Coleção: “O Ensino de Ciências na Região da Campanha”

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA TEMÁTICA PARA O ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO

Maria Aparecida Monteiro Deponti

Márcia Maria Lucchese

Luís Roberto Brudna Holzle

2014

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Observatório da Educação, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES/Brasil.

PREFÁCIO

Este texto é resultado do trabalho da aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, Maria Aparecida Monteiro Deponti, orientada por Márcia Maria Lucchese e co-orientada de Luís Roberto Brudna Holzle.

A autora é formada em Licenciatura Plena de Matemática com habilitação em Desenho Geométrico e Física, pós-graduada em Especialização em Planejamento Educacional e em Física para a Educação Básica. Em junho de 2012 ingressou no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e seu trabalho consistiu em modificar sua prática de ensino do conteúdo de eletromagnetismo inserindo o tema gerador Energia e trabalhando simulações computacionais e experimentos orientados. Como resultado de sua experiência produziu este material como forma de instruir colegas professores a utilizarem o produto do seu trabalho em suas aulas.

Índice

Introdução	05
O tema Energia	07
Material didático	09
Construção de um mapa mental	09
Questionário inicial	11
Questionário sobre circuitos elétricos	13
Seminário sobre geração de energia elétrica	17
Experimento de demonstração de circuito elétrico	20
Simulação computacional sobre as leis de Ohm	23
Experimento sobre associação de resistores em série	27
Experimento sobre associação de resistores em paralelo	32
Experimento sobre magnetismo	36
Reprodução do experimento de Oersted	38
Experimento sobre indução eletromagnética	40
Simulação computacional sobre a Indução eletromagnética	43
Produção feita pelos alunos	48
Referências Bibliográficas	50

INTRODUÇÃO

Caro professor, este material é o produto final de minha pesquisa de mestrado profissional intitulada GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA TEMÁTICA PARA O ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO (2013) que foi realizada numa turma do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Apolinário Porto Alegre localizado no município de Santiago, no estado do Rio Grande do Sul, na Região Sul do Brasil, durante os meses de julho, agosto, setembro e outubro de 2013.

Durante esse período investiguei algumas possibilidades de abordar tópicos do Eletromagnetismo através de recursos didáticos que pudessem contribuir para a melhoria do ensino/aprendizagem de Física e para o trabalho integrado dos conteúdos de Física. Participei efetivamente na elaboração e aplicação da proposta como professora regente desta turma, podendo avaliar e descrever todas as etapas desse trabalho.

As aulas foram planejadas para trabalhar os conteúdos de Eletromagnetismo a partir de uma temática relevante para a sociedade, Energia. O material produzido foi desenvolvido de forma a ser aplicado em 28 horas/aula de 50 minutos cada uma, porém, as intervenções não foram desenvolvidas como uma sequência de aulas. Durante o desenvolvimento do módulo didático trabalhou-se os conteúdos de Eletromagnetismo em aulas expositivo-dialogadas de forma a reforçar e intensificar o processo de ensino-aprendizagem ao longo as intervenções.

A implementação da proposta didática que utilizou a abordagem temática sobre Energia para o estudo de conceitos de Eletromagnetismo, possibilitou estabelecer uma ponte entre os conteúdos de Física e a reflexão sobre questões relevantes para o meio social. As atividades que compõem este manual proporcionaram uma vivência prática e contextualizada aos estudantes do 3º ano nas aulas de Física, conectando os conceitos físicos com questões reais do mundo contemporâneo.

O tema trabalhado nesta unidade possibilitou a todos os envolvidos participar de forma dinâmica e integrada nas atividades propostas. Os estudantes, de forma

autônoma, pesquisaram e trouxeram para as aulas contribuições muito relevantes sobre a temática estudada, facilitando o enfoque conceitual trabalhado nas aulas.

As atividades foram elaboradas de forma a contemplar o desenvolvimento do pensamento crítico, o trabalho coletivo, a comunicação e a expressão da aprendizagem. As condições diversificadas das atividades constantes nesse manual podem oportunizar uma vivência diferenciada de ensino, sem conteúdo fragmentado, sequencial e de pouco significado.

A implementação da unidade didática permitiu observar que os alunos manifestaram-se motivados para a realização do trabalho experimental e investigativo, respondendo as questões propostas nos diversos roteiros de forma integrativa com a experimentação e com os colegas.

Tendo em vista que um dos maiores desafios dos professores da Educação Básica e, especialmente, professores de Física é despertar o interesse dos alunos para as aulas apresentando predisposição de aprender, pode-se afirmar que o trabalho relatado proporcionou resultados positivos em relação a esta preocupação. Nas diversas etapas do trabalho, pode-se perceber que o conhecimento é demonstrado nas atitudes e na maneira satisfatória e espontânea com que os alunos participaram das atividades proposta na unidade didática.

Cabe salientar que o sucesso da aplicação das atividades exige preparo do professor, esforço para planejá-las de acordo com a sua realidade escolar, necessidades e expectativas dos estudantes. A implementação da proposta didática é viável, porém algumas atividades podem ser adaptadas levando em consideração o tempo para realizá-las e os materiais disponíveis para a elaboração.

Os resultados obtidos com a construção da proposta permitiram estruturar este material que contém roteiros de atividades com os respectivos objetivos de ensino e é destinado para a adaptação e utilização por professores de Física da Educação Básica.

Dessa forma, conclui-se que a proposta pedagógica apresentada neste manual pode significar uma pequena parcela de mudança da ação docente que deve ocorrer no meio educacional de forma melhorar a qualidade do ensino de Física e torná-lo mais contextualizado, oportunizando a reflexão crítica acerca de

assuntos pertinentes ao mundo real que estão interligados aos conceitos científicos. A aprendizagem torna-se resultado de uma série de oportunidades de conexão entre o tema gerador com o conhecimento científico formando um indivíduo atualizado e capaz de atuar de forma crítica no meio social.

O TEMA ENERGIA

Energia, palavra originária do grego *enérgeia* (atividade), é definida, geralmente, como a capacidade de realizar trabalho mecânico, se houver deslocamento de um objeto, por exemplo, de uma posição para outra devido a aplicação de uma força. De forma geral, define-se energia como sendo a capacidade de produzir transformações num sistema.

Ao selecionarmos o assunto energia como tema investigador para essa pesquisa, nos referimos à energia elétrica levando em consideração as formas de energia e suas transformações de modo a obter eletricidade, pelo Princípio de Conservação de Energia.

Abordar o assunto energia elétrica nos faz refletir o quanto dependemos dela e como seria difícil sobreviver, atualmente, sem eletricidade, tendo em vista que a sociedade moderna usufrui de uma diversidade muito grande de equipamentos eletroeletrônicos. Desde o último século a história humana vem passando por mudanças devido ao uso cada vez maior da energia elétrica em nossas atividades diárias. Nas comunicações, nos transportes, nos aparatos tecnológicos em constantes avanços, em diferentes setores industriais e comerciais, enfim, a vida da humanidade é dependente da energia elétrica.

Para haver a disposição regular do fornecimento de energia elétrica é preciso que esta seja gerada através de uma fonte, renovável ou não, que esteja disponível ao homem. As fontes de energia renováveis caracterizam fontes de energia primária que são recursos naturais capazes de se regenerar. As fontes de energia não

renováveis são aquelas que nem a natureza e nem a ação humana não tem condições de repor em tempo compatível com o consumo.

Vale considerar que o uso das fontes de energia desde as mais convencionais até as mais modernas não garantem apenas ganhos para a sociedade. O impacto ambiental para garantir energia suficiente ao desenvolvimento humano é um fato que está sendo pensado de modo a garantir a sustentabilidade do meio ambiente.

Segundo Goldemberg (2010), o uso das diferentes fontes de energia cresceu muito nos últimos anos, por isso é preciso buscar o equilíbrio entre a produção e a utilização de energia com o meio ambiente, este tema abrange aspectos sociais, ecológicos, ambientais, econômicos, políticos. Os recursos energéticos estão disponíveis na natureza e há a necessidade de limitar a exploração desses recursos de forma a buscar a harmonia entre a produção e o consumo energético sem agredir o meio ambiente e sem impedir o crescimento econômico.

Em nossas residências ou em instalações industriais e comerciais, os aparelhos funcionam conectados a tomadas que recebem energia fornecida por usinas elétricas. O funcionamento dos enormes geradores, nessas usinas, deve-se à profunda relação entre eletricidade e magnetismo. A geração de energia elétrica ocorre a partir da movimentação de ímãs nas proximidades de bobinas feitas de material condutor. Por meio da queda-d'água em hidrelétricas ou da produção de vapor a alta pressão em termelétricas, turbinas são postas a girar, promovendo a rotação de enormes ímãs que induzem corrente elétrica alternada em bobinas cujos terminais estão ligados aos fios elétricos que conduzirão essa corrente elétrica.

Para compreender um pouco sobre os geradores é preciso conhecer alguns fenômenos e equipamentos eletromagnéticos mais simples. Surge então, a proposta de conhecer um pouco mais sobre alguns tipos de usinas geradoras de energia elétrica que existem, como funcionam, as vantagens da implantação e os impactos ambientais. A abordagem dessa temática foi aliada ao estudo do Eletromagnetismo como forma de proporcionar a construção significativa do conhecimento científico a partir da reflexão acerca da crescente demanda da humanidade por energia elétrica.

MATERIAL DIDÁTICO

Apresentamos o material didático que foi organizado com base nas atividades desenvolvidas com alunos do 3º ano do ensino médio, na disciplina de Física, numa escola da rede pública estadual de ensino, utilizando Energia como tema gerador para o ensino do Eletromagnetismo. As atividades que compõem este módulo didático desenvolvidas, avaliadas e adaptadas para posterior utilização.

CONSTRUÇÃO DE UM MAPA MENTAL

Tempo previsto: 1 hora-aula (50 minutos)

Esta atividade tem como objetivo a elaboração de um mapa mental para identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema energia.

Tendo em vista que pretendemos ensinar concepções científicas sobre o estudo do eletromagnetismo aliado à temática energia, pensamos que é importante considerar as concepções prévias formadas na estrutura cognitiva dos alunos acerca de assuntos que serão tema de estudo nas aulas seguintes. Dessa forma, elaboramos uma atividade para mapear as percepções iniciais dos alunos acerca do tema energia.

Nesta etapa, a professora apresenta o tema a ser trabalhado nas aulas seguintes e propões aos alunos que escrevam livremente palavras que expressem seus subsunçores acerca da temática proposta.

O professor entrega as instruções para a construção do mapa mental explicando como fazer e exemplificando a estrutura e a elaboração de um mapa. É preciso esclarecer aos alunos que as palavras devem expressar algum conhecimento sobre energia e que não há mapa certo ou errado.

Ao final da atividade, entendemos que é importante que o professor oportunize a socialização dos mapas mentais elaborados. Para isso, pode-se

organizar os alunos para que apresentem de forma oral os mapas construídos e explicando as associações feitas.

A seguir, tem-se a sugestão de roteiro para a atividade de construção do mapa mental que deve ser entregue para os alunos. Este roteiro foi elaborado tendo como base o artigo de Moreira (2012), Mapas conceituais e aprendizagem significativa. O artigo relata sobre o objetivo de propor a construção de um mapa conceitual como um recurso de aprendizagem, exemplifica alguns mapas, analisa a estrutura organizacional do mapa e sugere como traçar um mapa conceitual.

►► Sugestões para a construção de um mapa mental

1. Identifique os conceitos chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Sugere-se que limite entre 6 e 10 o número de conceitos.

2. Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo de forma a obter uma diferenciação progressiva.

3. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos.

4. Setas podem ser usadas quando se quer dar um sentido a uma relação.

5. Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes.

6. Não se preocupe com "começo, meio e fim", o mapa conceitual é estrutural, não sequencial. O mapa deve refletir a estrutura conceitual hierárquica do que está mapeado.

QUESTIONÁRIO INICIAL

Tempo previsto: 30 minutos

Para verificar os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos sobre geração de energia elétrica sugerimos apresentar algumas questões com enfoque na abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e sobre conhecimentos de eletromagnetismo.

Nesta etapa o professor elabora um questionário dissertativo para que os alunos respondam de forma individual conforme o seu conhecimento. É importante que o professor incentive os alunos para que respondam todas as questões.

A avaliação desta atividade pode ser feita após a atividade de seminário ou no final do módulo didático, proporcionando momentos de discussão para identificar se houve aprendizagem.

Propõe-se as questões a seguir para contemplar esta atividade

1) O que diferencia as energias renováveis das não renováveis? Exemplifique.

2) De que maneira pode-se obter energia elétrica?

3) Quais são os tipos de usinas geradoras de energia elétrica que existem? Como é feita a transformação de energia em cada uma?

4) Avalie e argumente a frase: "não existe energia limpa, a não ser nas campanhas universitárias".

5) O que é gerador elétrico?

6) Geradores elétricos são utilizados no dia-a-dia em diversos equipamentos. Cite alguns.

7) Algumas bicicletas possuem um farol que acende quando pedalamos. Como isso acontece? Há relação com a transformação de energia que ocorre nas hidrelétricas?

8) Alguns aparelhos necessitam de um motor elétrico para funcionar. Cite alguns dispositivos elétricos que operam com motor elétrico.

9) Qual é o princípio de funcionamento de um motor elétrico?

10) Para que serve e como funciona a bússola?

11) Alguns aparelhos de televisão, quando estão ligados, tem sua imagem deformada quando se aproxima um ímã da tela. Por que isso ocorre?

QUESTIONÁRIO SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Tempo previsto: 30 minutos

Esta atividade prevê a apresentação de questões para verificar as ideias inicias dos alunos sobre circuitos elétricos.

O questionário sobre circuitos elétricos deve caracterizar um pré-teste para ser utilizado como instrumento de medida. Esse mesmo questionário pode ser aplicado ao final de uma unidade didática, como um pós-teste, para verificar se houve avanços nas respostas dos alunos acerca do conteúdo.

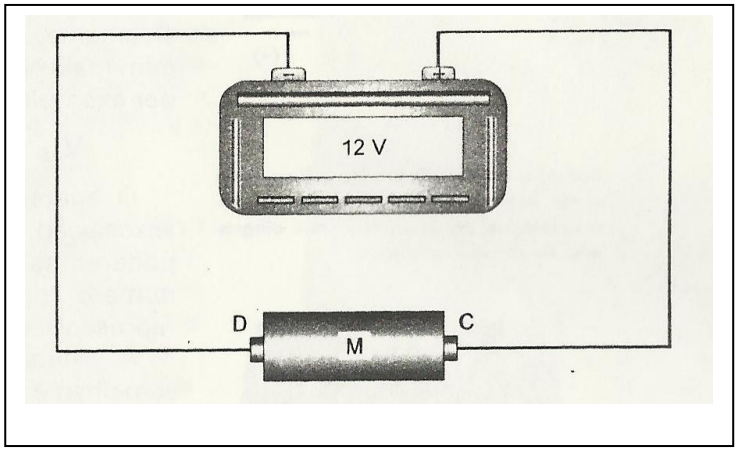
Sugere-se que o professor elabore questões que possibilitem ao aluno reconhecer a existência de alguns elementos nos circuitos elétricos e a necessidade de conceituar e identificar esses elementos.

O professor entrega um questionário para que os alunos respondam conforme o seu conhecimento. É possível deixar que os alunos discutam as questões entre si, tentando buscar as ideias e os conhecimentos que trazem de seu cotidiano sobre circuitos elétricos. Neste momento, o papel do professor é atuar como mediador da atividade, lançando dúvidas e instigando os alunos a adquirir conhecimentos que ainda não possuem.

Segue abaixo uma sugestão de questionário:

1) O que é necessário para que um circuito elétrico funcione?

2) A figura a seguir representa uma bateria de automóvel fornecendo corrente elétrica para o motor de arranque (partida) M do carro.



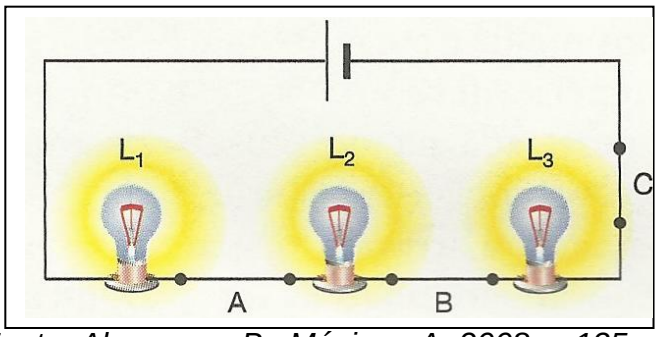
a) O sentido da corrente de elétrons através do motor é:

( ) de C para D ( ) de D para C ( ) alternada

b) O sentido real da corrente elétrica é:

( ) de C para D ( ) de D para C ( ) alternada

3) A figura abaixo representa um circuito composto por três lâmpadas diferentes e três chaves liga-desliga A, B e C.



Fonte: Alvarenga, B.; Máximo, A. 2008, p.135

a) Se a corrente em L_2 é igual a 2 A, a corrente em L_1 é:

( ) maior ( ) menor ( ) 2 A

b) E em L_3?

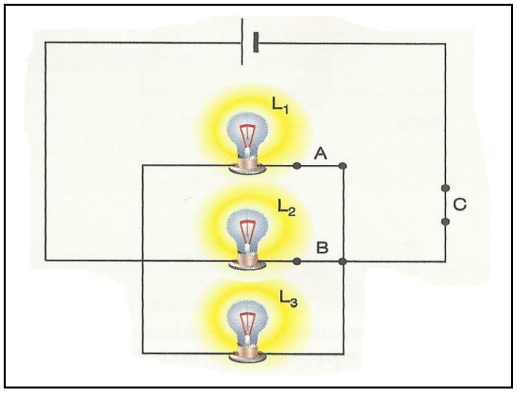
( ) maior ( ) menor ( ) 2 A

c) Desligando-se a chave A, que lâmpadas se apagarão?

d) E desligando-se apenas a chave B?

e) Descreva o que acontece com as lâmpadas se desligarmos apenas a chave C?

4) Considere as lâmpadas L_1, L_2 e L_3 da questão anterior, agora, associadas da maneira mostrada na figura:



Fonte: Alvarenga, B.; Máximo, A. 2008, p.135

a) Se a corrente em L_2 é igual a 2 A, a corrente em L_1 é:

( ) maior ( ) menor ( ) 2 A

b) E em L_3?

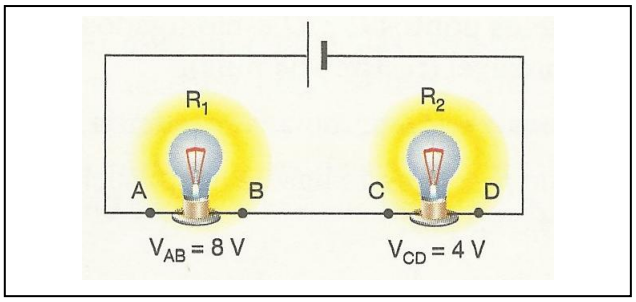
( ) maior ( ) menor ( ) 2 A

c) Desligando-se apenas a chave A, que lâmpadas se apagarão?

d) E desligando-se apenas a chave B?

e) Descreva o que acontece com as lâmpadas se desligarmos apenas a chave C.

5) A figura desta questão mostra duas lâmpadas, cujos filamentos possuem resistências R_1 e R_2, ligadas aos polos de uma bateria.



Fonte: Alvarenga, B.; Máximo, A. 2008, p.134

Observando a figura, responda:

a) A corrente que passa em R_1, em relação à que passa em R_2, é:

( ) maior ( ) menor ( ) igual

b) O valor da resistência R_1 comparado ao da resistência R_2, é:

( ) maior ( ) menor ( ) igual

c) Qual é o valor da voltagem entre os polos da bateria?

SEMINÁRIO SOBRE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Tempo previsto: É previsto um tempo de 20 minutos para explicar aos alunos a execução da atividade, 10 minutos para eles conversarem entre si afim de organizarem os grupos, 2 semanas para elaborarem a atividade, 25 minutos para as apresentações por grupo e 10 minutos para questionamentos e debate entre alunos e professor.

A atividade de seminário consiste num trabalho de investigação elaborado pelos alunos, organizados em grupos, acerca das usinas geradoras de eletricidade e suas relações com o meio social. A proposta desse seminário tem por objetivo promover um trabalho colaborativo entre colegas de forma a atuarem como protagonistas na apresentação da pesquisa que efetuarem.

Essa atividade traz a proposta de enfoque CTSA para identificar as diferentes formas de produção de energia elétrica e os processos de transformação envolvidos e, ainda, reconhecer as fontes de energia renováveis e não renováveis e avaliar as vantagens e desvantagens das diferentes formas de produção de energia elétrica, identificando seus respectivos impactos econômicos e ambientais.

Sugere-se que o professor organize a turma em 4 grupos ou mais, conforme o número de alunos para que cada grupo se responsabilize pela investigação sobre um tipo de usina geradora de energia elétrica como, por exemplo, solar, eólica, nuclear, termoelétrica, hidrelétrica, entre outras.

O professor pode auxiliar os alunos na escolha da usina geradora de energia elétrica cuidando para que cada grupo trabalhe com uma usina diferente. Desenvolvendo uma proposta baseada nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2008, p. 53) o trabalho disciplinar de Física deve contemplar aspectos como cultura e compreensão de mundo, dessa forma, é interessante trazer discussões para a sala de aula que oportunizem a contextualização sociocultural.

A forma de apresentação deve ser livre, para que os alunos possam expressar sua criatividade na realização do trabalho de seminário.

É importante sugerir fontes bibliográficas para que os alunos possam pesquisar de forma diversificada, em sites, revistas, livros didáticos de ensino médio. Indicamos algumas referências:

- *A energia do Futuro, como combater o aquecimento global sem prejudicar a economia*. Scientific American Brasil, ano 5, nº 53, outubro 2006.

- Zweibel, K., Mason, J., Fthenakis, V. *Perspectivas para a energia solar*. Scientific American Brasil, ano 6, nº 69, fevereiro 2008, p. 34.

- Jacobson, M. Z., Delucchi, M. A. *Um plano para a energia sustentável até 2030.* Scientific American Brasil, ano 8, nº 91, dezembro 2009, p. 34.

- Mims, C.; Schupak, A.; Moyer, M.; Simpson, S.; Pavlus, J.; Mone, G.; Wenner, M.; Harmon, K. *Ideias para mudar o mundo, 20 maneiras de construir um planeta mais limpo, saudável e inteligente.* Scientific American Brasil, ano 8, nº 92, janeiro 2010, p. 32.

- Foley, Jonathan. *Limites para um planeta sustentável.* Scientific American Brasil, ano 8, nº 97, junho 2010, p. 28.

- Huber, G. W.; Dale, B. E. *Gasolina de Capim e outros vegetais.* Scientific American Brasil, ano 8, nº 87, agosto 2009, p. 24.

- *A energia do Futuro: como combater o aquecimento global sem prejudicar a economia.* Scientific American Brasil, Edição especial, ano 5, nº 53, outubro 2006.

- *A Terra na Estufa.* Scientific American Brasil, Edição Especial, nº 12.

- *A autossuficiência das cidades.* Scientific American Brasil Especial, Terra 3.0, edição nº 2.

- *Todas as fontes de energia*. Scientific American Brasil, Edição Especial, nº 32.

- Nogueira, A. H. N. *Energia Farta e Barata: explorar recursos do Sol pode acabar com a dependência de recursos fósseis.* Scientific American Brasil, Edição especial, nº 100, setembro 2010.

Apesar de ser um trabalho de investigação, entendemos que é preciso que o professor oriente alguns pontos da estrutura do seminário, instruindo os alunos sobre as informações que são relevantes e devem compor a pesquisa. Segue a sugestão.

Investigar um tipo de usina geradora de energia elétrica para:

Destacar e considerar as implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

Evidenciar formas de obtenção desse tipo de energia e distribuição para as residências, indústrias, iluminação pública, fábricas, comércio, ...

Ressaltar as vantagens e desvantagens da implantação da usina.

Identificar a localização nas diferentes regiões brasileiras.

Esta atividade é potencial, pois possibilita a pesquisa acerca de uma temática relevante para a sociedade contextualizando com o cotidiano do aluno. Dessa forma, sugere-se que, se possível, seja apresentada numa abordagem interdisciplinar, de forma a enriquecer os conhecimentos adquiridos com as contribuições que as diferentes disciplinas podem oferecer para a aprendizagem significativa do aluno.

EXPERIMENTO DE DEMONSTRAÇÃO DE CIRCUITO ELÉTRICO

Tempo para a atividade: 1 hora-aula de 50 minutos

No início do estudo com circuitos elétricos sugere-se a apresentação de um circuito elétrico utilizando uma fonte alternativa de geração de energia elétrica para que o aluno reconheça esta possibilidade.

Neste momento didático o professor pode introduzir o conceito de corrente elétrica, apresentar a primeira lei de Ohm, a relação matemática entre corrente elétrica, tensão e resistência elétrica e explicar o funcionamento dos medidores elétricos. Sugere-se ao professor iniciar a aula com um questionamento como: o que é preciso para que uma lâmpada acenda?

Utilizando o tempo de 1 hora-aula de 50 minutos, propõe-se a exploração do circuito simples para que o aluno identifique os elementos necessários para que um circuito elétrico simples funcione, reconheça o multímetro como aparelho utilizado para efetuar medidas elétricas e seu funcionamento quando ligado na forma de amperímetro e de voltímetro.

Pode-se, também, utilizar lâmpadas de LEDs no circuito elétrico para promover a discussão acerca da eficiência dessas lâmpadas e contextualizar para a prática do cotidiano.

Sugerimos que o professor utilize uma placa solar como fonte alternativa de geração de energia elétrica para o circuito e demonstrar que a energia solar é capaz de gerar energia elétrica. Visando a exploração da atividade experimental, o professor pode pedir aos alunos para que sentem na forma de um semicírculo para facilitar a observação e a participação na atividade. Neste momento, o professor deve realizar questionamentos e instigar a participação do aluno acerca da abordagem CTSA e sobre o funcionamento do circuito elétrico explicando o conceito de corrente elétrica, as leis de Ohm e o funcionamento do multímetro.

Para a exploração da atividade experimental de demonstração de um circuito simples, sugerimos alguns questionamentos que podem ser feitos aos alunos, durante a demonstração do experimento, na forma oral ou escrita.

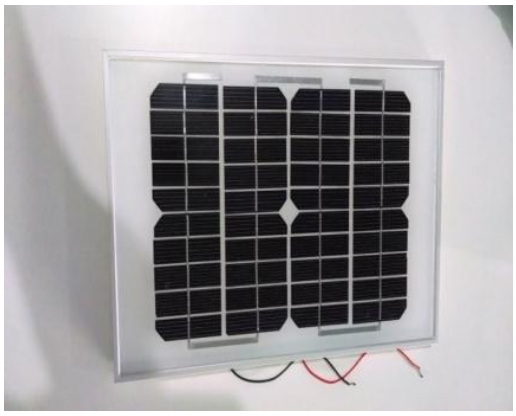


FIGURA 1: Imagem de uma placa fotovoltaica

Questionamentos:

1 - Qual é o tipo de fonte que fornece energia ao circuito? Como essa energia é coletada?

2 - A energia solar é fonte renovável ou não renovável de energia?

3 - Quais são os elementos que compõem esse circuito?

4 - O que é necessário para que um LED acenda?

5 - Quais são as cargas livres que se movimentam no interior dos fios deste aparato?

6 - O movimento destas cargas constitui uma corrente elétrica. Como pode-se medir a intensidade de corrente elétrica?

7 - Como proceder para determinar o número de elétrons que passa por esse circuito?

8 - Por que tem-se em pilhas ou baterias, a indicação + e - em seus polos?

9 - Qual é a função de um multímetro?

10 - Um LED, funciona quando alimentada por uma fonte de energia, aqui é a placa solar, que fornece uma diferença de potencial elétrico. O que significa isso? Como medir a diferença de potencial elétrico?

11 - Vamos medir, utilizando o voltímetro, a intensidade da tensão elétrica fornecida a esse circuito?

12 - O que é a resistência elétrica de um fio condutor? Definir a resistência elétrica para introduzir a 1ª lei de Ohm.

13 - Medir a resistência elétrica do circuito utilizando a 1ª lei de Ohm.

14 - Variar os resistores do circuito e falar sobre as linhas coloridas de cada resistor.

15 - Associar ao circuito LEDs em série para verificar o que ocorre com a tensão, a corrente e a resistência elétrica.

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL SOBRE AS LEIS DE OHM

Tempo previsto: Estima-se um tempo de 20 minutos para a apresentação das simulações e 80 minutos para completar o roteiro.

Nesta seção descrevemos uma atividade elaborada para explorar os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica, aplicados a circuitos elétricos simples, utilizando uma simulação computacional. A simulação computacional que está disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law_pt_BR.html é uma sugestão para efetivar a fixação do conteúdo sobre as leis de Ohm. A simulação permite explorar conceitos como: corrente elétrica, tensão e resistência elétrica.

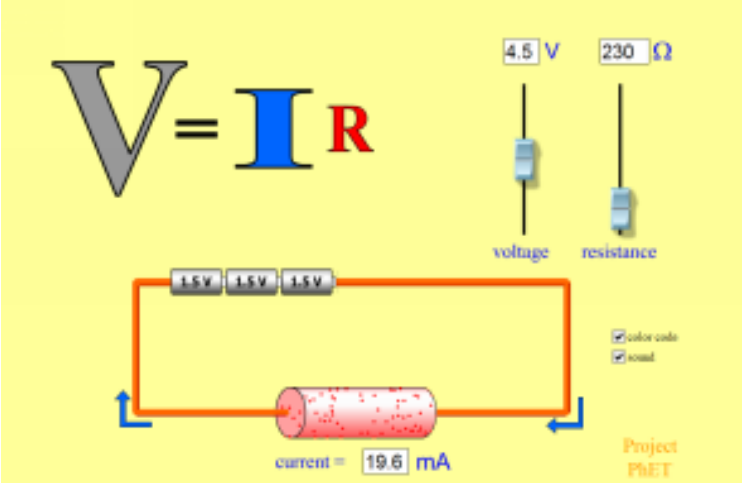
Para trabalhar na simulação computacional é necessário o uso do computador conectado à internet ou que o professor providencie a instalação da simulação nos computadores disponíveis com antecedência. Essa atividade pode ser feita em duplas para promover o trabalho em equipe na qual os alunos interagem entre si, com o computador e com o professor reforçando o trabalho de interação social.

É importante que o trabalho com simulação computacional seja orientado para que a atividade não seja apenas de navegação. Para isso, o professor deve conhecer a simulação computacional para organizar um roteiro que possibilite a exploração da simulação e dos conceitos que estão sendo estudados em aula de forma a oferecer condições ao aluno de verificar como as grandezas tensão, corrente elétrica e resistência se relacionam com os elementos de um circuito elétrico, resolver situações-problema aplicando as leis de Ohm e reconhecer o conceito de resistividade como característica própria de uma substância.

A seguir uma sugestão de roteiro para ser desenvolvido.

Neste momento vamos utilizar uma simulação computacional para trabalhar e verificar o conceito de resistência elétrica, corrente elétrica e tensão. Abra a simulação que está disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law_pt_BR.html



Considere que no modelo representando circuitos elétricos nas atividades que seguem admite-se que:

- o fio possui resistividade desprezível

- os resistores são ôhmicos.

Enunciado das questões propostas aos alunos

1) Enumere os elementos que fazem parte do circuito da simulação.

2) Como as pilhas estão associadas neste circuito? Por quê?

3) Atribua o valor de 7,5 V para a tensão.

a) Quantas pilhas estão associadas nesta situação?

b) Qual será o valor da corrente elétrica que atravessa o circuito?

c) Qual a tensão elétrica em cada pilha?

d) Qual a corrente que atravessa cada pilha? Por quê?

e) Qual o valor da resistência elétrica no circuito? Justifique sua resposta.

4) Para a voltagem de 3 V, responda:

a) Qual é o valor da corrente elétrica que atravessa o circuito?

b) Qual é o sentido da corrente elétrica neste circuito?

c) Este sentido é o real ou o sentido convencional? Explique.

5) Ajuste a voltagem para 6 V e a resistência elétrica para 900 Ω. Comprove através de cálculos:

a) O valor da corrente que atravessa o circuito.

b) Por que as pilhas têm a mesma voltagem, 1,5 V?

c) Reduzindo apenas a resistência para 280 Ω, o que acontece quando a corrente elétrica:

( ) aumenta ( ) diminui ( ) permanece constante

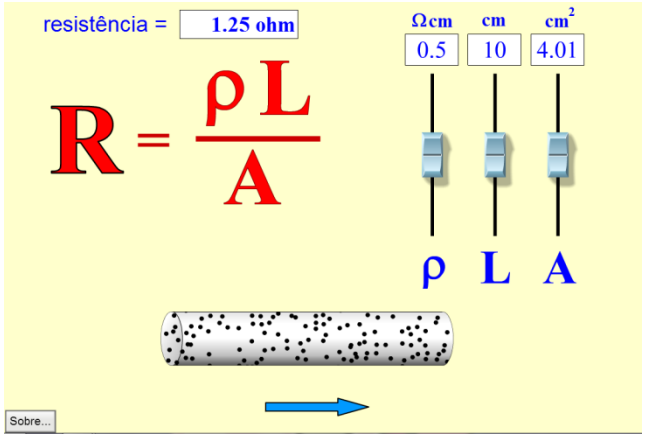
e) E a voltagem?

( ) aumenta ( ) diminui ( ) permanece constante

6) Ao variar o valor da voltagem, lentamente, o que você observa que altera no circuito? De que maneira?

Agora acesse a simulação que está disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/resistance-in-a-wire/resistance-in-a-wire_pt_BR.html *para realizar as atividades que seguem:*



7) Complete corretamente o que simbolizam os valores iniciais que aparecem na simulação:

1,25 ohm =

0,5 Ω cm =

10 cm =

4,01 cm² =

8) Que grandeza representa a seta azul que aprece nesta simulação?

9) Dobrando o comprimento do fio, o que acontece com a resistência elétrica:

a) aumenta *b) diminui* *c) permanece constante*

10) Agora reduza a área de secção do fio para 2,2 cm², mantendo 20 cm para o comprimento. Para esta situação qual será o valor da resistência?

11) Reduza lentamente o valor da resistividade do fio. O que você observa que acontece com a resistência do fio?

12) Descreva o que representa os pontos pretos que aparecem no interior do fio?

13) Diminua lentamente os valores do comprimento do fio. O que acontece com a resistência elétrica?

14) Altere lentamente a área de secção do fio e descreva o que acontece com a resistência elétrica.

15) Considerando o que verificou anteriormente em cada atividade, escreva uma relação que comprove como os elementos resistividade, comprimento e área afetam a resistência do fio.

EXPERIMENTO SOBRE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE

Tempo destinado para a execução da atividade: 2 horas-aula (100 minutos)

A atividade de experimentação é uma ferramenta potencial nas aulas de Física para a compreensão de conceitos. A atividade experimental tem a vantagem de promover a manipulação e/ou o envolvimento do estudante com o conteúdo da aula.

Propomos uma atividade de experimentação sobre circuitos elétricos para trabalhar o conteúdo de associação de resistores em série, caracterização com o objetivo de oferecer condições ao aluno de montar um circuito elétrico em série, observar a corrente elétrica na associação, identificar as características deste tipo de circuito, compreender a ligação e a função de um amperímetro e de um voltímetro no circuito elétrico.

A experimentação pode ocorrer depois que o professor faça a exposição didática do conteúdo aos alunos, como forma de reforçar e exemplificar o estudo ou antes, na qual o aluno deve ser desafiado a realizar a montagem de um circuito elétrico para explorar os conceitos relacionados ao experimento. De qualquer maneira, é importante orientar os alunos através de um roteiro que possibilite a manipulação, o funcionamento e o estudo do circuito.

Para a aula experimental, sugere-se que os alunos sejam organizados em grupos de até 4 componentes para contemplar a participação de todos na elaboração do experimento. É imprescindível que o professor providencie ou solicite, com antecedência, aos alunos para que tragam o material necessário.

A seguir, organizamos um roteiro experimental para ser trabalhado antes da abordagem conceitual de associação de resistores que pode ser adaptado, conforme a disponibilidade de material. Para desenvolver o roteiro são necessárias duas aulas.

Na aula após a experimentação, sugere-se que o professor faça a exposição didática do conteúdo de associação de resistores em série e retome as respostas dos alunos no roteiro experimental de forma a facilitar o entendimento do conteúdo.

FIGURA 2: Foto de um multímetro

Material:

- *protoboard*
- *três resistores*
- *três LEDs*
- *fios de conexão*
- *bateria de 12 V*
- *multímetro*

FIGURA 3: LEDs

►► Guia de atividades sobre associação de resistores e LEDs em série

Monte o circuito na placa protoboard:

1) Cada linha horizontal da protoboard está submetida à mesma diferença de potencial. Coloque um fio de conexão ligando o polo positivo da bateria à entrada da linha nº 1 da placa.

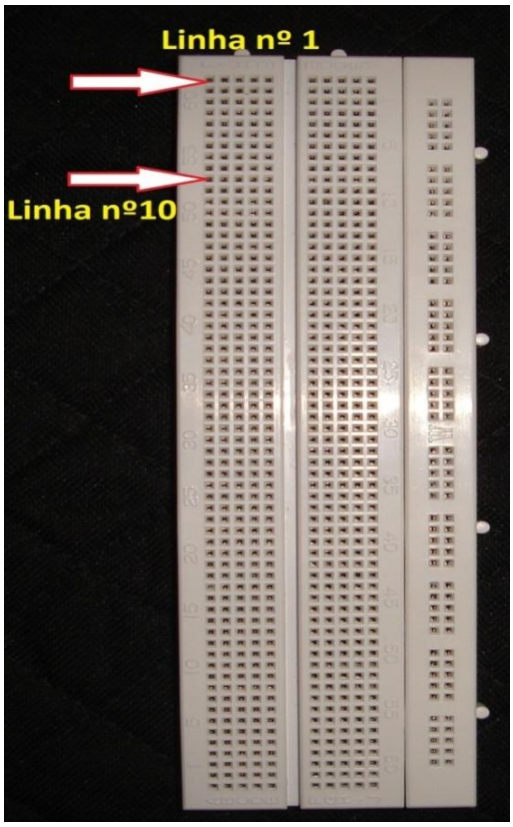


FIGURA 4: Placa protoboard

2) Coloque um resistor: uma perna na entrada da linha nº 1 e a outra perna na linha nº 10.

3) Coloque outro resistor: uma perna na entrada da linha nº 11, na mesma coluna do primeiro resistor, e a outra perna na linha nº 20.

4) Coloque o terceiro resistor: uma perna na entrada da linha nº 21, na mesma coluna dos outros resistores, e a outra perna na entrada da linha nº 30.

5) Ligue os LEDs: o primeiro na linha nº 10, na entrada ao lado da primeira resistência, e linha nº 11. O segundo LED deve ser ligado na linha nº 20, na entrada ao lado do segundo resistor, com a linha nº 21. E o terceiro LED ligue na linha nº 30, na entrada ao lado do segundo resistor, com a nº 31.

6) Ligue um fio na entrada da linha nº 31 e conecte a outra extremidade ao polo negativo da pilha.

Observe e responda:

a) Há diferença no brilho dos LEDs? Justifique.

b) Retire um LED. Descreva o que você observa.

7) Ajuste o multímetro para funcionar como voltímetro. O voltímetro deve ser ligado em paralelo com o circuito. Meça as tensões entre os resistores 1 e 2; 2 e 3; 1, 2 e 3:

Resistores 1 - 2 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 1 da linha nº 1 e o outro terminal na perna do resistor 2 na linha nº 20. Anote o valor obtido na tabela 1.

Resistores 2 - 3 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 2 da linha nº 20 e o outro terminal na perna do resistor 3 na linha nº 30. Anote o valor obtido na tabela 1.

Resistores 1 - 2 - 3 Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 1 da linha nº 1 e o outro terminal na perna do resistor 3 na linha nº 30. Anote o valor obtido na tabela 1.

8) Ajuste o multímetro para funcionar como amperímetro. Meça os valores das correntes elétricas entre os resistores 1 e 2; 2 e 3 e 1 e 3.

Para medir a corrente do resistor 1 ao resistor 2 desconecte o LED que faz a ligação entre os dois resistores e em seguida encoste um dos terminais do amperímetro na perna do resistor da linha nº 10 e o outro terminal na perna do resistor da linha nº 11, dessa forma o circuito estará fechado novamente e você pode obter a leitura da corrente elétrica que passa pelo amperímetro. Anote o valor medido na tabela 1.

Para medir a corrente do resistor 1 ao resistor 3 desconecte o LED que faz a ligação entre os resistores e em seguida encoste um dos terminais do amperímetro na perna do resistor da linha nº 10 e o outro terminal na perna do resistor da linha nº 21, dessa forma o circuito estará fechado novamente e você pode obter a leitura da corrente elétrica que passa pelo amperímetro. Anote o valor medido na tabela 1.

9) Utilizando a primeira lei de Ohm, calcule as resistências elétricas nos trechos considerados e anote os valores na tabela 1.

Resistor	*Tensão (V)*	*Corrente (mA)*	*Resistência (Ω)*
1 – 2			
2 – 3			
1 - 2 – 3			

Tabela 1

Agora descreva os resultados encontrados nas medidas de tensão, corrente e resistência elétrica.

10) Agora desmonte o circuito com resistores e LEDs. Coloque um fio de conexão ligando o polo positivo da bateria à entrada da linha nº 1 da placa.

11) Coloque o resistor: uma perna na entrada da linha nº 1 e a outra perna na linha nº 10.

12) Ligue os três LEDs: o primeiro na linha nº 10, ao lado do resistor, e linha nº 11. O segundo LED na linha nº 11, ao lado do primeiro LED, e linha nº 12. O terceiro LED na linha nº 12, ao lado do segundo LED, e linha nº 13.

13) Ligue o fio de conexão na entrada da linha nº 13 e conecte a outra extremidade ao polo negativo da bateria. Observe e responda:

a) Há diferença no brilho dos LEDs? Compare e descreva o que ocorre.

b) Desconecte um LED. O que acontece?

c) De que maneira se relaciona a passagem de corrente elétrica com a ligação dos LEDs?

d) Você montou circuitos de resistores e de LEDs em série. De acordo com o observado nos itens anteriores, quais as características de uma ligação em série?

EXPERIMENTO SOBRE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM PARALELO

Tempo destinado à atividade: 2 horas-aula (100 minutos)

De modo geral, não há regras que diga qual é o momento didático apropriado para trabalhar com uma atividade experimental. Propomos a elaboração de um experimento sobre associação de resistores em paralelo. Para tal, sugere-se que o professor faça a aula expositiva do conteúdo, organizada de forma sistêmica e promova, posteriormente, uma aula experimental para acrescentar conhecimentos ainda não atingidos pelos alunos.

Um dos momentos pedagógicos para o estudo de associação de resistores em paralelo é a aula experimental que deve ser estruturada com o objetivo de facilitar a compreensão dos alunos sobre este tipo de associação, para que possa observar o efeito de resistores em paralelo em circuito simples, identificar e caracterizar um circuito em paralelo.

O professor deve providenciar ou solicitar aos alunos o material a ser utilizado no experimento com antecedência e elaborar um roteiro que oriente a montagem do experimento. As questões do roteiro podem explorar a associação de resistores em paralelo, a 1ª lei de Ohm e a manipulação dos medidores elétricos. É importante discutir as respostas dadas para as questões como forma de intensificar a compreensão do conteúdo.

A seguir, sugerimos um roteiro para o experimento sobre associação de resistores em paralelo para ser desenvolvido pelos alunos, organizados em grupos.

Material:

- *protoboard*
- *dois resistores*
- *três LEDs*
- *fios de conexão*
- *bateria de 12 V*
- *multímetro*

►► Guia de atividades sobre associação de resistores e LEDs em paralelo

Monte o circuito na placa protoboard:

1) Cada linha horizontal da protoboard está submetida à mesma diferença de potencial. Coloque um fio de conexão ligando o polo positivo da bateria à entrada da linha nº 1 da placa.

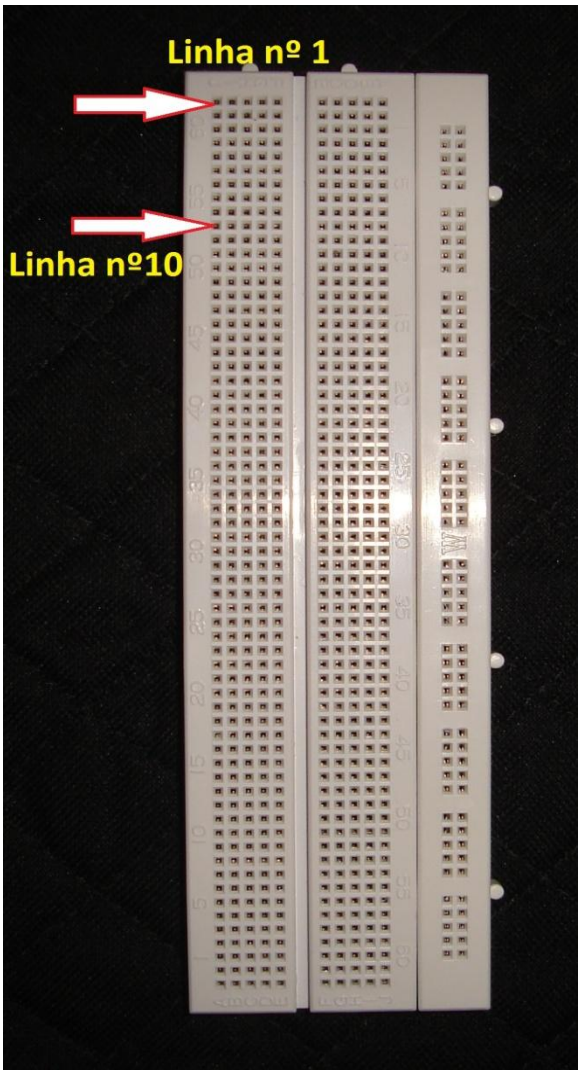


FIGURA 5: Placa protoboard

2) Coloque um resistor: uma perna na entrada da linha nº 1 e a outra perna na linha nº 10.

3) Coloque o outro resistor: falhe uma coluna e coloque uma perna na entrada da linha nº 1, e a outra perna na linha nº 10.

4) Ligue os LEDs: o primeiro, na coluna ao lado do primeiro resistor, na linha nº 10 e linha nº 11. O segundo LED deve ser ligado na coluna ao lado do segundo resistor, na linha nº 11 e linha nº 12.

5) Ligue um fio na entrada da linha nº 12 e conecte a outra extremidade ao polo negativo da bateria.

Observe e descreva como é o brilho dos LEDs.

6) Ajuste o multímetro para funcionar como voltímetro. O voltímetro deve ser ligado em paralelo com o circuito. Meça as tensões entre os resistores:

Resistor 1 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 1 da linha nº 1 e o outro terminal na perna do mesmo resistor na linha nº 10. Anote o valor obtido na tabela 2.

Resistor 2 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 2 da linha nº 1 e o outro terminal na perna do mesmo resistor na linha nº 10. Anote o valor obtido na tabela 2.

Resistores 1 - 2 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 1 e do resistor 2 simultaneamente, da linha nº 1 e o outro terminal na perna do resistor 1 e do resistor 2 simultaneamente, na linha nº 10. Anote o valor obtido na tabela 2.

7) Ajuste o multímetro para a posição amperímetro. O amperímetro deve ser ligado em série. 1 - Meça a corrente total do circuito: retire o fio de conexão ligado ao polo positivo da bateria. Ligue um dos terminais do amperímetro nessa entrada nº 1 e o outro terminal em uma perna de um resistor. Anote o valor obtido na tabela 2. Recoloque o fio de conexão no lugar.

2 - Meça a corrente elétrica de cada um dos resistores:

R_1 - Retire uma perna do resistor R_1 que está na linha nº 10 e coloque na linha nº 9. Ligue um dos terminais do amperímetro na perna do resistor da linha nº 9 e o outro terminal na perna do resistor da linha nº 10. Anote o valor medido na tabela 2. Recoloque a perna do resistor para a linha nº 10.

R_2 - Retire uma perna do resistor R_2 que está na linha nº 10 e coloque na linha nº 9. Ligue um dos terminais do amperímetro na perna do resistor da linha nº 9 e o outro terminal na perna do resistor da linha nº 10. Anote o valor medido na tabela 2. Recoloque a perna do resistor para a linha nº 10.

8) Utilizando a primeira lei de Ohm, calcule as resistências equivalentes e anote os valores obtidos na tabela 2.

Resistor	*tensão (V)*	*corrente (mA)*	*resistência (Ω)*
1			
2			
1 - 2			

Tabela 2

9) Desmonte o circuito. Coloque um fio de conexão ligando o polo positivo da bateria à entrada da linha nº 1 da placa.

10) Coloque o resistor: uma perna na entrada da linha nº 1 e a outra perna na linha nº 10.

11) Ligue os LEDs: o primeiro, na coluna ao lado do resistor, na linha nº 10 e linha nº 11. O segundo LED deve ser ligado na coluna ao lado do primeiro LED, na linha nº 10 e linha nº 11. O terceiro LED deve ser ligado na coluna ao lado do segundo LED, na linha nº 10 e linha nº 11.

12) Ligue um fio na entrada da linha nº 11 e conecte a outra extremidade ao polo negativo da bateria. Observe e responda:

a) Há diferença no brilho dos LEDs? Justifique.

b) Retire um LED, observe e descreva o que acontece com o brilho dos outros LEDs.

c) Desconecte outro LED, observe e descreva o que acontece com o brilho do LED que permanece no circuito.

d) De que forma o brilho dos LEDs se relaciona com a intensidade da corrente elétrica?

e) Você montou circuitos de resistores e LEDs em paralelo. Quais são as características da ligação em paralelo?

EXPERIMENTO SOBRE MAGNETISMO

Tempo destinado: 1 hora-aula (50 minutos)

Neste momento didático, propomos uma atividade experimental para trabalhar os conteúdos de campo magnético, linhas de indução, campo magnético terrestre.

A atividade de experimentação sobre magnetismo tem como objetivo oferecer condições ao aluno de comprovar as propriedades dos ímãs e a existência das linhas de força de um campo magnético, verificar as propriedades magnéticas dos ímãs e compreender o comportamento de uma bússola e sua função.

Para a aula experimental, o professor pode preparar um material que oriente o aluno no trabalho prático. Na exploração desta atividade experimental é possível enunciar um pouco da história do magnetismo, fazer a relação entre o campo magnético terrestre e o funcionamento de bússolas.

Apresentamos, a seguir, um roteiro experimental para ser trabalhado em 1 hora-aula no início do estudo de magnetismo, como forma de intensificar a compreensão dos conteúdos.

FIGURA 6: Foto de uma bússola

Material:

- *1 bússola*
- *2 ímãs em barra*
- *limalha de ferro*
- *1 placa de vidro*

►► Guia de atividades sobre Magnetismo

1) Aproxime a bússola de cada um dos ímãs para determinar a sua polaridade.

2) Indique com uma etiqueta o polo norte e o polo sul de cada ímã.

3) Confirme a polaridade através da atração e repulsão quando os ímãs são aproximados.

Pense e responda:

A) Um ímã em forma de barra pode ter dois polos de mesmo nome?

B) Será que é possível separar os dois polos de um mesmo ímã?

4) Coloque a placa de vidro sobre um dos ímãs e espalhe limalha de ferro sobre ela. Agite lentamente a placa para que a limalha se distribua conforme as linhas de indução de um campo magnético. Represente através de um desenho como ficaram distribuídas as linhas do campo magnético.

C) Onde as linhas de campo são mais fechadas? O que significa isso?

D) Esse campo pode ser considerado uniforme?

E) Seria possível determinar os polos do ímã através do espectro obtido?

5) Agora coloque, sob a placa, a extremidade de dois ímãs de mesmo nome separados a certa distância. Agite lentamente as limalhas de ferro e observe a distribuição do espectro obtido. Represente através de um desenho como ficaram distribuídas as linhas do campo magnético.

F) O que ocorre com as linhas de campo magnético? Representam um espectro de atração ou repulsão?

6) Inverta um dos polos de um ímã e proceda como no item 5.

G) O que ocorre com as linhas de campo magnético? Representam um espectro de atração ou repulsão?

REPRODUÇÃO DO EXPERIMENTO DE OERSTED

Tempo destinado: 1 hora-aula (50 minutos)

Como exemplificar a relação entre eletricidade e eletromagnetismo?

É comum encontrarmos situações em que o estudo do eletromagnetismo se resume à aplicação de leis e fórmulas. Experimentos simples podem proporcionar uma conexão entre o ensino e a realidade.

Neste módulo, a proposta é reproduzir o experimento de Oersted para contemplar alguns conteúdos do eletromagnetismo. A partir da montagem desta atividade o aluno deve ser capaz de compreender a experiência de Oersted para relacionar eletricidade e magnetismo, identificar a direção e o sentido do campo magnético pela regra da mão direita.

Para realizar esta atividade, sugere-se que o aluno já conheça o conceito de campo magnético e que o professor elabore um roteiro instrucional para orientar o aluno.

Sugerimos um procedimento para a montagem de um circuito simples que permita reproduzir e explorar o experimento de Oersted. Para este experimento são necessários: 1 bússola, 2 porta pilhas, 1 chave auxiliar, 1 suporte com soquete e lâmpada de 3,0 V, 2 pilhas grandes de 1,5 V.

Ao final da atividade o professor deve promover uma discussão acerca das observações que o experimento proporcionou, enfatizando que trata-se do experimento realizado por Oersted, relatando em que momento da história este fato ocorreu.

►► Roteiro de atividades sobre eletromagnetismo

1) Faça a montagem de um circuito de duas lâmpadas em série ou em paralelo.

2) Coloque a bússola sob um trecho do fio condutor, de modo que a agulha fique paralela a ele.

3) Ligue a chave e verifique o que ocorre com a agulha da bússola. Porque isso ocorre?

4) Verifique, usando a regra da mão direita nº 1, o sentido criado pela corrente elétrica.

5) Repita o experimento invertendo o sentido da corrente. O desvio da agulha foi o igual ao anterior? Por quê?

6) Verifique, usando a regra da mão direita nº 1, o sentido criado pela corrente elétrica.

7) Explique o que essa experiência demonstrou.

EXPERIMENTO SOBRE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Tempo destinado: 1 hora-aula (50 minutos)

Neste módulo vamos propor uma atividade experimental com o objetivo de oportunizar ao aluno verificar o fenômeno da indução eletromagnética. Esta atividade pode explorar os conceitos de força magnética, lei de Lenz, indução eletromagnética, lei de Faraday e transformadores elétricos.

Para isso, é preciso preparar um material instrucional que permita ao aluno montar o experimento e explorar suas potencialidades.

Sugerimos que o material instrucional ofereça condições ao aluno de identificar o sentido da força magnética através da regra da mão direita, verificar e descrever a lei de Lenz, compreender fluxo magnético e a lei de Faraday, reconhecer a relação entre as grandezas presentes na equação da lei de Faraday e descrever o fenômeno de indução eletromagnética.

Em pequenos grupos, os alunos podem trabalhar no experimento para discutir e responder as questões propostas pelo professor. Neste momento o professor atua como mediador da atividade, instigando a participação e provocando a reflexão dos alunos acerca do estudo.

Para finalizar a atividade o professor promove a discussão acerca das observações feitas pelos alunos. Este experimento pode ser uma ferramenta para auxiliar o aluno a conhecer alguns fenômenos e equipamentos eletromagnéticos simples para compreender o funcionamento dos enormes geradores existentes nas usinas elétricas.

Segue abaixo uma sugestão de experimento sobre indução eletromagnética. Para elaborar este experimento são necessários:

Material:

- *1 ímã em barra*
- *multímetro*
- *2 bobinas*
- *4 pilhas de 1,5 V*
- *1 chave liga-desliga*

►► *Roteiro para o experimento sobre indução eletromagnética*

1) Conecte a bobina menor ao multímetro digital posicionado na função amperímetro.

2) Identifique os polos de um ímã em barra com o auxílio de uma bússola.

3) Mantenha o ímã de campo magnético intenso em repouso em relação à bobina, observe e explique o que acontece.

4) Aproxime o polo norte polo do ímã no interior da bobina e torne a retirá-lo. O que você pode concluir a partir de suas observações? Para que lado o ponteiro se moveu? Qual é o sentido da corrente elétrica?

5) Aproxime o outro polo do ímã do interior da bobina e torne a retirá-lo. O que ocorre com o campo magnético induzido que penetra no interior da bobina quando o polo norte magnético se aproxima dela?

6) O que ocorre com o campo magnético induzido que penetra no interior da bobina quando o ímã é afastado? Para que lado o ponteiro se moveu? Anote suas observações.

7) Sintetize os resultados observados de evidenciando a aproximação ou afastamento do polo magnético do ímã e o sentido da corrente elétrica.

8) Repita a experiência do item 6 com maior rapidez e compare os dois casos anotando como se relaciona a rapidez da variação do campo magnético com a intensidade de corrente elétrica induzida que circula pelo condutor.

9) Repita o procedimento anterior mantendo fixo o ímã e movendo a bobina. Descreva o resultado.

10) Em todas essas situações se o ponteiro se moveu significa que foi criada uma corrente elétrica no circuito?

11) Desloque o ímã e a bobina para o mesmo sentido e com a mesma velocidade. Nesse caso a agulha do amperímetro sofre deflexão? Explique.

12) Qual é o fator responsável pelo surgimento de uma força eletromotriz (fem) induzida na bobina? Discuta e avalie a relação entre o ímã e a deflexão da agulha do amperímetro.

13) Conecte a bobina com o maior número de espiras ao amperímetro e a outra bobina à bateria. Coloque a chave liga-desliga no circuito conforme a figura. Posicione as bobinas frente a frente, mantendo a chave aberta. Observe e anote a indicação do amperímetro.

14) Aproxime as duas bobinas, colocando-as o mais próximo possível. Ligue a chave. Descreva o que acontece.

15) Se uma corrente contínua passar por uma das bobinas, é possível verificar algum efeito no amperímetro? Por quê?

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL SOBRE A INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Tempo destinado à execução da atividade: 2 horas-aula (100 minutos)

Os recursos de tecnologia de comunicação e informação caracterizam uma metodologia que utiliza como recurso didático a inserção do computador nas aulas de Física. Nessa perspectiva, planejamos uma aula para utilizar uma simulação para trabalhar o conteúdo de indução eletromagnética e abordar conceitos de motores elétricos, transformadores e geradores elétricos.

A atividade de simulação computacional sobre a indução eletromagnética pode ser desenvolvida através de um roteiro orientado para que os alunos tenham condições de identificar o fenômeno da indução eletromagnética, reconhecer as diferenças entre corrente contínua e alternada e aplicar os conceitos de indução eletromagnética para explicar o funcionamento do gerador e do transformador elétrico.

Antes de iniciar o uso da simulação, o professor deve apresentar as potencialidades do software para que os alunos possam realizar as atividades propostas. Esse trabalho deve ser feito no laboratório de informática, com os alunos divididos em duplas ou trios, tendo o professor como mediador da interação entre os alunos com a simulação.

A sugestão de roteiro para essa atividade pode ser adaptado de acordo com os objetivos da aula e o tempo disponível para a elaboração.

Inicialmente realiza-se o questionário sobre a situação-problema que é apresentada antes das atividades de simulação para verificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do funcionamento de motores elétricos e dos transformadores. As questões iniciais podem ser realizadas na sala de aula e discutidas após a realização da atividade de simulação.

►► Roteiro para a simulação computacional sobre indução eletromagnética

Situação-problema:

Os geradores e transformadores estão muito presentes em nosso cotidiano, e seus funcionamentos estão baseados em fenômenos eletromagnéticos. Como o processo de produção de corrente elétrica por esses elementos está relacionada ao eletromagnetismo? O que provoca essa corrente produzida nesses dispositivos? É possível induzir uma corrente elétrica num condutor a partir de um campo magnético?

Pense e responda:

a) A movimentação da agulha de uma bússola, a variação do ponteiro de um amperímetro, são fatores que evidenciam a presença de quê?

b) A variação de fluxo magnético em um dispositivo produz corrente contínua ou alternada?

c) É preferível um motor de indução funcionar com corrente contínua ou alternada? Por quê?

d) Pode-se gerar eletricidade por meio do movimento? Justifique.

e) Quais dispositivos eletrônicos você conhece que exigem funcionamento de corrente contínua para o seu funcionamento?

Roteiro para a simulação computacional

Neste momento que já verificamos a indução eletromagnética a partir de um motor de indução vamos utilizar uma simulação computacional para constatar e reforçar o conceito de indução eletromagnética e as leis de Faraday e de Lenz, disponível em:

http://phet.colorado.edu/sims/faraday/generator_pt_BR.jnlp

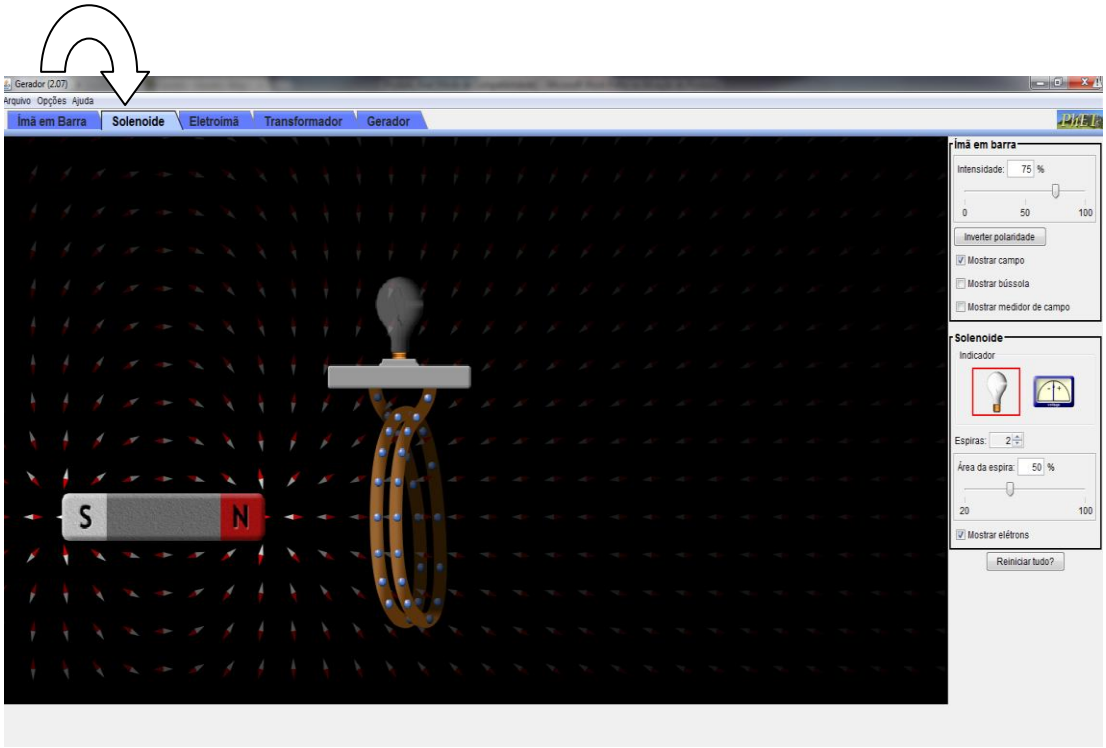
1) Na tela inicial da simulação têm-se dois elementos (objetos). Quais são eles?

2) Aproximando o polo norte da bobina, o que acontece?

3) Posicione o ímã sobre a bússola com o norte apontando para a direita. Como a agulha fica posicionada? Represente nesta situação o sentido das linhas de força através de um desenho.

4) Mantenha o ímã sobre a bússola e clique em "Inverter polaridade" que está à direita da tela. Descreva o que acontece nesta situação.

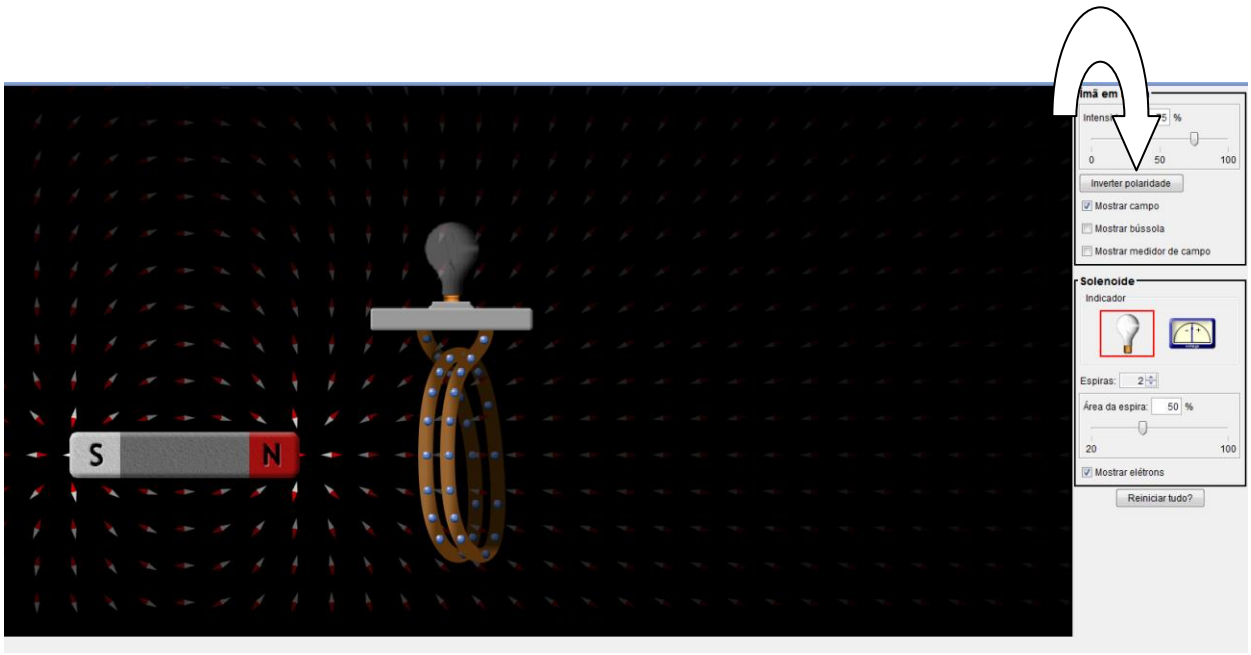
5) Clique na segunda opção acima da tela "Solenóide". Aproximando lentamente o polo norte do ímã do centro da bobina o que acontece? Qual é o sentido do movimento de elétrons? Se preciso clique na opção "Indicador" que está à direita da tela e troque a lâmpada pelo indicador de voltagem.



6) Deixe o ímã em repouso no interior da bobina. Nesta situação há movimento de elétrons? Por quê?

7) Retire lentamente o ímã do interior da bobina. Qual é o sentido do movimento de elétrons?

8) Inverta a polaridade do ímã clicando em "Inverter polaridade".



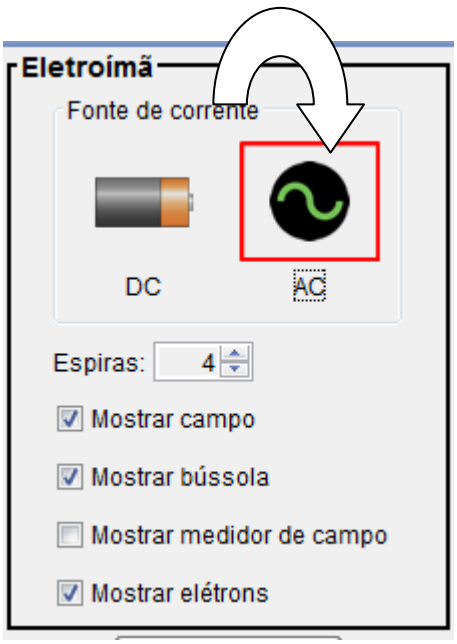
Aproxime o polo sul do ímã do centro da bobina, deixe o ímã em repouso no centro da bobina e depois retire o ímã do centro da bobina. Descreva, detalhadamente, o que acontece com o sentido do movimento dos elétrons em cada uma das três situações.

9) Relacione o sentido da corrente de elétrons com as seguintes situações:

a) Quando o polo norte se aproxima da bobina o sentido da corrente na bobina é ..... e quando se afasta é.....

b) Quando o polo sul se aproxima da bobina o sentido da corrente na bobina é ..... e quando se afasta é.....

10) Clique na terceira opção acima da tela "Eletroímã". Que elemento gera corrente elétrica?



11) Clique à direita da tela na opção "Fonte de corrente" em AC. Observe o que altera nesta situação e responda:

a) O que representa o gráfico animado que aparece acima da bobina?

b) Na opção DC a bateria gera corrente contínua ou alternada? Justifique.

c) Na opção AC, quais são os indicadores de que a corrente é alternada?

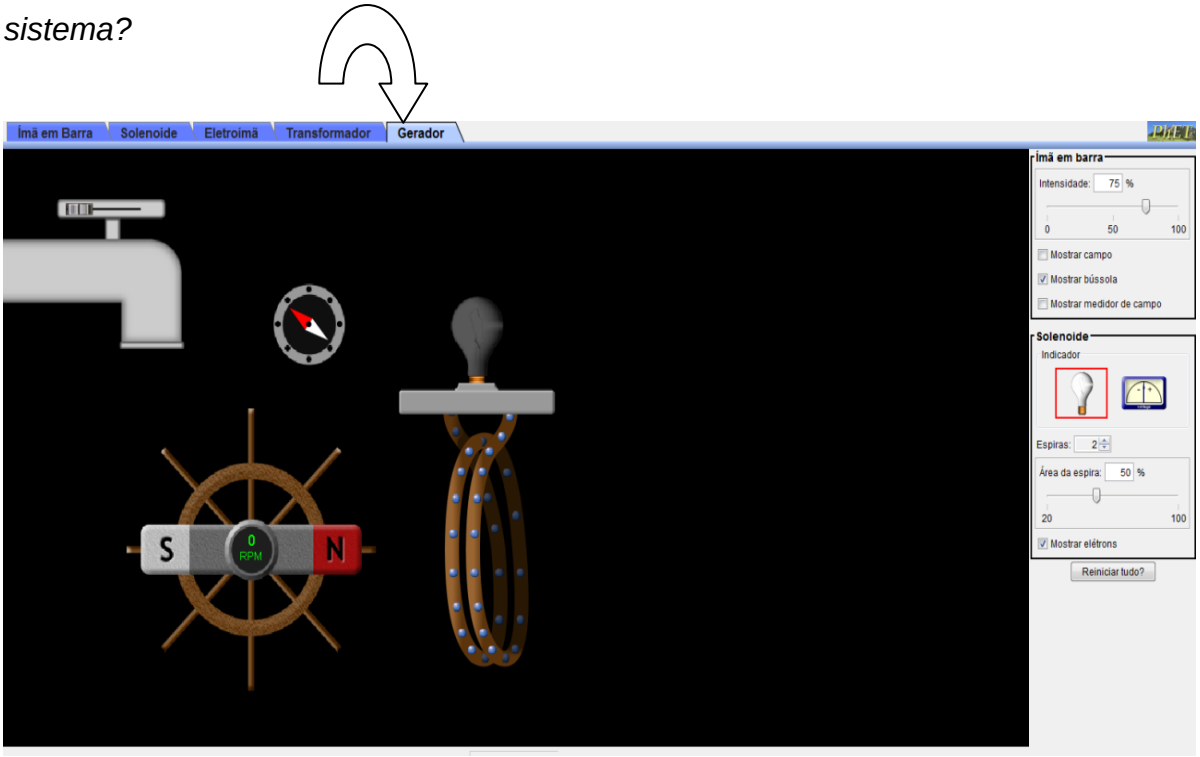
12) Volte para a opção DC e altere na bateria o sentido da voltagem. Dessa forma quais são os sentidos que são alterados na tela da simulação?

13) Clique na quarta opção acima da tela "Transformador". Nesta situação temos duas bobinas. Aproxime a bobina da esquerda do interior da bobina maior. O que acontece? Que lei explica a inversão do sentido da corrente de elétrons nas bobinas?

14) Altere a velocidade de aproximação da bobina menor. O que ocorre de diferente? Por que isso ocorre?

15) Descreva o que acontece e porque acontece se deixar em repouso a bobina menor no interior da maior.

16) Clique na quinta opção acima da tela "Gerador". Arraste o botão acima da torneira para a direita no máximo. Descreva detalhadamente todas as transformações ocorridas nesta situação. Que tipo de energia está movendo o sistema?



17) Clique à direita da tela na opção "Mostrar campo", troque a lâmpada pelo indicador de voltagem e altere para um o número de espiras na opção "Espiras". Observe. A corrente elétrica é contínua ou alternada? Por quê?

18) Altere para três o número de espiras na opção "Espiras". Explique que diferença ocorre.

PRODUÇÃO FEITA PELOS ALUNOS

Tempo destinado para execução da atividade: 20 minutos para a explicação do professor, 10 minutos para os alunos conversarem e se organizarem em grupos, 2 semanas para a pesquisa e elaboração do trabalho, 25 minutos para a apresentação dos grupos e 10 minutos para questionamentos e debate.

Como proposta de produção a ser realizada pelos alunos, sugere-se que, após o estudo do eletromagnetismo, o professor solicite aos alunos que construam um dispositivo elétrico, que funcione, seja útil e tenha relação com o enfoque CTSA.

Essa atividade deve ser pensada com o propósito de realizar um tratamento das informações e conhecimentos adquiridos pelos alunos no estudo sobre eletromagnetismo. Para isso, o pode-se propor aos alunos para que, em grupos, produzam o dispositivo elétrico

E, pensando na sustentabilidade, pode-se propor aos alunos que construam um dispositivo elétrico que funcione e tenha utilidade cujo funcionamento tenha como fonte um tipo de energia renovável.

A apresentação pode ser feita na forma de vídeos para os alunos divulguem a sua produção. A divulgação deve ser seguida de explicações que abordem os conceitos estudados.

A avaliação pode ser composta de critérios diversificados: a originalidade da criação do dispositivo elétrico construído pelo grupo de alunos, a apresentação e explicação do trabalho construído, a argumentação sobre a escolha do tipo de energia utilizada, citando aspectos relevantes sobre a forma de obtenção da energia, o conhecimento do funcionamento do dispositivo construído, qual a utilidade, o material utilizado, relacionando a existência e o valor dos elementos elétricos existentes no circuito com a teoria estudada, a estimativa do custo para a construção do dispositivo.

O professor pode combinar com os alunos o tempo de apresentação para cada vídeo.

Ainda destacamos a possibilidade de abordar conhecimentos de outras áreas nessa atividade, oportunizando uma abordagem interdisciplinar que pode ser viabilizada por meio do enforque CTSA e o tema energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIB, M. L. V. dos S; ARAÚJO, M. S. T. de. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n. 2, Junho, 2003.

BORGES, T. A. **Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, dez. 2002.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física.** São Paulo: Ática, 1ª ed. v.3, 2011.

GOLDEMBERG, J. **Energia e desenvolvimento sustentável.** Série sustentabilidade; v. 4. São Paulo: Blucher, 2010.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física.** São Paulo: Scipione, v.3, 2010

MOREIRA, M. A. **Breve Introdução à Física e ao eletromagnetismo.** Textos de apoio ao professor de física. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, v. 20, n. 6, 2009.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf.>. Acesso em: 09 abr. 2013.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Física Ciência e Tecnologia.** São Paulo: Ática, 2ª ed. v.3, 2010.