

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**O LÚDICO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE
FÍSICA:
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE
CONCEITOS DE ELETRICIDADE
NO ENSINO FUNDAMENTAL.**

**WYBER DA TRINDADE GESTER
MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS**

Belém, Pará, Brasil
2024

PRODUTO EDUCACIONAL

1. Introdução

O produto desta pesquisa é uma sequência didática que objetiva construir um ambiente lúdico em sala de aula, proporcionando uma união entre o divertimento e o aprendizado e tem como título “O lúdico como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de Física: Uma Sequência Didática para a construção de conceitos de eletricidade e magnetismo no 9º ano do Ensino Fundamental”. Ou seja, utilizando o lúdico como ferramenta facilitadora do processo de aprendizagem dos alunos, a construção de conceitos de eletricidade pode passar a ser mais prazerosa.

A sequência didática está planejada em 16 horas-aulas, podendo corresponder também a 8 encontros de duas horas cada, onde deve ser abordado o conteúdo de eletricidade, dividido em 4 tópicos:

Tópico 1: Eletrostática.

Tópico 2: Corrente elétrica e leis de Ohm

Tópico 3: Potência elétrica, consumo de energia e circuitos elétricos

Tópico 4: Eletromagnetismo.

Nas aulas, o professor pode recorrer a recursos diversos, como vídeos, simuladores, textos e imagens. Para uma maior eficiência na aplicação do produto, é interessante que cada aluno possua acesso a um computador para auxílio no uso dos simuladores. Ao final do quinto encontro o professor forma grupos de alunos que receberão, cada um, um texto de apoio para o auxílio na confecção dos jogos didáticos para a aprendizagem de tópicos da eletricidade. Os textos que aconselhamos usar são os textos do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), da USP, que estão disponíveis no endereço eletrônico <http://if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>. Os textos que podem ser empregados são os textos 1, 2, 3 e 4.

É imprescindível que o professor elabore um material didático que visa atender uma das condições para a aprendizagem significativa, que de acordo com Ausubel é que o material a ser aprendido deva ser potencialmente significativo, fazendo com que o conteúdo seja incorporado de forma não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aluno.

Outra condição necessária para que ocorra a aprendizagem significativa é a predisposição do discente a querer aprender e para atendê-la busca-se o lúdico como ferramenta nesse processo.

A prática lúdica é uma estratégia que pode ser usada como estímulo na construção do conhecimento. É, portanto, uma importante ferramenta para o desenvolvimento de inúmeras habilidades do educando e possibilita a melhoria da concentração, da interação social e de alcance de objetivos propostos na aprendizagem.

Concordamos com Antunes (1998, p. 38) quando discorre que:

Jogos ou brinquedos pedagógicos são desenvolvidos com a intervenção explícita de provocar uma aprendizagem significativa, estimular a construção de um novo conhecimento e despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória.

As atividades lúdicas são, por conseguinte, uma proposta útil a tornar o processo de ensino mais prazerosa e interessante e que o professor deva incorporar os jogos como instrumento integrante do planejamento educacional em suas aulas.

2. O que é Sequência Didática?

Podemos entender uma sequência didática como sendo um conjunto de atividades planejadas pelo professor de modo que os discentes alcancem o aprendizado de determinado conteúdo (Kobashigawa et al., 2008). Para Batista e Fusinato (2016) uma sequência didática possui uma série de atividades planejadas e relacionadas entre si, tendo por base uma teoria de aprendizagem que permite ao discente uma aprendizagem efetiva.

Assim, entende-se que uma sequência didática assemelha-se a um plano de aula, porém, com maior completude por retratar diversas estratégias educacionais e estender-se por diversos dias, comumente denominados de etapas ou encontros.

Procuramos embasar a sequência didática apresentada neste trabalho segundo os pressupostos de ZABALA (1998, p. 63) que nos diz que uma sequência didática deve, necessariamente, conter atividades que:

- permitam determinar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conteúdos de aprendizagem;
- provoquem conflito cognitivo, de forma a estabelecer relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos intuitivos dos estudantes;
- promovam uma atitude favorável do aluno, de modo que fiquem motivados para o estudo dos conteúdos propostos.

Acreditamos, enfim, que a sequência didática aqui apresentada se encaixa e satisfaz os pressupostos assentados por Zabala.

3. A Sequência Didática

A sequência didática é planejada para ser realizada em aproximadamente dezessesseis (16) horas-aula, o que pode corresponder a oito (8) encontros de duas horas-aula cada. Mas o professor pode adaptar o tempo de aplicação da didática de acordo com a sua realidade.

O quadro 1 apresenta o cronograma das atividades, objetivos e a carga horária de cada encontro.

Quadro 1. Cronograma de atividades

Encontros	Atividades	Objetivos	C.H
1°	Apresentação da metodologia a ser utilizada na sequência didática e questionário inicial.	Aula motivacional e sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos.	2 h/a (90 min)
2°	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes ao estudo da eletrostática.	Baseado no questionário inicial, construir conhecimentos referentes aos fenômenos eletrostáticos. (processos de eletrização, blindagem eletrostática e para-raios).	2 h/a (90 min)
3°	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes à corrente elétrica e a dispositivos elétricos	Conceituar corrente elétrica, discutir seus principais efeitos, identificar e caracterizar os diferentes dispositivos elétricos encontrados em nossas residências.	2 h/a (90 min)
4°	Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes a consumo de energia em residências, leis de Ohm e circuitos elétricos.	Identificar os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica em uma residência, introduzir o conceito de diferença de potencial e resistência elétrica e relacionar as três grandezas. Caracterizar os tipos de associação de resistores.	2 h/a (90 min)
	Aula expositivo-dialogada para construção e	Conceituar e caracterizar ímãs naturais e artificiais e suas propriedades.	

5°	organização dos conhecimentos referentes aos fenômenos eletromagnéticos. Formação dos grupos para elaboração dos jogos.	Caracterizar o campo magnético terrestre e entender o fenômeno por trás do fornecimento de energia elétrica por usinas, em especial, a usina hidrelétrica.	2 h/a (90 min)
6°	Apresentação dos jogos elaborados pelos grupos.	Explicação das regras e especificidades de cada um dos jogos elaborados.	2h/a (90 min)
7°	Aplicação dos jogos	Participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem através da ludicidade.	2h/a (90 min)
8°	Avaliação da Sequência Didática	Mensuração da eficácia da sequência didática	2h/a (90 min)

Fonte: Do Autor (2018)

4.1. Primeiro encontro: Apresentação da metodologia a ser utilizada na sequência didática e questionário inicial

Objetivos: Aula motivacional e sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos.

Recursos metodológicos: Slides, vídeos e questionário de sondagem inicial.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: Em um primeiro momento o professor apresenta aos alunos a metodologia a ser aplicada para abordar conteúdos referentes à eletricidade. Logo em seguida, com o uso de um datashow e um notebook ligado a uma caixa de som, o professor exhibe dois vídeos onde se pode observar situações que vislumbrava alguns fenômenos elétricos. O primeiro

vídeo é um trecho de um desenho animado, “Super Choque vs Liga da Justiça”, disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=7bbveTyvgl8>. No vídeo, o personagem utiliza seus poderes elétricos para derrotar uma influência maligna sobre os heróis da Liga da Justiça. De forma lúdica, os alunos podem ter contato com manifestações da eletricidade no desenho. No segundo vídeo, intitulado “Eletricidade Estática, você também pode fazer isso”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=BsUBOeC7dMI>, os discentes observam algumas situações reais de manifestações de eletricidade estática, mais especificamente, a eletrização por atrito.

Após a exibição dos vídeos, o professor entrega a cada aluno um questionário contendo perguntas sobre os conceitos apresentados nos vídeos e de algumas situações de seu cotidiano que tem relação com o conteúdo abordado na sequência didática. O objetivo do questionário é o de investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo em questão. Abaixo, as perguntas do questionário.

1. De que forma a eletricidade e o magnetismo se manifestam na natureza?
2. Como a eletricidade e o magnetismo estão presentes em seu cotidiano?
3. No vídeo das crianças, por que seus cabelos ficavam arrepiados ao escorregar nos tobogãs ou ao esfregar tecidos em seus cabelos?
4. No vídeo “Super Choque vs Liga da Justiça”, por que Super Choque conseguiu eletrocutar o Batman através do cabo?
5. Em sua residência, o que influencia no consumo de energia elétrica? Como podemos economizar essa energia?
6. Por que num mesmo ambiente de sua casa pode-se apagar uma lâmpada sem que as outras demais deixem de funcionar, enquanto que nos piscas-piscas de árvore de natal tradicionais isso não ocorre?

4.2. Segundo encontro: Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes ao estudo da eletrostática.

Objetivos: Baseado no questionário inicial, construir conhecimentos referentes aos fenômenos eletrostáticos. (processos de eletrização, blindagem eletrostática e para-raios).

Recursos metodológicos: Slides, vídeos e simulador Phet.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: Baseando-se nos conhecimentos prévios dos alunos expostos no questionário de sondagem, parte-se para a construção e organização de conhecimentos referentes aos conceitos que dizem respeito à Eletrostática. O professor inicia o encontro com uma aula expositiva, que terá como principal objetivo criar condições para que o aluno possa entender melhor o tema e com isso reelaborar suas respostas dadas na primeira etapa, no fim da sequência.

A seguir temos o quadro 2 com os tópicos abordados em sala de aula e os recursos utilizados para a abordagem dos mesmos nessa etapa.

Quadro 2. Tópicos abordados no segundo encontro.

Tópico Abordado	Objetivos Específicos	Recursos Utilizados
Estrutura Atômica	Reconhecer a estrutura atômica, com suas partículas constituintes e suas respectivas cargas elétricas.	Slides e Simulador Phet
Quantidade de Carga Elétrica e Eletrização	Introduzir o conceito de carga elétrica, entender as diferentes formas de se eletrizar um corpo e diferenciar condutores e	Slides e Simulador Phet

	isolantes elétricos.	
Força e Campo Elétrico	Compreender a lei de Coulomb de atração e repulsão elétrica e o papel do campo elétrico na transmissão de força elétrica à distância.	Slides e Simulador Phet
Eletricidade na Natureza	Compreender que a eletricidade está presente não apenas nas tecnologias criadas pelo homem, mas também na natureza, na forma de raios, relâmpagos e trovões.	Slides e Vídeos
Para-Raios	Entender a propriedade do poder das pontas de condutores e o papel do para-raios para proteção contra eletricidade na atmosfera.	Slides e vídeos.
Blindagem Eletrostática	Compreender que as cargas elétricas em excesso de um condutor se distribuem em sua superfície externa, ocasionando em um campo elétrico nulo em seu interior.	Slides, Vídeos e Experimento.

Fonte: Do Autor (2018)

A aula tem início com o professor abrindo uma discussão sobre a estrutura atômica, juntamente com suas partículas constituintes, introduzindo assim o conceito de carga elementar e do princípio fundamental da eletrostática (atração e repulsão). Seguindo o roteiro, adentra-se no tópico de quantização da carga elétrica e dos processos de eletrização, com o auxílio do simulador Phet chamado “Balões e Eletricidade Estática”, disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity.

Fig. 1. Simulação Phet de processo de eletrização por atrito.



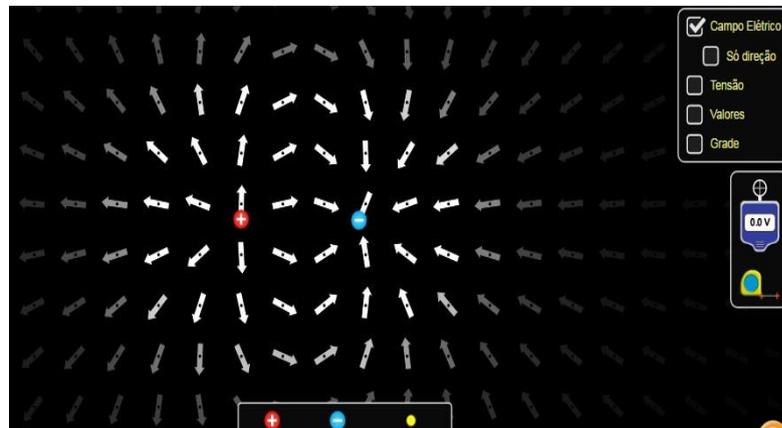
Fonte: Do Autor (2018)

A figura 1 denota a situação posterior a uma fricção entre o balão e o tecido, onde se pode notar a configuração final de cargas elétricas em cada corpo, ficando o balão eletrizado negativamente enquanto o tecido ficou eletrizado positivamente.

Ao abordar Força e Campo Elétrico, o professor utiliza também o recurso de slides e o simulador Phet, denominado “Cargas e Campos”, disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields. O Objetivo da utilização do simulador é ilustrar o comportamento das

linhas de força criadas por cargas positivas (divergente) e negativas (convergentes), como ilustra a figura 2.

Fig. 2. Simulação Phet do campo elétrico gerado por cargas.



Fonte: Do Autor (2018)

Com os conceitos de força e campo elétrico, o docente apresenta algumas aplicações práticas dos fenômenos elétricos, como a eletricidade na natureza, conceituando e diferenciando raios, relâmpagos e trovões, o uso dos para-raios e a blindagem eletrostática. Foram utilizados vídeos para este fim.

Os alunos visualizam o vídeo “Raios caindo e destruindo coisas”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=By1wj0YHw6w&t=203s>, que apresenta uma série de situações em que pode-se observar a ação de descargas elétricas na atmosfera e o vídeo “Para-raios em ação”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=0Gt6tG62YaQ>, que elucida o funcionamento do para-raios.

Apresenta-se ainda o vídeo “Bobina de Tesla – O Aprendiz de Feiticeiro”, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=oAF2Jm_tv4, que aborda a gaiola de Faraday, referente à Blindagem eletrostática. Em seguida, o professor apresenta o experimento de blindagem utilizando dois celulares e um pedaço de papel alumínio, onde enrola-se um celular nesse papel e faz uma chamada de outro celular. O experimento mostra que o celular

enrolado em papel alumínio se encontrava “fora de área”, comprovando a blindagem eletrostática.

4.4. Terceiro Encontro: Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes à corrente elétrica e a dispositivos elétricos.

Objetivos: Conceituar corrente elétrica, discutir seus principais efeitos, identificar e caracterizar os diferentes dispositivos elétricos encontrados em nossas residências.

Recursos metodológicos: Slides.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: A aula tem início com o professor indagando os alunos sobre o motivo no qual as lâmpadas acendem quando liga-se o interruptor. A partir dessa resposta, o professor esclarece o que seria a corrente elétrica. Em seguida, apresentam-se os efeitos que a passagem da corrente elétrica manifesta quando atravessa os condutores, dando ênfase para o efeito magnético, térmico (Efeito Joule), luminoso e fisiológico (choque), aproveitando a deixa para orientar os alunos a serem cuidadosos ao manusear aparelhos elétricos em suas residências. Após essa discussão, o professor pergunta quais os dispositivos elétricos que eles encontram em suas residências e se saberiam classificar estes aparelhos em alguma modalidade. Dentro desse contexto, o discente apresenta os principais tipos de dispositivos elétricos: geradores, receptores, resistores e capacitores.

4.4. Quarto Encontro: Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes a consumo de energia em residências, leis de Ohm e circuitos elétricos.

Objetivos: Identificar os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica em uma residência, introduzir o conceito de diferença de potencial e

resistência elétrica e relacionar as três grandezas. Caracterizar os tipos de associação de resistores.

Recursos metodológicos: Slides, vídeos e simulador Phet.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: o professor inicia convidando os estudantes a refletirem sobre alguns questionamentos para verificação dos conhecimentos prévios destes em relação ao assunto. O questionário foi o relacionado abaixo:

1. Como se dá o consumo de energia elétrica em sua residência?
2. Quais os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica?
3. O que você entende por potência elétrica de um aparelho?
4. O que seria um circuito elétrico?
5. Porque é perigoso ligar vários aparelhos em um mesmo “Benjamin”?

Partindo das respostas dadas às perguntas, o professor, utilizando recursos diversos, dá início à construção dos conhecimentos relacionados ao conteúdo proposto para a aula. Os tópicos abordados e os recursos utilizados na aula são explicitados no quadro 3, juntamente com os objetivos específicos.

Quadro 3. Tópicos abordados no quarto encontro

Tópico Abordado	Objetivos Específicos	Recursos Utilizados
Potência e consumo de energia elétrica	Dimensionar qualitativamente o consumo de energia	Slides

	elétrica.	
Resistência elétrica e resistores	Apontar a diferença entre resistência elétrica e resistores e introduzir as leis de Ohm.	Slides e Simulador Phet.
Associação de resistores	Compreender as formas de associação de resistores, bem como suas particularidades.	Slides, Simulador Phet e experimento.
Elementos de um circuito elétrico	Identificar os diferentes elementos que constituem um circuito elétrico.	Slides e Simulador Phet
Curto-circuito	Determinar as causas e efeitos, assim como as características de um curto-circuito.	Slides, Simulador Phet e vídeos.

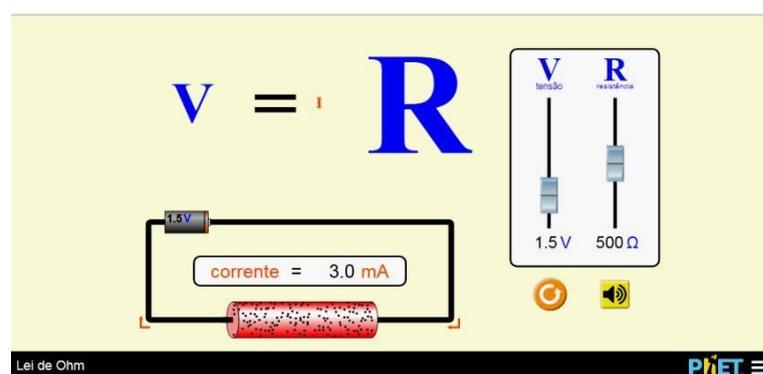
Fonte: Do Autor (2018)

De posse dos slides, o docente inicia a discussão das variáveis que influenciam o consumo de energia elétrica, introduzindo o conceito de potência elétrica, mostrando como se calcula esse consumo e como podemos economizar energia no dia-a-dia.

Partindo para o tópico seguinte, é importante o professor apontar a diferença entre resistor e resistência elétrica e a partir disso, adentrar nas leis de Ohm. Quanto a 1ª lei, frisamos na relação inversa existente entre corrente e resistência elétrica. Importante os alunos atentarem para o fato de que, mantido o valor da d.d.p constante, quanto menor a resistência elétrica, maior será a corrente e vice-versa. Aproveitando a situação da discussão sobre a 1ª Lei de Ohm, volta-se a abordar o Efeito Joule, relacionando a potência dissipada por um resistor e como esta se relaciona com outras variáveis, como corrente e tensão.

Nesse contexto, o professor parte para a apresentação do simulador Phet, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ohms-law, onde se demonstram as duas leis de Ohm, conforme a figura 3.

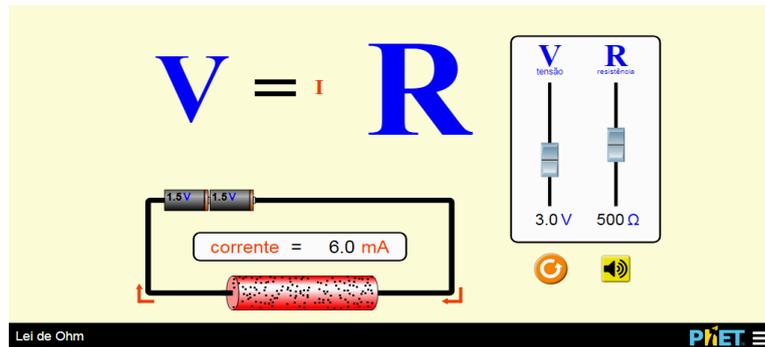
Fig. 3. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Munido do simulador, mostra-se, como na figura 4, que mantendo a resistência elétrica constante, a tensão elétrica (U) é diretamente proporcional à corrente elétrica (i) no condutor, relação explicitada na 1ª lei de Ohm.

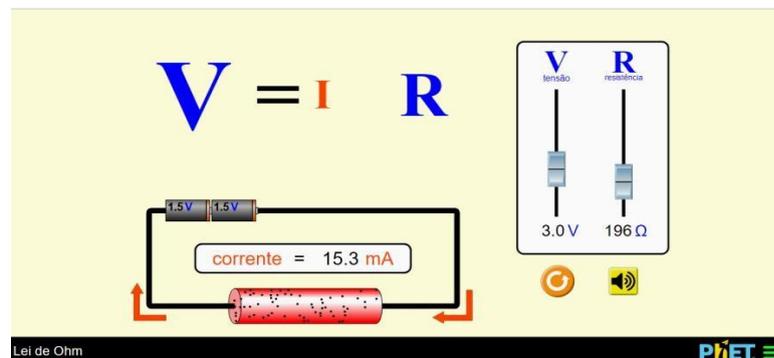
Fig. 4. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

À medida que se eleva a diferença de potencial, incluindo mais pilhas, aumenta a intensidade da corrente elétrica que percorre o condutor. Outra maneira de analisar o comportamento da corrente elétrica é variar a resistência no condutor, mantendo a d.d.p constante, como ilustrado na figura 5.

Fig. 5. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



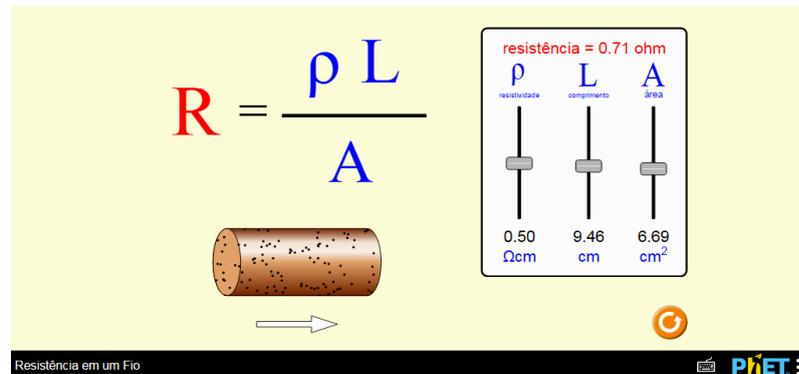
Fonte: Do Autor (2018)

Dessa forma, fica demonstrada a relação inversa entre resistência e corrente elétrica.

A seguir, parte-se para o segundo simulador, referente a 2ª lei de Ohm, mostrado na figura 6, que leva em consideração as dimensões e o material que constitui o condutor. Nela, pode-se variar tanto a resistividade elétrica ρ , como

o comprimento L e a área de seção transversal do condutor A , efetuando assim uma análise do comportamento da resistência elétrica.

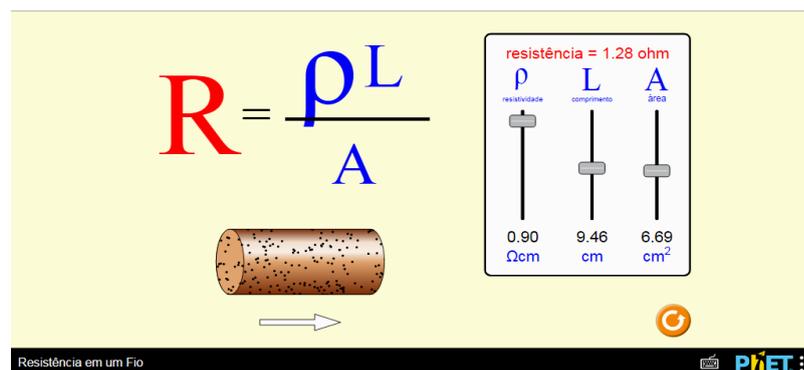
Fig. 6. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Fazendo aumentar unicamente a resistividade (mudando o material condutor, por exemplo), observa-se na figura 7 um aumento na resistência elétrica do condutor.

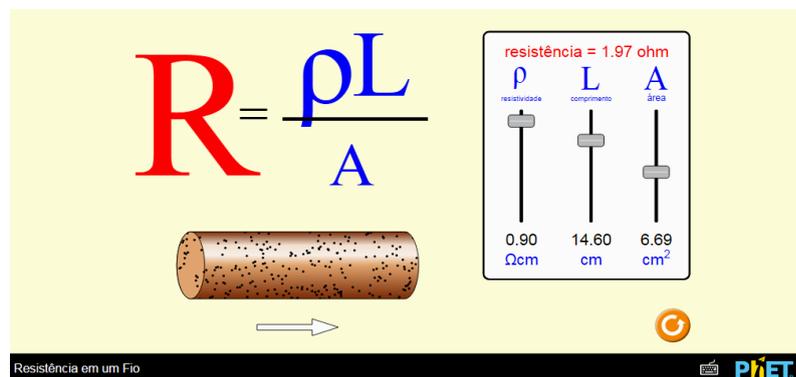
Fig. 7. Simulação Phet ilustrando a 1ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Mantendo o valor da resistividade e aumentando o comprimento do condutor, observa-se um aumento na resistência, como ilustra a figura 8.

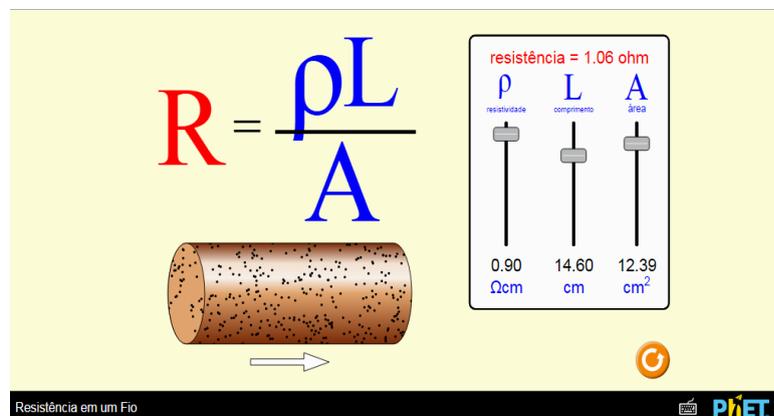
Fig.8. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Por fim, mantendo tanto resistividade como comprimento inalterados e elevando-se a área de seção transversal do fio, chega-se à conclusão de que a resistência diminui, conforme mostra a figura 9.

Fig. 9. Simulação Phet ilustrando a 2ª lei de Ohm



Fonte: Do Autor (2018)

Prosseguindo com a aula, o professor passa então a abordar o tópico de associação de resistores, definindo associação em série e em paralelo, mostrando suas particularidades. Após a apresentação e as definições pertinentes, pode-se mostrar, através de um circuito de lâmpadas, o comportamento dos resistores numa associação em série e em paralelo. Para este fim, pode ser utilizado o simulador Phet “Kit de Construção de Circuito

(AC+DC), Laboratório Virtual”, que está disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab.

O professor então, munido do simulador, constrói um circuito para demonstração das leis da eletrodinâmica aplicadas em associações de resistores para corrente contínua. Para isso, utiliza-se uma pilha, fios condutores, interruptor e lâmpadas, que serão nossos resistores. No primeiro momento, o professor mostra um circuito com apenas uma lâmpada, como na figura 10.

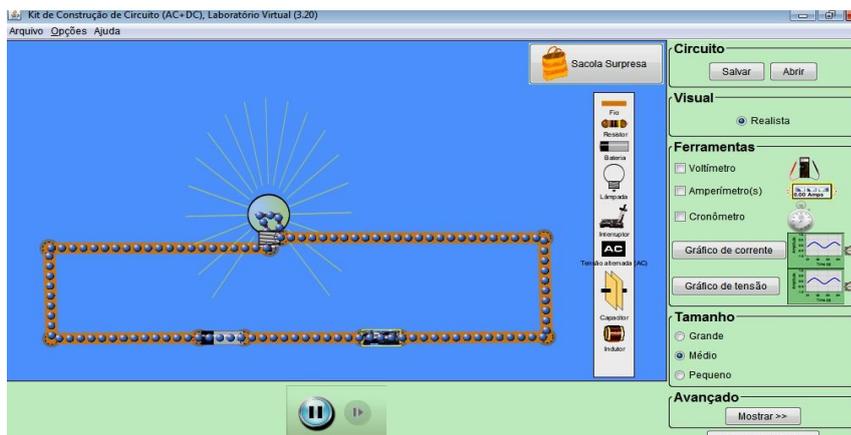
Fig. 10. Simulação Phet mostrando a montagem de um circuito elétrico simples.



Fonte: Do Autor (2018)

Deve-se notar que, como a chave (interruptor) está aberta, não há corrente elétrica no circuito (circuito aberto). Assim que a chave é fechada, a corrente elétrica passa a percorrer o circuito (circuito fechado), acendendo a lâmpada, conforme ilustra a figura 11.

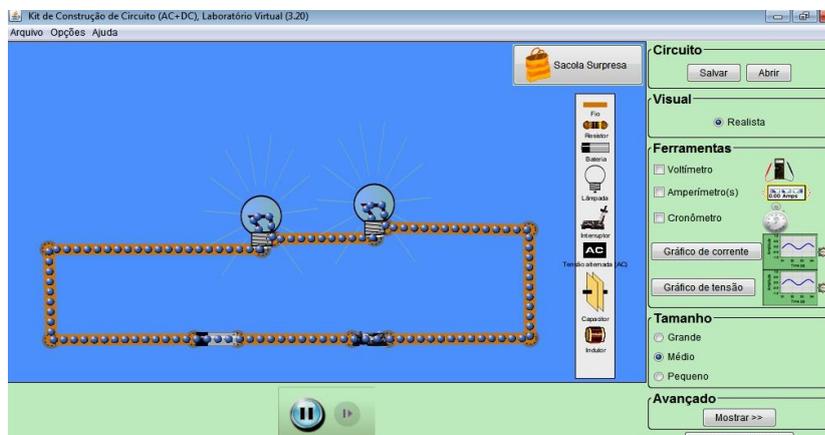
Fig. 11. Simulação Phet mostrando passagem de corrente elétrica ao fechar a chave.



Fonte: Do Autor (2018)

Em seguida, na figura 12, acrescenta-se uma lâmpada em série no circuito.

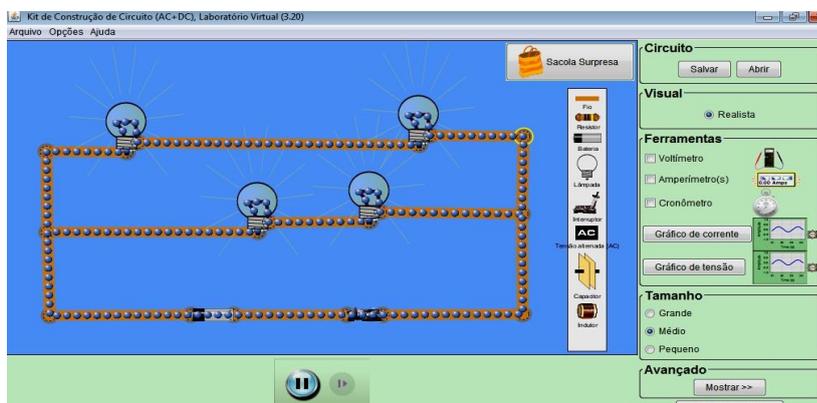
Fig. 12. Simulação Phet de um circuito elétrico com duas lâmpadas.



Fonte: Do Autor (2018)

Com a inserção de uma lâmpada em série, percebe-se que o brilho da primeira lâmpada diminuiu e ambas as lâmpadas passaram a brilhar em igual intensidade. O professor tem a oportunidade de questionar a turma o porquê de isso ter ocorrido. O próximo passo é acrescentar lâmpadas em paralelo com as já existentes no circuito, como na figura 13.

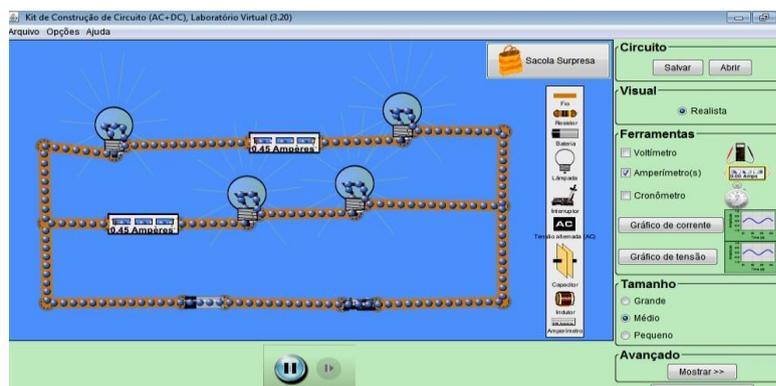
Fig. 13. Simulação Phet mostrando a montagem de um circuito elétrico com lâmpadas em paralelo.



Fonte: Do Autor (2018)

Questiona-se então se as correntes elétricas nos dois trechos em paralelo teriam iguais intensidades ou não. Para fazer a prova, inserem-se amperímetros nos dois trechos do circuito em paralelo, conforme mostrado na figura 14.

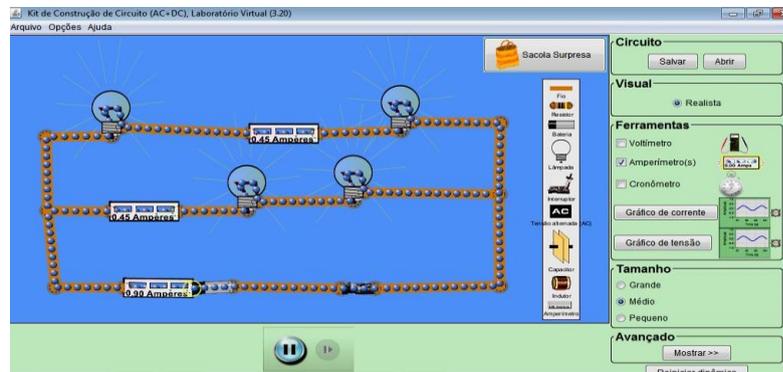
Fig. 14. Simulação Phet de um circuito com amperímetros.



Fonte: Do Autor (2018)

Assim, os amperímetros acusaram os valores iguais para a intensidade de corrente elétrica em cada trecho. O professor pode questionar também se a corrente total no circuito seria a soma das correntes em cada trecho. Para demonstrar, insere-se um amperímetro na saída da corrente no gerador, como na figura 15.

Fig. 15. Simulação Phet de um circuito com amperímetro para a medição de corrente elétrica total.

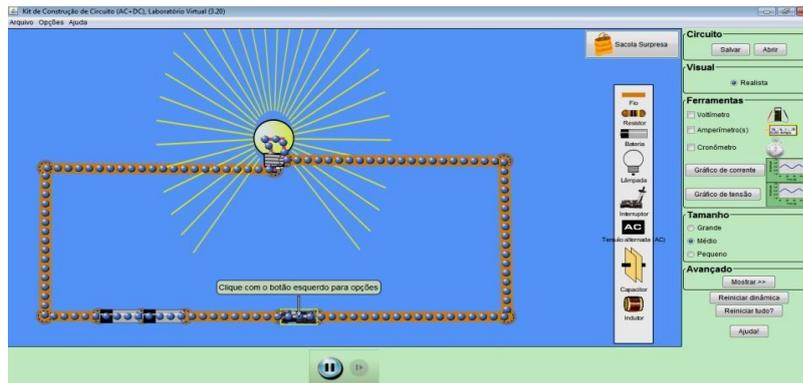


Fonte: Do Autor (2018)

Para começar a abordar o tópico que trata de curto-circuito, o professor apresenta inicialmente o vídeo “Explosões elétricas e curto-circuito”, presente no endereço https://www.youtube.com/watch?v=h_N1HD1IKrw. A partir da análise do vídeo, o professor questiona o motivo pelo qual ocorrem os curtos-circuitos. O professor então parte para a discussão do que seria um curto-circuito. Para o auxílio da discussão, usa-se o simulador anteriormente utilizado na análise das associações de resistores.

Constrói-se um circuito onde a resistência elétrica do fio condutor seria muito pequena, de forma que a corrente elétrica fosse muito elevada, ocorrendo um superaquecimento do condutor, caracterizando um curto-circuito. No primeiro momento monta-se um circuito simples com duas pilhas e um resistor, como na figura 16.

Fig. 16. Simulação Phet de um circuito simples.



Fonte: Do Autor (2018)

Em seguida, introduz-se um trecho com pequena resistência em paralelo com o trecho da lâmpada, oferecendo um caminho com menor resistência para a passagem da corrente elétrica, de acordo com a figura 17.

Fig. 17. Simulação Phet ilustrando um curto-circuito.



Fonte: Do Autor (2018)

A simulação mostra que ao reduzir demasiadamente a resistência elétrica do circuito, temos um aquecimento do mesmo, caracterizando o curto-circuito. Isso responde a pergunta do por que é perigoso ligarmos vários aparelhos em um mesmo “Benjamim”.

4.5. Quinto Encontro: Aula expositivo-dialogada para construção e organização dos conhecimentos referentes aos fenômenos eletromagnéticos. Formação dos grupos para elaboração dos jogos.

Objetivos: Conceituar e caracterizar ímãs naturais e artificiais e suas propriedades. Caracterizar o campo magnético terrestre e entender o fenômeno por trás do fornecimento de energia elétrica por usinas, em especial, a usina hidrelétrica.

Recursos metodológicos: Slides, vídeos e simulador Phet.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: O planejamento das aulas pode ser feito para serem realizadas em duas etapas. A primeira etapa consistiu na abertura para a discussão de alguns questionamentos referentes ao assunto abordado no encontro. Os questionamentos foram:

1. O que produz um campo magnético?
2. O que é um ímã?
3. O que é e para que serve uma bússola?
4. Onde você pode observar um fenômeno magnético?
5. Você sabe quais são as partes fundamentais de um ímã?
6. Cite um fenômeno natural relacionado ao magnetismo.
7. Como é produzida a energia elétrica em usinas?

Após a discussão com os discentes sobre os questionamentos acima, dá-se então início à segunda etapa da aula, onde se realiza a construção do conhecimento acerca do tema abordado, a fim de esclarecer os questionamentos feitos na primeira etapa. Para isso, foram usados recursos diversos, como slides, vídeos e simuladores, como mostra o quadro 4.

Quadro 4. Tópicos abordados no quinto encontro.

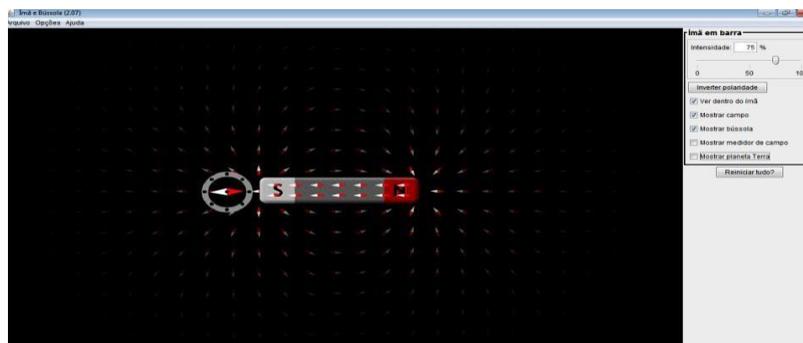
Tópico Abordado	Objetivos Específicos	Recursos Utilizados
Experiência de Oersted	Compreender que uma corrente elétrica gera um campo magnético	Slides e vídeo.
Imãs e propriedades magnéticas	Identificar os polos de um ímã, as linhas de indução e suas propriedades.	Slides e Simulador Phet.
Magnetismo terrestre	Compreender que a Terra se comporta como um gigante ímã e entender as auroras boreais e austrais como fenômeno eletromagnético	Slides, Simulador Phet e vídeos
Indução Eletromagnética	Compreender que o movimento de ímãs	Slides e Simulador Phet

	pode produzir corrente elétrica.	
Usinas e Transformadores	Exemplificar o fenômeno da indução eletromagnética	Slides, Simulador Phet e vídeos.

Fonte: Do Autor (2018)

Inicialmente o professor, munido de notebook e datashow, apresenta o vídeo intitulado “Experiência de Oersted-Teoria e Vídeo Demonstrativo”, disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=IR3nS-6Pf7s>. Nele o estudante verá que o condutor, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, gerará um campo magnético que influenciará as agulhas de uma bússola nas proximidades, evidenciando o efeito magnético da corrente elétrica. Tomará conhecimento também que uma bússola busca sempre se alinhar às linhas de indução do campo magnético. Para a demonstração das linhas de indução do campo magnético, pode ser utilizado o simulador PHET denominado “Imãs e Eletroímãs”, que se encontra disponível no endereço eletrônico [https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electro magnets](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electro-magnets).

Fig. 18. Simulação Phet ilustrando as linhas de indução de um campo magnético gerado por um ímã.

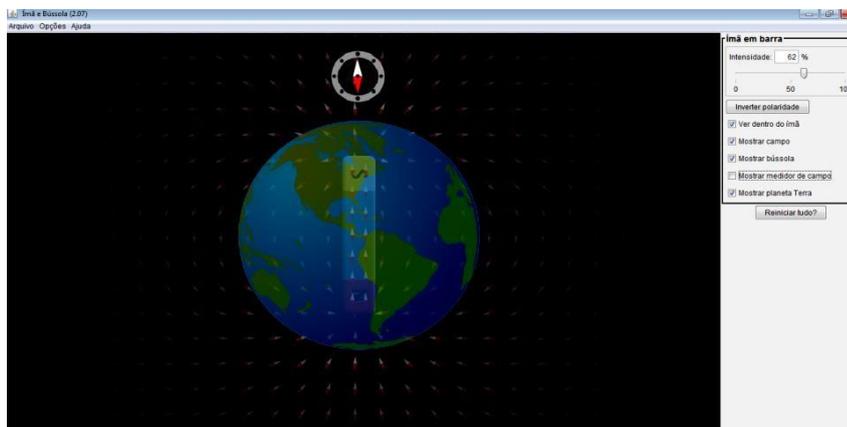


Fonte: Do Autor (2018)

A figura 18 mostra que o campo magnético de um ímã “nasce” no polo Norte e “morre” no polo Sul, fazendo com que o polo Norte da bússola seja atraído pelo polo Sul do ímã, e vice-versa, fazendo com que a bússola se alinhe às linhas de força do campo.

A seguir, o professor mostra o comportamento magnético da Terra, utilizando o simulador PHET “Ímãs e Bússolas”, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnet-and-compass, de acordo com a figura 19.

Fig. 19. Simulação Phet ilustrando o campo magnético terrestre.



Fonte: Do Autor (2018)

O simulador mostra que próximo ao polo Norte geográfico da Terra se encontra seu polo Sul magnético, e próximo ao polo Sul geográfico encontra-se seu polo Norte magnético. Assim, fica evidenciado o motivo pelo qual a bússola é usada para se deslocar sobre a Terra, indicando em que direção fica o Norte ou o Sul geográfico.

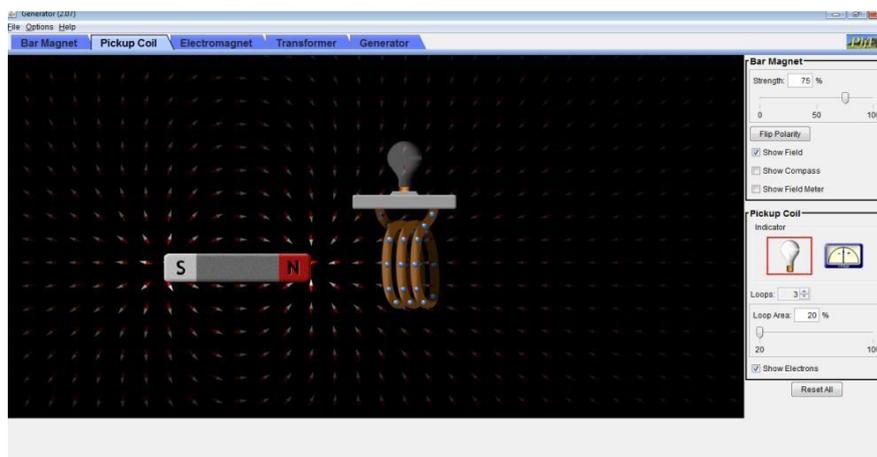
A seguir, podem ser discutidos os fenômenos das auroras boreais e austrais, como efeito do campo magnético terrestre. Após a discussão do fenômeno, apresentam-se três vídeos que os demonstram. O primeiro vídeo é “AURORA BOREAL E AUSTRAL”, disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=Dxx0VAtNSZ8>. O Segundo vídeo é o intitulado “Auroras Boreais vistas da janela de um avião incrível”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=RHWvl-yiV4A>. O terceiro vídeo apresentado na aula foi “AURORA BOREAL VISTA DO ESPAÇO: IMAGENS DA NASA !!!!!”, disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=wX3xxVBfMyY>.

Para abordar o tópico de indução eletromagnética, o professor questiona que, já que sabemos que uma corrente elétrica produz um campo magnético, será que o fenômeno inverso é possível? Podemos ter geração de corrente elétrica através de um campo magnético?

Para responder a esta pergunta, o professor pode utilizar o simulador PHET “Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday”, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday.

Inicialmente, faz-se a montagem do simulador, como ilustrado na figura 20. Coloca-se um ímã e uma bobina com uma lâmpada e observa-se que não há passagem de corrente elétrica na bobina, quando não há movimento relativo entre ambas.

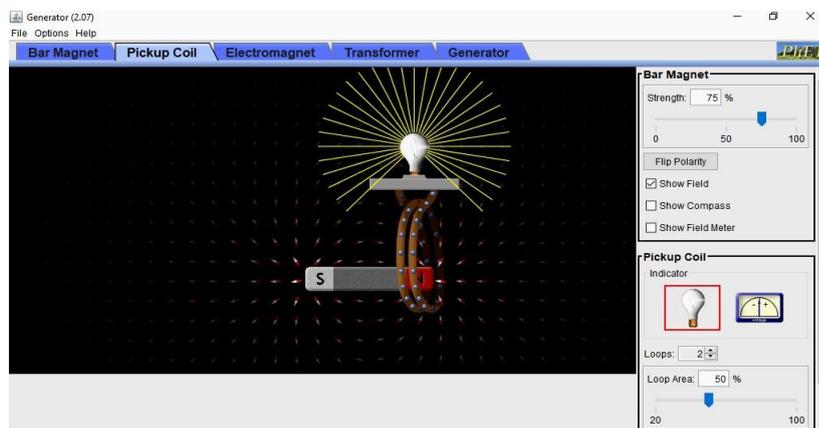
Fig. 20. Simulação Phet para investigar a indução eletromagnética



Fonte: Do Autor (2018)

Em seguida, faz-se o ímã mover-se em relação à bobina, acarretando numa corrente elétrica induzida na bobina, fazendo a lâmpada acender, conforme a figura 21.

Fig. 21. Simulação Phet ilustrando a corrente elétrica induzida na espira, fazendo a lâmpada acender.



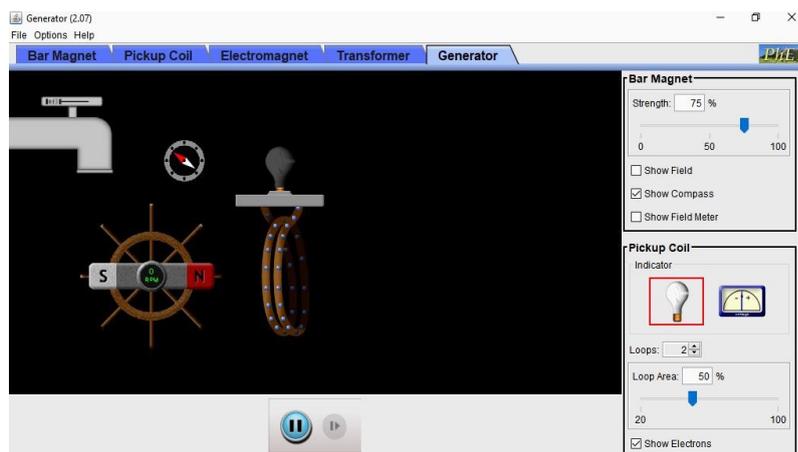
Fonte: Do Autor (2018)

É importante o professor demonstrar na simulação que quão mais rápido é o movimento relativo entre a bobina e o ímã, maior será a corrente elétrica induzida (Lei de Faraday), evidenciada no brilho da lâmpada, que será mais intenso.

Como exemplo importante da Lei de Faraday se configura as usinas e os transformadores. A partir disso, o professor apresenta o vídeo “Como funcionam as usinas hidrelétricas”, que está disponível no youtube, no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=1QDosHWmRcM>. Após a exibição do vídeo, utiliza-se o simulador PHET “Gerador”, que pode ser encontrado no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator. Nesse simulador pode-se mostrar de forma bastante didática como se dá a produção de energia elétrica a partir da energia de queda da massa de água represada numa usina hidrelétrica.

Inicialmente configuremos o simulador, como na figura 22.

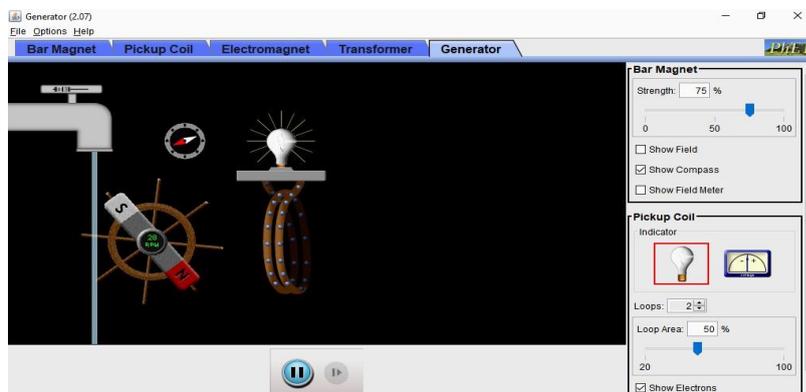
Fig. 22. Simulação Phet para simular a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas



Fonte: Do Autor (2018)

A seguir, a torneira é aberta de forma que caia uma quantidade pequena de água, conforme a figura 23.

Fig. 23. Simulação Phet para simular a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas



Fonte: Do Autor (2018)

Ao visualizar o que acontece, o discente pode questionar o motivo pelo qual os elétrons na bobina, representado pelas bolinhas azuis, mudam continuamente de sentido, ao girar do ímã. O professor então discute a questão da corrente alternada, que é o tipo de corrente que chega a nossas residências, onde os elétrons variam de sentido continuamente e se dá pela mudança também contínua dos polos do ímã que se aproximam e se afastam da bobina.

Após a discussão, o professor pergunta o que aconteceria quando se aumenta a quantidade de água que cai da torneira. A figura 24 ilustra o que ocorre.

Fig. 24. Simulação Phet ilustrando a relação entre a frequência de giro do ímã e a intensidade do brilho da lâmpada



Fonte: Do Autor (2018)

A seguir, pede-se aos alunos que relacionem a quantidade de massa de água que cai com a rotação do ímã, com a maior corrente elétrica induzida na espira e com o maior brilho da lâmpada. O professor aproveita e também discute o funcionamento de transformadores de poste, que funciona segundo a Lei de Faraday.

No fim da aula, após a discussão dos tópicos de eletromagnetismo, o professor solicita para que a turma forme 4 grupos. Assim que se formam os grupos, o professor entrega 4 textos, que constitui a base para cada grupo elaborar um jogo didático para aprendizagem de Eletricidade.

Os textos utilizados foram do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), da USP, e estão disponíveis no endereço eletrônico <http://if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>. Os textos utilizados foram os textos 1, 2, 3 e 4.

4.6. Sexto Encontro: Apresentação dos jogos elaborados pelos grupos.

Objetivos: Explicação das regras e especificidades de cada um dos jogos elaborados.

Recursos metodológicos: Jogos elaborados pelos alunos

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: No 6º encontro da sequência didática são realizadas as apresentações dos jogos elaborados pelos grupos. A turma organiza a sala, e, em ordem crescente de numeração, foi chamado cada grupo para a apresentação de seus respectivos jogos.

É importante salientar que algumas perguntas dos jogos podem precisar ser ajustadas, algumas por estarem mal elaboradas ou por estarem conceitualmente erradas.

4.7. Sétimo Encontro: Aplicação dos jogos.

Objetivos: Participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem através da ludicidade.

Recursos metodológicos: Jogos elaborados pelos alunos.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: No sétimo encontro ocorre a prática lúdica, que é o cume da sequência didática, onde os alunos irão aplicar os conhecimentos adquiridos na aplicação dos jogos criados por eles.

É válido ressaltar o papel do professor durante toda a aplicação da prática lúdica que é o de mediador e orientador da atividade, fazendo observações quando necessário, também de corrigir algumas questões ou respostas elaboradas erroneamente pelos alunos, além de ter a oportunidade de contextualizar em outras situações certos conceitos e ideias apresentadas nos jogos.

4.8. Oitavo Encontro: Avaliação da Sequência Didática.

Objetivos: Mensuração da eficácia da sequência didática

Recursos metodológicos: Questionário de sondagem inicial, questionário de opinião da sequência didática e questionário avaliativo final.

Tempo estimado: 2 horas-aula com 45 min cada.

Desenvolvimento: Após a realização dos jogos elaborados pelos alunos, o oitavo encontro se realiza em duas etapas, onde a turma responde a três questionários que servirão para avaliar os conhecimentos adquiridos durante a aplicação da metodologia apresentada. Os três questionários são, respectivamente, o questionário de sondagem inicial entregue no primeiro encontro, o questionário de opinião da sequência didática e o questionário avaliativo final, que pode fazer parte da avaliação bimestral do ano letivo em vigência.

Na primeira etapa, o professor entrega o questionário de sondagem inicial e o questionário de opinião da sequência para os alunos reponderem num tempo limite de 45 minutos. Na segunda etapa o professor entrega o questionário avaliativo final, com 10 questões objetivas que englobam todo o conteúdo envolvido na sequência didática aplicada.

Referências Bibliográficas

ANTUNES, Celso. Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

BATISTA, M. C., FUSINATO, P. A. Ensino de astronomia: uma proposta para formação de professores de ciências dos anos iniciais. 1ª Edição. Maringá, Ed. Massoni, 2016.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: IV Seminário Nacional ABC na educação Científica. São Paulo, 2008. p. 212-217. Disponível em:

http://www.cienciamao.usp.br/dados/smm/_estacaocienciaformacaodeeducador_espaoensinodecienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf.

Acesso em: 06 de maio de 2019.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Apêndice B – Questionário Avaliativo Final

1. (UFTM-2012) Em uma festa infantil, o mágico resolve fazer uma demonstração que desperta a curiosidade das crianças ali presentes. Enche uma bexiga com ar, fecha-a, e, a seguir, após esfregá-la vigorosamente nos cabelos de uma das crianças, encosta o balão em uma parede lisa e perfeitamente vertical. Ao retirar a mão, a bexiga permanece fixada à parede. Qual foi a “mágica”?

- a) O ar da bexiga interage com a parede, permitindo o repouso da bexiga.
- b) Ao ser atritada, a bexiga fica eletrizada e induz a distribuição das cargas da parede, o que permite a atração.
- c) O atrito estático existente entre a bexiga e a parede é suficiente para segurá-la, em repouso, na parede.
- d) A bexiga fica eletrizada, gerando uma corrente elétrica que a segura à parede.
- e) Por ser bom condutor de eletricidade, o ar no interior da bexiga absorve energia elétrica da parede, permitindo a atração.

2. (UEL-PR) Corpos eletrizados ocorrem naturalmente em nosso cotidiano. Um exemplo disso é o fato de algumas vezes levarmos pequenos choques elétricos ao encostarmos em automóveis. Tais choques são devidos ao fato de estarem os automóveis eletricamente carregados. Sobre a natureza dos corpos (eletrizados ou neutros), considere as afirmativas a seguir:

- I. Se um corpo está eletrizado, então o número de cargas elétricas negativas e positivas não é o mesmo.
- II. Se um corpo tem cargas elétricas, então está eletrizado.
- III. Um corpo neutro é aquele que não tem cargas elétricas.

IV. Ao serem atritados, dois corpos neutros, de materiais diferentes, tornam-se eletrizados com cargas opostas, devido ao princípio de conservação das cargas elétricas.

V. Na eletrização por indução, é possível obter-se corpos eletrizados com quantidades diferentes de cargas.

Sobre as afirmativas acima, assinale a alternativa correta.

- a) Apenas as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmativas I, IV e V são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- d) Apenas as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.
- e) Apenas as afirmativas II, III e V são verdadeiras.

3. (PUCPR-2001) Vários processos físicos envolvem transformações entre formas diferentes de energia. Associe a coluna superior com a coluna inferior, e assinale a alternativa que indica corretamente as associações entre as colunas:

Dispositivo mecânico ou gerador:

- 1. Pilha de rádio
- 2. Gerador de usina hidrelétrica
- 3. Chuveiro elétrico
- 4. Alto-falante
- 5. Máquina a vapor

Transformação de tipo de energia:

- a. Elétrica em Mecânica e Sonora
- b. Elétrica em Térmica
- c. Térmica em Mecânica

d. Química em Elétrica

e. Mecânica em Elétrica

a) 1-d, 2-e, 3-b, 4-a, 5-c

b) 1-d, 2-a, 3-b, 4-e, 5-c

c) 1-b, 2-e, 3-d, 4-a, 5-c

d) 1-d, 2-b, 3-c, 4-a, 5-e

e) 1-b, 2-a, 3-d, 4-e, 5-c

4. (ENEM PPL-2014) Os manuais dos fornos micro-ondas desaconselham, sob pena de perda da garantia, que eles sejam ligados em paralelo juntamente a outros aparelhos eletrodomésticos por meio de tomadas múltiplas, popularmente conhecidas como “benjamins” ou “tês”, devido ao alto risco de incêndio e derretimento dessas tomadas, bem como daquelas dos próprios aparelhos. Os riscos citados são decorrentes:

a) da resistividade da conexão, que diminui devido à variação de temperatura do circuito.

b) corrente elétrica superior ao máximo que a tomada múltipla pode suportar.

c) resistência elétrica elevada na conexão simultânea de aparelhos eletrodomésticos.

d) tensão insuficiente para manter todos os aparelhos eletrodomésticos em funcionamento.

e) intensidade do campo elétrico elevada, que causa o rompimento da rigidez dielétrica da tomada múltipla.

5. (UFMS-2001) Considere as afirmações a seguir a respeito de ímãs.

I. Convencionou-se que o polo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta para o norte geográfico da Terra.

II. Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e polos magnéticos de nomes contrários se atraem.

III. Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um polo magnético.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas I e II.
- c) apenas II.
- d) apenas II e III.
- e) apenas III.

6. (Colégio Naval-2015) Com relação aos conceitos de eletricidade e magnetismo, coloque V (verdadeiro) ou F (falso) nas afirmativas abaixo e, em seguida, assinale a opção que apresenta a sequência correta.

() Na eletrização por atrito, o corpo que perde elétrons passa a ter mais prótons do que possuía anteriormente e, nesse caso, fica eletrizado com carga positiva.

() Condutores são corpos que facilitam a passagem da corrente elétrica, pois possuem uma grande quantidade de elétrons livres.

() Um ímã em forma de barra, ao ser cortado ao meio, dá origem a dois novos ímãs, cada um com apenas um polo (norte ou sul).

() A bússola magnética, cuja extremidade encarnada é o seu polo norte, aponta para uma direção definida da Terra, próxima ao Polo Norte Geográfico.

() Geradores são dispositivos que transformam outras formas de energia em energia elétrica.

() O chuveiro elétrico pode ser considerado um resistor, pois transforma energia elétrica em energia exclusivamente térmica.

- a) F - V - F - V - V - V

- b) F - F - V - V - F - V
- c) V - F - F - V - V - F
- d) V - V - V - F - F - F
- e) F - V - V - F - F - V

7. Quando uma corrente elétrica é estabelecida em um condutor metálico, quais portadores de carga elétrica entram em movimento ordenado?

- a) íons livres
- b) prótons livres
- c) nêutrons livres
- d) elétrons livres
- e) núcleos livres

8. (ENEM-2010) Duas irmãs que dividem o mesmo quarto de estudos combinaram de comprar duas caixas com tampas para guardarem seus pertences dentro de suas caixas, evitando, assim, a bagunça sobre a mesa de estudos. Uma delas comprou uma metálica, e a outra, uma caixa de madeira de área e espessura lateral diferentes, para facilitar a identificação. Um dia as meninas foram estudar para a prova de Física e, ao se acomodarem na mesa de estudos, guardaram seus celulares ligados dentro de suas caixas. Ao longo desse dia, uma delas recebeu ligações telefônicas, enquanto os amigos da outra tentavam ligar e recebiam a mensagem de que o celular estava fora da área de cobertura ou desligado. Para explicar essa situação, um físico deveria afirmar que o material da caixa, cujo telefone celular não recebeu as ligações é de:

- a) madeira, e o telefone não funcionava porque a madeira não é um bom condutor de eletricidade.
- b) metal, e o telefone não funcionava devido à blindagem eletrostática que o metal proporcionava.

c) metal, e o telefone não funcionava porque o metal refletia todo tipo de radiação que nele incidia.

(d) metal, e o telefone não funcionava porque a área lateral da caixa de metal era maior.

e) madeira, e o telefone não funcionava porque a espessura desta caixa era maior que a espessura da caixa de metal.

9. Qual o tipo de corrente elétrica que é utilizada em nossas residências?

a) corrente contínua, onde os elétrons possuem sempre mesma direção e sentido de deslocamento.

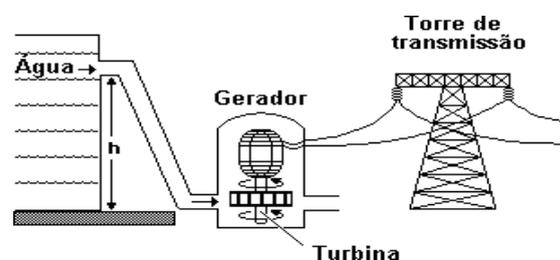
b) corrente contínua, onde os elétrons possuem direção e sentido de deslocamento variando com o tempo.

c) corrente alternada, onde os elétrons possuem direção e sentido de deslocamento variando com o tempo.

d) corrente alternada, onde os elétrons possuem sentido de deslocamento variando com o tempo.

e) corrente mista, onde os elétrons ora ficam com mesmo sentido, ora mudam seu sentido de deslocamento.

10. (ENEM-1998) Na figura a seguir está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.



Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:

a) hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.

- b) hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água para a movimentação da turbina.
- c) termoelétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.
- d) eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.
- e) nuclear, porque a energia é obtida do núcleo das moléculas de água.