

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS

FERNANDO JOSÉ BARROS NASCIMENTO

SEQUÊNCIA DE PRÁTICAS COM RECURSOS MULTIMÍDIA PARA
ENSINO DE ELETROMAGNETISMO NO EJA E PROEJA

PRODUTO EDUCACIONAL

Volta Redonda, janeiro de 2017



SEQUÊNCIA DE PRÁTICAS COM RECURSOS MULTIMÍDIA PARA ENSINO DE ELETROMAGNETISMO NO EJA E PROEJA

Fernando José Barros Nascimento

Este produto educacional contém 4 unidades didáticas que abordam conteúdos de eletromagnetismo ao nível do Ensino Médio, voltado para o EJA e PROEJA

Cada unidade é autônoma, contém um conjunto de vídeos como objetos educacionais e práticas simples para serem aplicadas em sala de aula, de baixo custo.

Este produto procura explorar a facilidade de acesso a objetos educacionais tais como vídeos, tanto em classe, por meio de projetores multimídia, como nas próprias casas dos alunos, onde o acesso à internet se torna cada vez mais amplo.

Estas unidades compreendem em geral duas aulas de 2 tempos cada uma, que devem ser alocadas dentro do programa de uma disciplina de física cujo conteúdo seja Eletromagnetismo, seja no EJA/PROEJA, ou mesmo no ensino Regular.

O produto foi concebido para o público do EJA/PROEJA, cuja característica é de pouca habilidade com matemática, mas de grande curiosidade, habilidade prática, pouco tempo para estudo e classes noturnas. Sendo assim a metodologia se baseia em buscar a alfabetização científica por meio de atividades motivadoras, tais como práticas em classe, que oportunizam maior participação dos alunos, ludicidade e momentos de argumentação mediada pelo professor. Os vídeos funcionam de forma a complementar as práticas em classe, possibilitando que os alunos também os explorem fora de classe, ampliando o tempo de estudo, que costuma ser restrito ao tempo de aula.

SUMÁRIO

Unidade 1: Cargas elétricas, eletrização e o eletroscópio.....	5
Objetivos Gerais:	5
Objetivos Específicos:	5
Aula 1.....	5
PARTE EXPOSITIVA: Apresentando o modelo atômico	5
OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEOS): Eletroscópios.....	6
PRÁTICA: Construção de eletroscópios e eletrização	7
Material	7
Aula 2.....	9
OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEOS): Eletrização e série triboelétrica.....	9
PRÁTICA E ARGUMENTAÇÃO: Eletrização	9
Unidade 2: Corrente elétrica contínua e diferença de potencial	10
Objetivos Gerais:	10
Objetivos Específicos:	10
Aula 1.....	10
Figura A3 Pilha de Daniel.....	11
OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEOS): Pilhas caseiras	12
Aula 2.....	12
PRÁTICA: Construção de uma pilha de Daniel	12
Material	12
OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Corrente elétrica.....	13
Unidade 3: O Eletromagnetismo o Experimento de Oersted.....	13
Objetivos Gerais:	13
Objetivos Específicos:	14
Aula 1.....	14
PARTE EXPOSITIVA: Introdução ao magnetismo.....	14
OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEOS): Eletromagnetismo	14
Aula 2.....	14
PRÁTICA: O experimento de Oersted	14
Unidade 4: Gerador, o tubo antigravidade e a Lei de Lenz	17
Objetivos Específicos:	17
Aula 1.....	17
PARTE EXPOSITIVA: Fluxo magnético e sua variação.....	17
OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Lei de Lenz	18

PRÁTICA: Tubo Antigravidade	18
OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Tubo antigravidade	20
Aula 2	20
PRÁTICA: Minigerador AC.....	21
“Minigerador” produzido em classe.	22
OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Pêndulo elétrico	23
OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Usina geradora de energia elétrica.....	23
DISCUSSÃO FINAL: fontes alternativas de energia elétrica	23
Anexo 1	24
Questionário prévio.....	24
Anexo 2.....	24
Avaliação final.....	24

Unidade 1: Cargas elétricas, eletrização e o eletroscópio

Objetivos Gerais:

- Introduzir o modelo atômico: núcleo, partículas constituintes do átomo.
- Introduzir carga elétrica, quantização da carga elétrica, eletrização e fenômenos básicos

Objetivos Específicos:

- Construir e utilizar um eletroscópio simples.
- Explorar de forma prática a atração e repulsão elétrica.
- Verificar a existência de dois tipos de carga elétrica.
- Explorar de forma prática a eletrização por atrito, contato e indução.
- Diferenciar condutores de isolantes.

Aula 1

PARTE EXPOSITIVA: Apresentando o modelo atômico

O pré-requisito teórico para esta unidade são os modelos atômicos de Rutherford e de Bohr. Tais modelos devem ser introduzidos por meio de aula expositiva destacando a existência do núcleo positivo e da eletrosfera negativa, assim como o valor das cargas elétricas do próton e do elétron, introduzindo a unidade de carga elétrica que é o Coulomb (C).

A apresentação expositiva do modelo atômico é imprescindível na medida em que se caminha para uma construção, onde não podemos comprovar tal modelo. A compreensão de tais modelos se dará por meio da discussão dos resultados das práticas tendo por fundamento os modelos atômicos de Bohr e Rutherford.

Seguindo a sequência da aula é apresentado valor da carga elétrica do próton $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C e a do elétron $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C, ressaltando os sinais contrários e o mesmo valor absoluto. Nesse momento é discutida a quantização da carga elétrica e o conceito de carga fundamental $e = q_p$, onde uma quantidade de carga se expressa sempre por um número inteiro (positivo ou negativo) multiplicado pela carga fundamental:

$$Q = Ne \text{ onde } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C e } N = \pm\{1, 2, 3, \dots\}$$

Complementando a conceituação do próton e do elétron é explicado que o primeiro possui uma massa duas mil vezes maior que a do elétron: $m_p \approx 2000 m_e$, sendo $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ e $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

OBJETO EDUCACIONAL(VÍDEO): *Visualização da eletrização por atrito (onde se evidencia que é o elétron quem se desloca)*

V1 A apresentação do vídeo postado no YOUTUBE, cujo endereço é: <https://youtu.be/QkbJHPtcgis> (vídeo V01)

O vídeo V1 foi produzido a partir de simulação do PHET (com o recurso do *ScreenCast-o-matic*) que mostra como acontece a eletrização por atrito: os elétrons são transferidos de um corpo para o outro, ficando negativamente carregado o corpo que ganhou elétrons e positivamente carregado o corpo que perdeu elétrons.

A apresentação do vídeo **V1** permite introduzir os três processos de eletrização:

- 1- Eletrização por atrito;
- 2- Eletrização por contato;
- 3- Eletrização por indução.

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEOS): *Eletroscópios*

Apresentação dos eletroscópios e para que servem tais dispositivos pode ser feita expositivamente e em seguida apresentados os vídeos V2 e V3, que mostram a construção e utilização de eletroscópios simples.

V2 <https://youtu.be/iVidZjcpCb8> (Eletroscópio de folhas)

V3 <https://youtu.be/IIEVEn2TNdA> (Eletroscópio de folhas e pêndulo)

PRÁTICA: Construção de eletroscópios e eletrização

Material

- 1 Garrafinha pet;
- 2 Tubinho de PVC;
- 3 Folhinhas de papel laminado (para revestir as bolinhas de isopor e perninhas do eletroscópio);
- 4 Bolinhas de isopor;
- 5 Espetinho de madeira;
- 6 Fio de cobre (pedaço de 10cm no máximo);
- 7- Canudinho de refrigerante;
- 8- Papel toalha ou higiênico, saquinho de lixo e isopor;
- 9- Uma massinha de modelagem ou rolha;
- 10- Alfinete.



Figura A.1 Foto das esferas metálicas feitas na turma PI 102.

As instruções para produção dos eletroscópios estão explicadas nos vídeos V2 e V3. Os alunos podem trazer os materiais de casa e fazer os eletroscópios em classe, o

que toma algum tempo de aula, ou, alternativamente, para poupar tempo de aula, já podem trazer eletroscópios prontos para a classe, construindo-os em casa com auxílio dos vídeos.

Quando os alunos vêem os vídeos mostrando como fazemos os eletroscópios de folhas e de pêndulo, surge o interesse em fazer também, principalmente, quando motivados para demonstrarmos a existência de cargas elétricas através destes materiais em sala de aula, na próxima aula.

Quanto à demonstração da eletrização por atrito, pode ser comprovada atritando-se os canudinhos para beber refrigerante com papel toalha: ao aproximá-los dos eletroscópios estes indicarão a presença de carga. Neste ponto deve ser investigada a diferença entre as eletrizações por contato e indução. Para tanto podem ser realizados ensaios com o auxílio dos eletroscópios e os espetinhos com esferas de isopor revestidas de papel laminado como os que são mostrados na Figura A.1.

Quando o fenômeno da eletrização por contato ou indução não ficar bem visível, aconselho a utilização da lousa, uma vez que ficaria muito mais fácil entender visualizando também as esferas sendo induzidas, vendo as esferas mesmo que o comportamento delas seja de difícil visualização.

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Atração e repulsão: dois tipos de carga elétrica

O vídeo V4 complementa o estudo da eletrização exemplificando o fenômeno com a eletrização de balões de festa. Nesse vídeo (do Professor Fernando Lang-UFRGS) é demonstrada a existência de dois tipos de cargas e os fenômenos de atração e repulsão. Apesar da baixa qualidade de vídeo, a clareza da demonstração é extremamente valiosa, sendo estimulante a reprodução do experimento mostrado.

V4 Fonte: <https://youtu.be/MqUL4UQPBUE> (Atração e repulsão-dois tipos de carga elétrica).

Aula 2

Esta segunda aula da unidade reforça os processos de eletrização mostrando outros meios de verificação. Antes de prosseguir com as práticas, para aprofundar a conceituação sobre eletrização alguns vídeos devem ser exibidos.

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEOS): Eletrização e série triboelétrica

Para aprofundar o conhecimento do processo de eletrização, enriquecendo os conteúdos apresentados, os vídeos abaixo apresentam a séries tribo elétrica, mostrando que a eletrização por atrito é um fenômeno rico em possibilidades de exploração.

V5 Fonte: <https://youtu.be/uCC0PdMTKgs> (Série tribo elétrica e eletrização por atrito)

V6 Fonte: <https://youtu.be/eXjyoLMfnvs> (Processos de eletrização por atrito, contato e indução)

PRÁTICA E ARGUMENTAÇÃO: Eletrização

A figura A2 mostra o experimento realizado pelos alunos demonstrando a eletrização por atrito, contato e indução, sendo um dos experimentos mais completos sobre eletrização demonstrado inicialmente em vídeo.



Figura A2 Foto de alunos da Turma PI 101 realizando o experimento demonstrado no vídeo V05 e V06. Unidade 1 aula 2.

Em observância aos estudos desenvolvidos, o professor deve conduzir uma série de perguntas onde o aluno faz a checagem do conhecimento desenvolvido e das observações da prática. Esse momento é de desenvolvimento das argumentações, onde o professor atua como mediador, sempre estimulando os alunos a participar e a checar as assertivas uns dos outros, tanto com o observado na prática, como com os conceitos introduzidos.

Unidade 2: Corrente elétrica contínua e diferença de potencial

Objetivos Gerais:

- Introduzir corrente elétrica.
- Introduzir o potencial elétrico.

Objetivos Específicos:

- Distinguir corrente elétrica contínua de corrente elétrica alternada.
- Construir um fonte de corrente contínua química simples.
- Acender uma lâmpada de LED com uma pilha caseira.
- Verificar que a corrente gerada pela pilha é contínua.

Aula 1

PARTE EXPOSITIVA: Apresentando o conceito de corrente elétrica e histórico do desenvolvimento da pilha

Após evidenciar a existência das cargas elétricas, negativas e positivas e, considerar que nos condutores sólidos a movimentação de cargas elétricas se dá, para o que chamamos de cargas negativas, através de elétrons livres, esta unidade abordará corrente elétrica e diferença de potencial elétrico

Para facilitar poderemos utilizar a analogia com a hidráulica, onde a circulação de água na casa é análoga à corrente elétrica, sendo a bomba de água o análogo de uma fonte de corrente contínua, cuja função é levar a água até a caixa d'água, que está num potencial gravitacional mais alto. A partir do potencial mais elevado a água flui para a casa, que está num potencial gravitacional mais baixo.

O italiano Alessandro Volta, foi nomeado por Napoleão Bonaparte, na França, como Conde, em 1810, por seus inventos, dentre os quais o desenvolvido a primeira pilha elétrica, em 1800. Porém em 1836, um químico inglês Johan Frederic Daniell, produziu uma pilha que foi batizada com seu nome, ou seja, a pilha de Daniell ou célula de Daniell. A pilha de Daniel, mostrada na Figura A3, é constituída de eletrodos de cobre (Cu^{+}) e o zinco (Zn^{+}) interligados e imersos em solução ácida. A diferença entre a pilha de Alessandro Volta e Daniell é que na de Daniell, o cobre e o zinco estão em compartimentos separados.

Em 1936, não existia ainda a lâmpada, pois foi inventada por Thomas Edison somente em 1879, mas daria para acendê-la na época se existisse.

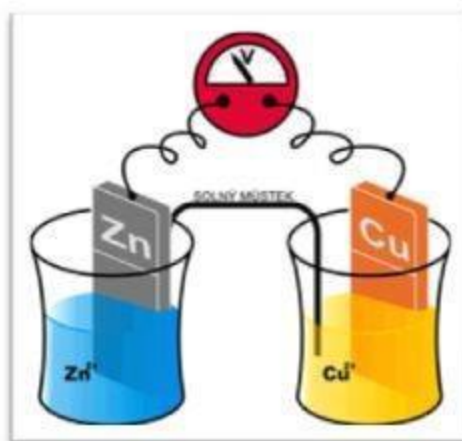


Figura A3 Pilha de Daniel.

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a0/Daniell%C5%AFv%C4%8D%C3%A1nek_001.png/220px-Daniell%C5%AFv%C4%8D%C3%A1nek_001.png

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEOS): Pilhas caseiras

Os vídeos V5 e V6 explicam como construir pilhas utilizando limões e batata doce. Após a exibição desses vídeos o professor deve instruir os alunos a trazer os materiais necessários na aula seguinte para fazerem suas pilhas em sala de aula.

V5 Fonte: <https://youtu.be/VsguzV0j52s> (Tecmundo: Corrente elétrica usando limões)

V6 Fonte: https://youtu.be/anXqgp_m6Ow (Como fazer super pilha caseira)

Aula 2

PRÁTICA: Construção de uma pilha de Daniel

Material

- 1– Cobre: uma moeda de cinco centavos, como pólo positivo;
- 2– Zinco: Qualquer material galvanizado, ou seja revestido de zinco como um clips.
- 3 – Limões (pelo menos três).
- 4– Também batata doce se quiser usar para substituir os limões.
- 5– Garrinhas jacaré, para facilitar o trabalho ligando os fios, mas é dispensável.
- 6 – Fios de cobre;
- 7 – Lâmpadas de LED para corrente elétricas num só sentido,
- 8 – Um pouquinho de vinagre se quiser usar batata doce.
- 9 – Círculos de papel formando a parte cortada da batata doce para isolá-la de uma fatia para outra.

Com a motivação e as instruções como se faz de maneira mais pragmática, os alunos, separados em grupos, preparam suas pilhas com os materiais trazidos de casa. O experimento se desenvolve procurando acender a lâmpada de LED, que permite a corrente apenas num único sentido. Um vez que o LED acende, como mostra a Figura A4, é possível inverter a lâmpada e verificar que ela não acende, demonstrando que a corrente circula apenas num único sentido.



Figura A4 Alunos do PROEJA trabalhando com limões na produção de corrente contínua. Fonte: Autor.

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Corrente elétrica

A lâmpada de LED acende apenas num sentido da corrente elétrica, mostrando que a corrente gerada pela pilha é contínua, ou seja, a corrente flui apenas em um sentido. Para consolidar esses conteúdos foi produzido um vídeo a partir de uma simulação disponível no PHET¹⁴.

V7 Fonte: <https://youtu.be/jp7FqUVMaOA> (vídeo produzido com *Screencast-o-matic* a partir de simulação disponível no Phet sobre corrente elétrica contínua)

Unidade 3: O Eletromagnetismo o Experimento de Oersted

Objetivos Gerais:

- Introduzir magnetismo e ímãs.
- Introduzir o eletromagnetismo.

¹⁴Simulação de corrente elétrica: circuito bateria-resistor:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/battery-resistor-circuit

Objetivos Específicos:

- Estudar propriedades básicas de ímãs.
- Verificar que correntes elétricas geram campo magnético.
- Introduzir a utilização de bússolas.
- Verificar que a corrente gerada pela pilha é contínua.

Aula 1

PARTE EXPOSITIVA: Introdução ao magnetismo

Introdução teórica sobre o Magnetismo e os fenômenos magnéticos com apreciação do ímã e dos fenômenos magnéticos. Apresentação da bússola com a introdução do conceito de campo magnético e do campo magnético da Terra.

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEOS): Eletromagnetismo

Para complementar a parte expositiva sobre magnetismo e ilustrar os conceitos de campo magnético e campo magnético terrestre os vídeos V8 e V9 devem ser apresentados. O vídeo V9 foi produzido por nós, com o aplicativo *Screencast-o-matic*, a partir de simulação disponível no PHET¹⁵ sobre comportamento de bússolas em campo magnético.

V8 Fonte: <https://youtu.be/9SyLGsBBdVE> (Magnetismo)

V9 Fonte: <https://youtu.be/kdFsLKfDhK0> (Comportamento da bússola produzido nesse trabalho a partir de simulação disponível no PHET).

Aula 2

PRÁTICA: O experimento de Oersted

¹⁵ Simulação do comportamento de bússolas no campo magnético de ímãs, do PHET, disponível em:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electromagnets

Materiais:

- 1- Ímãs retirados de HD de computadores para desmonte encontrados no Laboratório de montagem e manutenção ou qualquer lixão de computadores;
- 2 – Fio de cobre de menos de um metro;
- 3- Bússola;
- 4– Pilha comum retirado de controle remoto ou qualquer artefato que necessite de pequena; bateria;
- 5– Limalha de ferro encontrado em qualquer serralheria e colhido com um imã, passando-o rasteiro ao chão da serralheria ou qualquer outro lugar que corte ferro com serra produzindo a limalha;
- 6 – Folha de papel branca ou cartolina branca para espalhar a limalha de ferro.

O contato com a bússola é fundamental para que o aluno perceba que os fenômenos mostrados não são “de outro mundo”, são do mundo real e podem ser facilmente observados e verificados em sala de aula ou mesmo em casa.

O aluno na unidade 1 verificou fatos que demonstram a existência de cargas elétricas e suas influências. Na unidade 2 o aluno produziu uma corrente elétrica contínua e agora, reproduzindo o experimento de Oersted, ele verificará que correntes elétricas produzem campo magnético.

Seguindo uma proposta de ensino por investigação (SEI) o professor deve questionar os alunos sobre sua percepção de campos Elétrico e Magnético, bem como se um pode gerar o outro, e ainda se o campo magnético atua sobre cargas, ou se cargas atuam sobre ímãs (tais temas foram abordados nos vídeos)

Antes de realizar o experimento de Oersted o professor deve recapitular que: uma corrente elétrica contínua é o movimento de elétrons livres num condutor seguindo um só sentido. A agulha magnética de uma bússola se alinha com as linhas de indução do campo magnético da Terra. Se a carga elétrica não tem qualquer relação com o campo magnético, o que acontece se aproximarmos uma bússola de uma corrente elétrica? Em seguida, os alunos devem ser estimulados a aproximar a bússola do fio com corrente de várias maneiras (Figura A5), ou seja, de várias posições em relação ao fio, verificando que a agulha da bússola sofreu mudanças de direção e sentido significativas em relação ao fio enquanto era atravessado por uma corrente elétrica.

A discussão dos resultados deve ser estimulada para que os alunos exercitem a argumentação utilizando os novos conceitos de corrente, campo magnético, etc. Nesse momento a postura deve ser de mediador, estimulando os alunos a falar, e os ajudando a utilizar os conceitos e a linguagem mais apropriada.



Figura A5 Alunos do PROEJA fazendo o experimento de Oersted. Fonte: Autor.

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Experiência de Oersted e Aurora Boreal

A prática deve ser complementada com vídeos V10 até V11, que ilustram a produção de eletroímãs e a Aurora Boreal, tanto na Terra como em Júpiter (V15).

V10 Fonte: <https://youtu.be/axud8v0ThqU> (Eletroímãs).

V11 Fonte:

<https://youtu.be/DMuDwEmodxk?list=PL7OH7NGHbmLjRDzPS4bEf-oh-NrYTtgeg>

(O movimento de elétrons, o Eletromagnetismo e o vento solar)

V12 Fonte: <https://youtu.be/Y91hJ2Koip4> (Vento solar visto do espaço em perspectiva)

V13 Fonte: <https://youtu.be/tckTeMraYeQ> (Aurora Boreal na terra vista do espaço por satélites em órbita)

V14 Fonte: <https://youtu.be/vGmkOJicUnI> (Belas Imagens de auroras boreais)

V15 Fonte: <https://youtu.be/eMH3W7Xaaeg> (Aurora Boreal em Júpiter)

Unidade 4: Gerador, o tubo antigravidade e a Lei de Lenz

Objetivos Gerais:

- Introduzir a indução eletromagnética e o princípio do gerador elétrico.
- Introduzir a Lei de Faraday acessível sem a matematização.
- Apresentar a Lei de Lenz no experimento do tubo antigravidade.

Objetivos Específicos:

- Gerar corrente elétrica alternada com um gerador AC simples.
- Entender a Lei de Lenz e a Lei da indução de Faraday.
- Entender a produção de correntes parasitas em um tubo metálico no experimento do tubo antigravidade.

Aula 1

PARTE EXPOSITIVA: Fluxo magnético e sua variação

No PROEJA ou EJA a uma apresentação de conceitos por meio de fórmulas tem efeito desestimulador sobre uma turma pois há uma tal deficiência e dificuldade com a matemática, que as fórmulas nada representam além de um emaranhado incompreensível para o aluno. Assim, nossa proposta para introduzir a Lei de Faraday se baseia na prática e nos recursos visuais de vídeos, que permitem ao aluno visualizar conceitos abstratos tais como fluxo e campo. Isso não exclui que alguns conceitos muito importantes devam ser introduzidos de forma expositiva, mais como uma terminologia a ser utilizada, uma linguagem própria da física, e menos como formulário a ser empregado.

Dessa forma, precisam ser trabalhados os conceitos de:

- Fluxo magnético, associado ao campo magnético atravessando determinada área de um circuito.
- Variação do fluxo magnético, ocasionada quando o campo, a área do circuito, ou o ângulo do campo com a área varia.
- fem induzida num circuito, que provoca uma corrente induzida no circuito, proporcional à variação do fluxo magnético através do circuito (Lei de Faraday)

- a corrente induzida se opõe a variação de fluxo magnético no circuito (Lei de Lenz)

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Lei de Lenz

Após a apresentação dos conceitos físicos envolvidos, seria de extrema importância a apresentação do vídeo V16, que ilustra esses conceitos.

V16: Fonte: <https://youtu.be/GMP14t9mgrc> (Lei de Lenz).

PRÁTICA: Tubo Antigravidade

Esta prática será na realidade demonstrativa, devendo o professor trazer esse material para a sala, embora os alunos é que serão convidados a fazer a prática, guiados pelo professor.

O tubo antigravidade é constituído de um tubo de aproximadamente um metro, podendo ser menor, de alumínio e diâmetro aproximadamente de 2,5 cm. Quando um ímã é abandonado na vertical, na extremidade superior do tubo, ele levará um tempo maior para chegar à outra extremidade, do que levaria se fosse abandonado num tubo, por exemplo, de PVC, ou simplesmente abandonado livremente.

Os materiais que utilizaremos para esta prática são:

- 1 – 2 ímãs pequenos.
- 2 – Tubo de alumínio de 1 metro de comprimento e 2,5cm de diâmetro.
- 3 - Tubo de PVC de 1 metro comprimento e 2,5cm de diâmetro.

A condução deste experimento deve ser feita de forma a valorizar a discrepância do comportamento no tubo metálico e no tubo de plástico.

Na hora de conduzir o experimento o professor deve convidar os alunos a executá-lo. O ideal é colocar um aluno para segurar o tubo de PVC e outro para segurar o tubo de alumínio. Um terceiro aluno vai ser responsável por soltar um ímã em cada tubo, ao mesmo tempo. Outros dois alunos ficarão agachados esperando para segurar o ímã quando ele sair do tubo.

Antes de iniciar o experimento o professor deve perguntar aos alunos o que esperam que aconteça. Deve estimulá-los a lembrar do experimento de Oersted, onde cargas em movimento produzem campo magnético. No caso desse experimento quem se movimenta é o campo magnético, será que as cargas vão se movimentar? Caso se movimentem o que aconteceria com o ímã? Haveria diferença entre o comportamento no tubo metálico e no tubo de PVC? Que diferença há entre estes materiais?

Antes de iniciar o experimento o professor pode mostrar que tanto o alumínio como o PVC não são magnéticos, não atraem, nem repelem qualquer lado do ímã

Realizado o experimento, o professor deve retomar a discussão, primeiro sistematizando o que foi observado, e depois estimulando que os alunos argumentem uma explicação. O tempo que o ímã demora em chegar ao chão, no tubo de alumínio, denota uma força contrária à sua força peso, diminuindo a aceleração na queda. Como podemos explicar a demora do ímã em seu trajeto por dentro do tubo de alumínio até chegar ao chão? O professor deve mediar as argumentações complementando uma com a outra, corrigindo conceitos, ou solicitando que os conceitos vistos sejam utilizados nas argumentações.

O professor pode deixar que outros alunos repitam o experimento, estimulando novos ensaios como por exemplo colocando o tubo em ângulo.



Figura A6 Grupo de alunos do PROEJA realizando o experimento do tubo antigravitacional. Fonte: Autor.

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Tubo anti gravidade

Ao final o professor pode retomar o video V17 e sistematizar a argumentação no quadro: como é o campo magnético gerado pelas correntes induzidas no tubo metálico?

V17: Fonte: <https://youtu.be/Sdoq9Q4D-dg> (O tubo anti gravidade).

Aula 2

Vimos na unidade 3 que uma corrente elétrica gera um campo magnético, e na aula 1 desta unidade, que variação do fluxo magnético num circuito, ou num tubo metálico, produz correntes elétricas, um fenômeno chamado indução eletromagnética. Para melhor exemplificar a Lei de Lenz, foi feito o experimento do tubo anti gravidade na aula passada. Nesta aula será investigada a geração de energia elétrica.

Esta aula é melhor conduzida por meio questões motivadoras e contextualizadoras:

- Já que variação de fluxo magnético produz corrente elétrica, como podemos fazer funcionar um gerador de corrente elétrica?
- O que há de igual e de diferente na geração de energia elétrica por meio de uma usina hidroelétrica, termo elétrica, nuclear e eólica? E uma geradora de energia solar?
- Como funciona um transformador de 110-220 de corrente alternada?
- Será que é possível um carregador de celular/tablet/etc sem fio?
- Vocês já ouviram falar de um fogão de indução? Como funciona um?

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Lei de Faraday: indução eletromagnética

O vídeo V18, produzido neste trabalho a partir de simulação disponível no PHET¹⁶ com o *Scrcast-o-matic*, ilustra a Lei de Faraday e a indução eletromagnética. A partir desse vídeo o professor deve estimular os alunos a produzirem seu “mini geradores” a acenderem LED's com eles.

V18 Fonte: <https://youtu.be/fpMqe0YQkOk> (Lei de Faraday: indução eletromagnética)

PRÁTICA: Minigerador AC

Material (a ser trazido para esta aula):

- 1 – Ímã de altofalantes de som
- 2– Setenta e cinco Metros de fio de fio esmaltado bitola 29 AWG de diâmetro nominal 3,20 mm (com verniz como isolamento) para dar pelo menos duzentas e sessenta voltas num carretel de diâmetro de aproximadamente 6 cm.
- 3 - Tubo de PVC de 6 cm de diâmetro (aproximadamente).
- 4 – Duas Lâmpadas de LED para correntes apenas num sentido.

A turma subdividida em grupos deve montar cada grupo seu “minigerador”: uma bobina com 260 espiras de 6,0 centímetro de diâmetro (total de 75 metros de fio esmaltado bitola 29 AWG de diâmetro nominal 3,20 mm - com verniz como isolamento). Dois LEDs utilizados montados em sentidos contrários e ligados em paralelo nos terminais da bobina. Quando o ímã de altofalante é aproximado do ímã, uma lâmpada de LED se acende, quando ele é afastado do ímã, a outra lâmpada de LED acende enquanto que o primeiro LED se apaga.

O professor deve estimular argumentações perguntando porque um LED acendeu de cada vez? A partir dessa pergunta inicial deve procurar sistematizar o que aconteceu em termos da Lei de Faraday e da Indução Eletromagnética. Muito

¹⁶ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday

importante também estimular que se argumentem a explicação do fenômeno em termos do princípio da conservação da energia: de onde veio a energia que acendeu a lâmpada? Qual o papel do aluno que movimentava o ímã?



Figura A7 “Minigerador” AC produzido pelos alunos do PROEJA, ao lado dos ímãs de altofalantes. Fonte: Autor.



Figura A8 Alunos do PROEJA utilizando seu “Minigerador” produzido em classe. Fonte: Autor.

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Pêndulo elétrico

Após a argumentação sobre a prática do minigerador a apresentação do vídeo V18, do pêndulo elétrico, permite sistematizar e consolidar os conceitos envolvidos no fenômeno da indução eletromagnética.

V18: Fonte: <https://youtu.be/Rba9EdXO368> (Pêndulo elétrico).

OBJETO EDUCACIONAL (VÍDEO): Usina geradora

Após a argumentação sobre a prática do minigerador e a apresentação do vídeo V18, chega o momento de discutir a geração de energia elétrica. Para tanto é interessante começar pela apresentação do vídeo V19, que mostra uma miniusina de energia elétrica, utilizando uma queda d'água, produzida com o *Scrcencast-o-matic* a partir de uma simulação do PHET¹⁷.

V19 Fonte: <https://youtu.be/HrmS5M6Ohvg> (Miniusina geradora utilizando a queda d'água).

DISCUSSÃO FINAL: fontes alternativas de energia elétrica

As energias alternativas são de vital importância no mundo contemporâneo. Suprir o déficit energético de que o país e o mundo demandam acaba sendo um legado essencial da ciência e da tecnologia para a sociedade. Os possíveis impactos ambientais e sociais das diversas fontes energéticas são também fundamentais e não podem deixar de ser levantados, discutidos e colocados em consideração, caso a caso.

Não importa se a fonte primária de energia a ser convertida em energia elétrica é a energia eólica, hidráulica, nuclear, ou térmica, o processo essencial foi ilustrado no “minigerador”, construído em classe, de uma forma bem simplória, trabalhando os conceitos físicos com o auxílio dos vídeos ilustrativos.

¹⁷ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator

Anexo 1

Questionário prévio

QUESTIONÁRIO PRÉVIO

- (1) Fenômenos elétricos e equipamentos eletroeletrônicos são comuns (raios, choques, circuitos, lâmpadas, motores, geradores, etc). Você poderia explicar a origem das cargas elétricas e quais tipos existem?
- (2) O que é uma descarga elétrica ? Dê exemplos :
- (3) O que é uma corrente elétrica ?
- (4) Por que os objetos normalmente não dão choques ?
- (5) O que diferencia um material condutor de um não condutor ?
- (6) Como é possível detectar um campo magnético?
- (7) O que produz um campo magnético ?
- (8) Uma corrente elétrica pode produzir uma mudança na orientação de uma bússola ?

Anexo 2

Avaliação final

- (1) No contato entre um condutor A, eletrizado positivamente, e outro B, neutro, haverá passagem de:
 - (a) prótons de A para B.
 - (b) elétrons de A para B.
 - (c) elétrons de B para A.
 - (d) prótons de B para A.
 - (e) elétrons de A para B e de B para A

- (2) Quais os tipos de eletroscópio que você conhece e já confeccionou ou observou sua confecção?
 - (A) De indução e atrito;
 - (B) De folhas e pêndulo;
 - (C) De atrito e contato;

(D) Esférico e triangular;

(E) NRA

(3) Uma pequena esfera de isopor B, pintada com tinta metálica, é atraída por outra esfera maior A, também metalizada. Tanto A como B estão eletricamente isoladas. Este ensaio permite afirmar que:

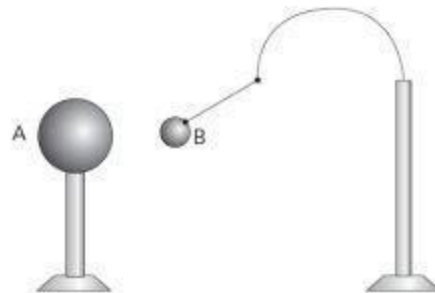
a) a esfera A pode estar neutra.

b) a esfera B possui carga positiva.

c) as cargas elétricas em A e em B são de sinais opostos.

d) a esfera A possui carga positiva.

e) a esfera A não pode estar neutra.



(4) Um resistor de 4Ω é ligado numa bateria de 12

Volts. Determine a intensidade de corrente elétrica que o atravessa:

(a) 4 A

(b) 3 A

(c) 2 A

(d) 48 A

(e) 16 A

(5) Repetimos o experimento de um pesquisador que conseguiu relacionar (acidentalmente) a corrente elétrica e o campo magnético. Estamos falando de:

(a) Thomas Edison

(b) Nikola Tesla

(c) Oersted

(d) Lenz

(e) Faraday-Neumann

(6) Relacione a unidade de medida com a grandeza física em questão:

(1) Volts(V) - (2) Ohm (Ω) - (3) Ampere (A)

Preencha no interior dos parênteses, o número correspondente a grandeza:

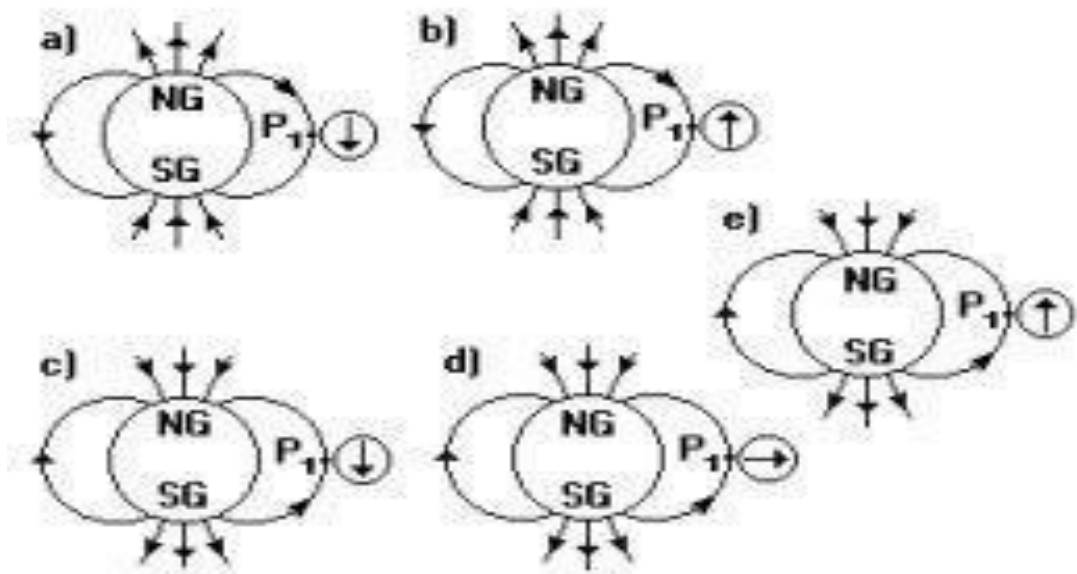
() Corrente elétrica; () Resistência; () Tensão elétrica;

(7) O Tubo antigravidade é uma prova da lei de:

(A) Lenz

- (B) Ohm
- (C) Nikola Tesla
- (D) Thomas Edison

(8) As linhas de indução do campo magnético terrestre (desprezando-se a inclinação do eixo magnético) e a indicação da agulha de uma bússola colocada em P=, sobre a linha de indução, são mais bem representados por: onde NG = Pólo Norte geográfico e SG = Pólo Sul geográfico ?



(9) Explique com suas palavras como podemos produzir corrente contínua:

(10) Explique com suas palavras como podemos produzir corrente Alternada: