

Atividade 7 (1 aula)

Ao final de todo o trabalho os alunos responderão um questionário (apêndice 2) para avaliar o desenvolvimento do projeto e verificar quais as contribuições, possibilidades e dificuldades que ele trouxe para a melhoria do ensino de Física.

As questões tem por objetivo investigar a aceitação dos alunos em relação ao uso da experimentação como alternativa metodológica para sua aprendizagem.

REFERÊNCIAS

BONJORNO, J. R. *et al*, Física: Eletromagnetismo – Física Moderna, Vol. 3, 2ª Edição, São Paulo, FTD 2013, p. 48.

SANTOS, M. A. S. "Eletricidade: Acionamento de Motores Elétricos"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/eletricidade-acionamento-motores-eletricos.htm>>. Acesso em 10 de outubro de 2016.

SANTOS, M. A. S, 2016, Manifestações eletricidade estática. Disponível: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/manifestacoes-eletricidade-estatica.htm> Acesso: 12/10/2016

HOLTZ, R.,2015 Blindagem eletrostática. HOLTZ Disponível: <https://fisicadomundo.wordpress.com/2015/09/12/blindagem-eletrorstatica/> Acesso: 01/12/2016.

SANTOS, R., 2016, Circuito elétrico. Disponível: <https://aprendafisica.wordpress.com/2016/03/03/circuito-eletrico/> Acesso: 20/10/2016

Campo magnético da Terra. Disponível: <http://fisicanucleo.blogspot.com.br/> Acesso: 02/12/2016

Heymann, G. 2016, Motor elétrico. Disponível: <http://super.abril.com.br/ciencia/o-motor-eletrico/>Acesso: 02/12/2016

Uma abordagem histórica e experimental da Eletrostática <https://periodicos.unifap.br/index.php/estacao/article/viewFile/126/v1n1Jose.pdf>

Descoberta de Oersted. Disponível: <http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2014/03/a-descoberta-de-hans-christian-oersted.html> Acesso: 02/12/2016.

Gaiola de Faraday e blindagem eletrostática. Disponível: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=25102> Acesso:16/11/2016

APÊNDICE 1: Questionário investigativo

Colégio Estadual La Salle

Série: _____ Turno: _____

1. Você acha importante o ensino de Física na sua grade curricular?

muito importante

importante

pouco importante

sem nenhuma importância

2. Consegue perceber os conteúdos que aprende em Física com os fenômenos que ocorrem ao seu redor?

sim não as vezes

3. Se pudesse escolher você estudaria Física no ensino médio?

sim não

4. Você considera que as aulas experimentais são importantes nas aulas de Física?

sim não indiferente

5. Durante sua vida escolar você teve aulas experimentais nas aulas de Física?

frequentemente raramente nunca tive não lembro

6. Descreva quais os objetivos das aulas experimentais que você teve na disciplina de Física.

7. Ao término do ensino médio você pretende fazer uma graduação?

sim não não sei

8. Você escolheria um curso de graduação, que tenha Física na sua grade curricular?

sim não não sei

9. Em seu ponto de vista, como seria uma boa aula de Física?

10. Como você imagina que será a disciplina de Física neste ano?

11. Em sua opinião, como você gostaria que fosse a disciplina de Física neste ano?

APÊNDICE 2

COLÉGIO ESTADUAL LA SALLE

SÉRIE: _____ TURNO: _____

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO QUANTO AO USO DA EXPERIMENTAÇÃO

1. O uso da experimentação nas aulas foram interessantes?

() sim () não () indiferente

2. A experimentação despertou curiosidade com relação a disciplina de Física?

() sim () não () indiferente

3. Qual atividade experimental mais atrativa que você achou? Por que?

4. Os conceitos de Física ficaram mais claros com as aulas experimentais?

() sim () não () indiferente

5. O que você acha que mais contribui para o seu aprendizado dos fenômenos eletromagnéticos?

ANEXO I

Manifestações da Eletricidade Estática

A eletricidade estática é o fenômeno de acumulação de cargas elétricas que pode se manifestar em qualquer material. Ela acontece, principalmente, com o processo de atrito entre materiais e se manifesta em vários fenômenos que ocorrem no cotidiano, às vezes ocorre de forma inofensiva, mas em outros casos sua manifestação pode ser muito perigosa.

As manifestações da eletricidade estática são observadas, principalmente, em locais onde a umidade do ar é muito baixa, ou seja, locais secos. Ao manusear um agasalho de lã sintética, por exemplo, é possível ouvir pequenos estalos que ocorrem em razão das descargas elétricas que acontecem entre seus fios. Se estiver no escuro é possível visualizar pequenas faíscas entre os fios que foram eletrizados.

Nas fábricas de papel e nas tecelagens a eletricidade estática também se manifesta. Nos enrolamentos de papel e de tecido ocorre atritamento desses materiais com as partes metálicas das máquinas, fazendo com que surjam cargas elétricas que podem produzir faíscas quando um empregado manuseia um material metálico próximo a esses locais, por exemplo. As faíscas que surgem podem provocar incêndios. Para evitar que isso não ocorra, esses locais são mantidos fechados e a umidade do ar é controlada, fazendo com que as máquinas sejam descarregadas na presença de gotículas de água, evitando dessa maneira os possíveis riscos de incêndios.

Nos aviões, caminhões de combustível e carros de fórmula 1 a eletricidade estática também se manifesta, podendo acontecer grandes explosões em virtude do material altamente inflável que esses veículos utilizam. Nos caminhões que fazem o transporte de combustíveis inflamáveis, é comum existir uma corrente de metal que se arrasta pelo chão, fazendo com que as cargas elétricas que aparecem do atrito do caminhão com o ar sejam descarregadas no solo, evitando riscos de explosões. O mesmo acontece com os aviões e os carros de fórmula 1. Quando em movimento, esses móveis se atritam com o ar produzindo cargas elétricas, que

são perigosíssimas no momento do abastecimento deles. Sendo assim, para não correr riscos com explosões, durante o abastecimento eles são conectados a terra, como medida para descarregar as cargas elétricas existentes sobre suas superfícies.

A eletricidade estática é muito perigosa na maioria dos casos, no entanto em outros ela é muito útil como, por exemplo, nas máquinas copadoras (máquinas de xérox). A imagem original é projetada num cilindro que é revestido de selênio. Esse cilindro, que inicialmente está eletrizado, é descarregado na razão direta da intensidade de luz que incide sobre a imagem original, permanecendo eletrizado nos locais onde as imagens são projetadas. Depois as partículas de toner são atraídas pelas regiões do cilindro que ainda estão eletrizadas. Por fim, a tinta (toner) é transferida para o papel que é colocado na copadora e a imagem é fundida por aquecimento, obtendo-se uma reprodução perfeita da imagem original.

SANTOS, M. A. S, 2016, Manifestações eletricidade estática. Disponível: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/manifestacoes-eletricidade-estatica.htm> Acesso: 12/10/2016

ANEXO II

Roteiro do filme: O grande truque

O grande truque (2006), de Christopher Nolan, é um filme que apresenta o diálogo entre a tecnologia por trás de um show de mágica e a ciência em si.

Dois mágicos, outrora companheiros, disputam quem executa o melhor e mais complexo truque. Um deles conta com ajuda de um exímio engenheiro, que desenvolve equipamentos que criam as ilusões para a plateia. Em busca do “grande truque”, um deles ajuda Nikola Tesla (1856-1943), cientista austríaco que obteve nacionalidade estadunidense. E é nesse ponto que o roteiro ficcional e a realidade se misturam.

Nikola Tesla contribuiu no desenvolvimento do Eletromagnetismo e da Engenharia Mecânica e Eletrotécnica. Entre seus feitos está a demonstração de ondas eletromagnéticas sem fio (rádio) e o motor de corrente alternada....

Tesla acostumava apresentar suas inovações tecnológicas para o grande público de forma artística, quase como um mágico. Há registros do seu laboratório com as bobinas ligadas, descarregando eletricidade por toda a sala, como se houvessem raios que antecedem a chuva em um ambiente fechado. No filme há uma cena que reproduz isso. As pessoas que assistiam a esses espetáculos pouco entendiam o que estava acontecendo, mas ficavam maravilhadas com os raios e com as lâmpadas sem fio que acendiam com um simples toque de mão de Tesla.

BONJORNO, J. R. *et al*, Física: Eletromagnetismo – Física Moderna, Vol. 3, 2ª Edição, São Paulo, FTD 2013, p. 48.

ANEXO III

Circuito elétrico

Para entender o que é um **circuito elétrico** vamos falar inicialmente apenas de circuito. Vamos pensar um pouco...

A palavra “circuito” está associada a diversos contextos, por exemplo:

Você já ouviu falar de **circuito** de Fórmula-1 (F-1)? Pois é, essa palavra é muito comum. Mas o que é um **circuito elétrico**?

Calma, vamos chegar lá!!

Pense novamente no circuito de F-1.

Nele, diversos carros executam certo traçado (correspondente à pista de corrida) característico do **circuito**. Ao longo da corrida, suas velocidades são diferentes devido a várias causas como tentativas de ultrapassagem ou características específicas do traçado como retas, curvas mais ou menos acentuadas etc...

Os carros consomem a **energia** proveniente de seu **combustível** durante toda a corrida, que acaba ao fim de um determinado número de voltas ou, teoricamente, quando acabar o combustível dos carros. É notório também que o consumo aumenta quando os carros precisam de mais energia para aumentar a velocidade, depois de uma curva, durante uma ultrapassagem ou quando deixam os boxes acelerando, por exemplo. O que, de certo modo, pode ser visto como algo que atrapalha seu movimento.

Outra coisa, durante a corrida, os carros só podem percorrer o **circuito** de acordo com uma trajetória pré-determinada e sempre no **mesmo sentido**.

Bem, tudo isso que foi dito sobre F-1 nós já sabemos, né?

Mas o que circuito elétrico tem a ver com corrida de Fórmula 1?

Ora, salvo as devidas adaptações, há diversas analogias entre esses dois **circuitos**.

Sabe os carros da F-1?

Pense agora que eles sejam elétrons. Pense que o **circuito de corrida**, quero dizer, a pista, é um condutor metálico, feito de cobre, por exemplo. Então, um **circuito elétrico** é algo como uma corrida de elétrons em uma pista que vamos chamar de **condutor**.

Ao percorrer o condutor, os elétrons se comportam como se fossem os carros sem, é claro, as tentativas de ultrapassagem.

Em relação à energia que eles consomem para percorrer o **circuito**, ela é proveniente do **gerador** conectado ao condutor.

Assim como os carros em determinados trechos da corrida estão mais rápidos ou mais lentos conforme as características do traçado, os elétrons também passam por isso, entretanto, em virtude de características físicas do **condutor** pelo qual eles se movem. Esses pontos que aumentam a dificuldade de passagem dos elétrons são comumente chamados de **resistência elétrica**. Nesses pontos,

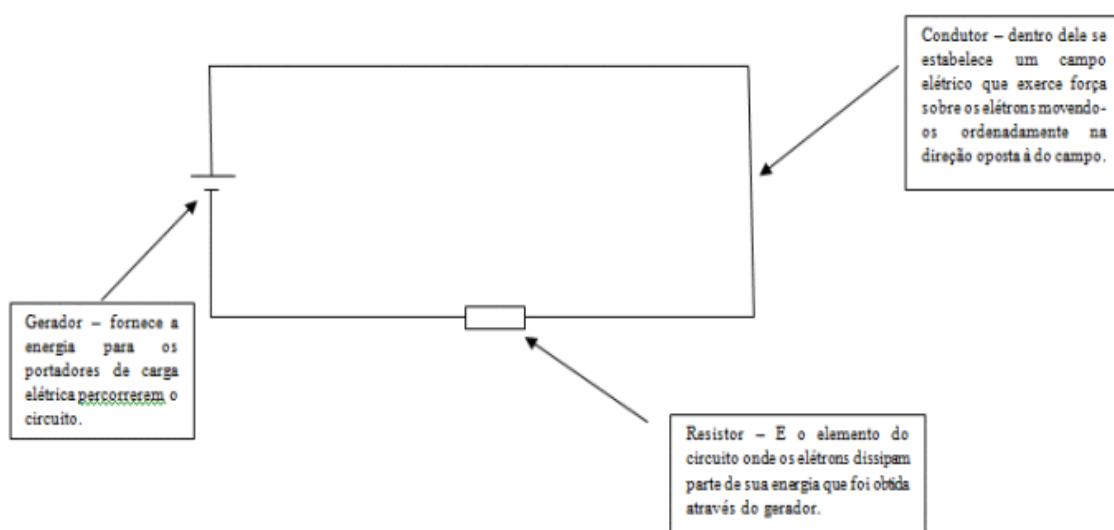
a **energia** que os elétrons consomem do **gerador** é transformada em outras formas de energia, sobretudo, **calor**.

A “corrida” dos elétrons acaba quando eles não recebem mais energia do gerador para se moverem através do condutor assim como acabaria para os carros quando eles não tivessem mais combustível no tanque. Tem mais: assim como os carros não podem deixar seu **circuito**, os elétrons não podem deixar o **condutor**, porém, em alguns casos podem percorrê-lo em **ambos os sentidos**.

Bom, então, através dessa analogia, podemos definir de forma básica um circuito elétrico como sendo um sistema formado por um condutor percorrido por elétrons que consomem a energia do gerador e que a dissipam gradativamente nas **resistências** na forma de **calor** até que o **gerador** não possa mais fornecê-la. Eventualmente, um **circuito elétrico** apresenta outros componentes como **capacitores** e **indutores** associados a sua estrutura.

Além disso, um circuito elétrico de fato pode apresentar **mais de um caminho**, além de mais de um sentido de percurso, como já foi dito, para serem percorridos pelos elétrons formando sempre um **caminho fechado**.

ESQUEMA BÁSICO DE UM CIRCUITO ELÉTRICO – SIMBOLOGIA



Disponível: <https://aprendafisica.wordpress.com/2016/03/03/circuito-eletrico/>

Acesso: 20/10/2016

ANEXO IV

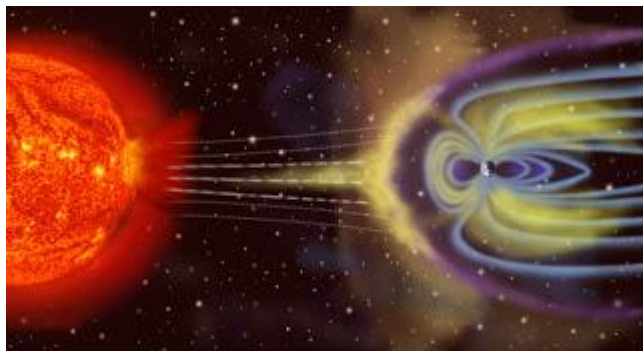
Campo magnético da Terra

Introdução

Este trabalho tem por finalidade destacar os efeitos que o campo magnético terrestre provoca na Terra, dando como exemplo situações cotidianas e baseando-se no filme “O Núcleo – Missão ao centro da Terra”.

Desenvolvimento

O filme retrata muito bem as situações cotidianas nas quais o campo magnético atua, como migrações de animais, orientação dos aviões e suas comunicações com as torres de controle etc.



O campo eletromagnético é um dos responsáveis pela manutenção da vida no planeta Terra. Sem ele, seríamos bombardeados por raios cósmicos e solares, pois é uma espécie de guarda-chuva, que protege o planeta de partículas nocivas que vêm do Universo.

Esse campo é formado pela rotação do núcleo externo da Terra, que é formado por ferro pastoso que gira a 1600 km/h a uma temperatura em torno de 3.600°C. Porém não é essa rotação que provoca o aparecimento do campo, pois a

temperatura é muito elevada. O que realmente o provoca são correntes elétricas contidas nesse núcleo.

A magnetosfera, outro nome que o campo recebe, se comporta como um grande ímã, cujos pólos coincidem com os pólos da Terra e, neste processo, mantém um imenso campo em torno do planeta.

O filme abrange várias questões de diversas disciplinas que estão diretamente ligadas a esse assunto, o magnetismo.

No Campo da Física:

a) Auroras Boreais



O campo magnético proporciona as auroras boreais, fenômeno de faixas de luzes coloridas. Tais faixas seguem as linhas do campo magnético, e são mais intensas e maiores quando o sol emite tempestades iônicas mais fortes. Assim, a radiação solar, quando desviada pelo campo magnético, parte da sua energia é transformada em luz, dentro do espectro luminoso (vermelho, laranja; verde; azul e violeta), quando os átomos de oxigênio e nitrogênio são excitados pelos íons solares, e liberam ftons.



b) Tempestades de Extrema violência

Esse campo também é responsável pelas atividades do clima. Ele atua como um grande moderador, evitando que o ar se carregue excessivamente de eletricidade, causando tempestades muito agressivas.

c) Radiação solar formada por partículas ionizantes e micro-ondas, atingindo o solo terrestre

O campo magnético atua protegendo a superfície do planeta desta radiação. O filme apresenta situações em diversas cidades, inclusive Roma, em que ruas, praças, monumentos e prédios são queimados por feixes de micro-ondas superpotentes, oriundos do Sol.

d) Alteração nos sistemas de navegação de aeronaves

As bússolas deixam de marcar com precisão a direção norte-sul, provocando alterações nas rotas aéreas e imprecisão no destino final dos voos. Com efeito, as bússolas funcionam segundo o campo magnético. Se este campo sofrer alterações, as bússolas deixarão de funcionar corretamente.

e) Ideias decorrentes

Não só as aeronaves, mas também os navios que usam o mesmo sistema de navegação teriam problemas para manter seus rumos de forma correta. Da

mesma forma os satélites que orbitam a Terra teriam seus sistemas de orientação afetados, podendo sair de suas órbitas e muitos caírem sobre o planeta.

No Campo da Geologia.

a) Terremotos

O planeta está constantemente submetido a inúmeras forças, tais como: rotação; translação; atração solar; atração lunar (nutation); retardo das marés e outros. O núcleo terrestre, por ser líquido, e estar sempre em rotação, também participa deste sistema de forças. Quando sua rotação foi diminuída (no filme) o sistema sofreu acentuado desequilíbrio, acelerando o movimento das placas tectônicas.

b) Ideias decorrentes

- o subsolo da terra precisa ser mais estudado, até as camadas mais profundas, para se entender melhor:
- o movimento das placas tectônicas.
- a densidade do manto líquido, no interior da terra.
- o vulcanismo.
- o movimento dos pólos magnéticos.
- o decaimento da intensidade do campo no decorrer dos séculos.

No Campo da Biologia

a) Interferência em dispositivos eletrônicos

O filme apresenta diversas pessoas morrendo por terem seus marca-passos cardíacos parados pela variação do campo magnético (neste caso, o campo aumentou muito, danificando os dispositivos).



b) Orientação de animais

O campo magnético serve para orientar várias espécies de animais nas suas rotas migratórias. Aves, cardumes da base alimentar, predadores e grandes cetáceos deslocam-se durante as estações do ano, em busca de acasalamento e melhores locais de alimentação.

Quelônios como as tartarugas marinhas o utilizam em deslocamentos de mais de dois quilômetros, para acasalar e depois voltar ao local onde nasceu, para nidificar.

c) Ideias Decorrentes

Estudos devem ser implementados, visando a conhecer outras espécies que usam o campo magnético, ou dependem dele, de alguma forma, para sobreviver.

Obs.: Já é conhecida pelos cientistas um tipo de bactéria que se orienta segundo o campo magnético. São as Bactérias Magnetotáticas. Elas possuem magnetita ou sulfeto de ferro, que as mantém orientadas com as linhas do campo magnético terrestre. Tal “comportamento” é conhecido como magnetotaxis.

<http://fisicanucleo.blogspot.com.br/> Acesso: 02/12/2016

ANEXO V

O motor elétrico

Em menos aparelhos domésticos ou nas grandes indústrias ele mudou radicalmente a vida cotidiana: complicadas atividades se transformaram no simples ligar e desligar de um botão

Até por volta dos anos 20, todo passeio de automóvel começava com uma desconfortável ginástica: alguém devia curvar-se em frente ao carro e girar com força uma manivela. A função dessa peça indispensável era dar a partida no motor, ou seja, executar seu primeiro movimento, tirando-o da imobilidade; depois o combustível faria o resto. Desde então, porém, a manivela foi aposentada e o exercício do motorista não passa de um leve virar da chave no contato, que aciona um pequeno motor alimentado por uma bateria. O motor substituiu a manivela. Assim como esses motoristas tiveram seus esforços poupados, as donas de casa trocaram a força física pelo simples ato de ligar uma tomada.

De fato, é quase impossível imaginar a vida sem as engenhocas elétricas que povoam a paisagem doméstica: liquidificadores, aspiradores, máquinas de lavar e secar, toca-discos, geladeiras etc. Para além do restrito território de um apartamento, os elevadores são imprescindíveis, assim como os portões eletrônicos das garagens e as escadas rolantes de uma loja. Um pouco mais longe, nas indústrias, a evolução não foi muito diferente: para produzir todas essas máquinas, outros equipamentos foram criados. Embora enormes e muito diferentes em aparência de um pequeno secador de cabelos, por exemplo, a maioria deles utiliza o mesmo sistema básico de funcionamento: o de um motor elétrico. Ele transforma a energia elétrica em energia mecânica, como o girar das pás de um ventilador.

Em 1820, o cientista dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) não imaginou que com uma singela experiência descobriria um princípio físico fundamental para o funcionamento desse tipo de motor. Oersted passou uma corrente elétrica, gerada por uma pilha, por um fio condutor e depois aproximou desse fio uma bússola; a agulha, que é um ímã (uma barra magnética), mexeu-se

e alinhou-se perpendicularmente ao fio. Para o cientista, o fato só poderia dizer uma coisa: em volta do fio havia um campo magnético, que agiu sobre o outro campo, o da agulha.

Com isso, estabeleceu-se pela primeira vez a relação entre eletricidade e magnetismo. O físico francês André-Marie Ampere (1775-1836), um gênio da Matemática, após tomar conhecimento das experiências do dinamarquês, começou a formular uma lei do eletromagnetismo, chegando à conclusão de que as linhas de força criadas pelo fio eletrizado – o campo magnético – são circulares, ou seja, formam uma espécie de cilindro invisível em volta do condutor.

Até então, pensava-se que o campo magnético caminhava apenas em linha reta, de um ímã para outro. Também pesquisando a ligação entre eletricidade e magnetismo, estava o inglês Michael Faraday (1791-1867).

Nascido em Newington, perto de Londres, ele era físico e químico, mas de formação teórica precária. Por isso, valorizava a experiência como prova dos fenômenos naturais. Graças à sua curiosidade e a metódicas experiências, ele pôde demonstrar em 1822 o campo magnético circular. Faraday encheu com mercúrio – um metal condutor – duas taças especialmente desenhadas, de modo a ter um fio elétrico saindo do seu fundo. Numa delas fixou verticalmente uma barra magnetizada. Na outra, deixou frouxo outro magneto. Na primeira taça, quando um fio elétrico pendurado acima da taça tocava o mercúrio, fechando o circuito, esta se punha a girar em volta do ímã. Na outra taça, onde o fio estava frouxo, quando ligado à corrente o magneto girava em torno do fio central. Este foi o primeiro motor elétrico, o autêntico ancestral das máquinas de hoje.

Nove anos depois, Faraday notou que se colocasse um ímã dentro de uma bobina, em cujo fio passasse energia elétrica, esta se moveria de forma a acompanhar as linhas de força da bobina; demonstrou assim que uma bobina eletrizada é também um ímã. Se colocarmos uma bobina entre dois ímãs fixos, sem tocar neles, ela aponta seu pólo norte para o pólo sul do ímã e vice e versa. Mas, como os pólos da bobina são determinados pelo sentido da corrente que passa pelo fio, quando o invertemos, os pólos também se invertem, o que faz com que a

bobina se mova novamente. Se essa inversão da corrente for constante, ela não pára de girar. Na época de Faraday, como a única fonte de energia elétrica disponível era a de uma pilha, de corrente contínua, a mudança de sentido da corrente se dava através de um sistema chamado comutador, até hoje usado em brinquedos e outros pequenos motores.

Este é o princípio do funcionamento do motor elétrico. Para que o movimento aconteça, é preciso que haja uma interação entre os campos magnéticos de um estator (parte fixa do sistema) e um rotor (parte móvel). Depois de Faraday, muitos outros cientistas começaram a especular sobre o fenômeno da eletricidade. O engenheiro-eletricista e inventor belga Zénobe Théophile Gramme construiu, em 1869, um motor que também se comportava como gerador – a máquina inversa. Ou seja, quando ligada a uma corrente elétrica, produzia energia motora. E, quando movida por uma força motora, produzia energia elétrica. O invento foi chamado dínamo Gramme e apresentado em Viena em 1873. Alguns anos depois, foi exposta na Universidade Técnica de Graz, na Austria, onde encantou o aluno iugoslavo Nikola Tesla.

Físico e engenheiro, Tesla começou a pesquisar novos aperfeiçoamentos para o engenho, que já fazia enorme sucesso. Em 1883, apresentou o primeiro gerador de corrente alternada – aquela cujos pólos se invertem. A partir de então, a corrente passou a ser gerada de forma alternada, como as que hoje chegam às tomadas. A seguir, inventou o motor elétrico sem comutador. No entanto, a corrente alternada – que viria a ser a outra grande revolução na eletricidade – não causou o impacto esperado por Tesla na comunidade científica europeia da época. Isso forçou o pesquisador a procurar novas oportunidades nos Estados Unidos, onde chegou em 1884. No mesmo ano, vendeu os direitos de patente das invenções a um certo George Westinghouse, dono de uma companhia elétrica que levava seu nome.

O sistema Tesla-Westinghouse, como viria a ser conhecido, foi utilizado pela primeira vez na iluminação da World's Columbian Exposition, uma feira montada em Chicago, em 1893, para celebrar o quarto centenário do descobrimento da América. O sucesso foi tanto que a companhia de Westinghouse acabou contratada

meses depois para instalar geradores elétricos pela primeira vez nas cataratas do Niágara. Depois da invenção da corrente alternada, muitos outros aperfeiçoamentos foram introduzidos nos motores elétricos. Por exemplo, em vez de apenas dois pólos no estator, alguns novos motores têm uma seqüência de vários ímãs muito próximos, o que aumenta a uniformidade do movimento. Em casos como o do toca-discos, o avanço melhora muito a qualidade do som. As pesquisas apontam agora para outra revolução: os supercondutores ([SUPERINTERESSANTE n.º 1](#)). Sem desperdiçar energia, esses fios de cerâmica tornariam os motores muito mais potentes. Mas isso faz parte do futuro. De qualquer forma, o princípio fundamental continua o mesmo – por sinal, algo muito simples, embora tenha modificado radicalmente a vida das pessoas.

Heymann, G. 2016 <http://super.abril.com.br/ciencia/o-motor-eletrico/> Acesso: 02/12/2016.