

**APÊNDICE B**  
**Produto Educacional**



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O CONTEÚDO DE INDUÇÃO  
ELETROMAGNÉTICA**

Antônio Reginaldo Agassi  
Ivan Marcelo Laczowski  
Roseli Constantino Schwerz

## APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Atualmente, com as amplas responsabilidades de um professor em sala (a inclusão de alunos especiais, entre outras), as dificuldades encontradas são enormes, seja pela ampla concorrência com os fatores externos que, muitas vezes se tornam mais atrativos do que as disciplinas trabalhadas em sala de aula, ou a falta de uma estratégia didática mais atrativa.

Oliveira aponta que:

Cabe aos professores, que para além da reprodução estão comprometidos com a produção de conhecimentos em sala de aula, a ação de organizar, programar e determinar as tarefas a serem utilizadas em seu ensino, sendo, inclusive, essa liberdade de ação garantida por lei. (BRASIL, 1996).

Portanto, faz-se necessário que os professores se organizem de maneira a propor estratégias de ensino que proporcionem uma aprendizagem mais significativa. Uma das estratégias que vem sendo estudada com frequência pelos pesquisadores é a elaboração de sequências didáticas.

As sequências de atividades de ensino para a aprendizagem, ou sequência didática, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, pois, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetos educativos. (ZABALA, 1998, p. 20).

Logo Zabala (1998), defende que uma boa sequência didática obrigatoriamente tem que conter diferentes estratégias didáticas para que a mesma tenha um bom aceitação pelos educandos. Outro ponto essencial que ele defende é que o professor deve intervir quando o mesmo achar necessário, orientando o trabalho conforme o objeto educativo utilizado.

Da mesma forma, Dolz afirma que a sequência didática “é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito” (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004, p. 97).

Assim sendo, quando se constrói uma sequência didática faz-se necessário amarrar as atividades de maneira que as diferentes atividades utilizadas possam desenvolver nos educandos uma evolução sistematizada de seu conhecimento.

Segundo as Diretrizes Curriculares de Educação em Física (PARANÁ, 2008), é importante que o processo pedagógico na disciplina de Física parta do conhecimento prévio dos estudantes, no qual se incluem as concepções alternativas ou concepções espontâneas.

Sendo assim, para que haja um bom desenvolvimento em uma metodologia de ensino, o professor deve conhecer o que o aluno sabe e o que ele, educador, podem aprender.

Os pressupostos teóricos de Zabala (1998) defende que uma sequência didática deve:

- Determinar os conhecimentos prévios dos alunos em relação a situação de aprendizagem;
- Provocar conflitos que estabeleçam relações entre os conhecimentos intuitivo e os novos conteúdos a serem trabalhados;
- Promover uma atitude favorável do aluno, para que fiquem motivados para o estudo dos conteúdos propostos.

**Quadro 1** – Ficha técnica da sequência didática

<b>FICHA TÉCNICA:</b> INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA		
<b>TIPO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA:</b> COM METODOLOGIA DE PESQUISA VOLTADA PARA A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS.		
<b>JUSTIFICATIVA:</b> NECESSIDADE DE MATERIAL DE APOIO, LEVANTADO EM UMA PESQUISA COM OS EDUCADORES DA DISCIPLINA DE FÍSICA.		
<b>PÚBLICO ALVO:</b>	Alunos do 3º ano do Ensino Médio Público Estadual.	<b>DURAÇÃO:</b> 10 aulas de 50 minutos.
<b>CONTEÚDOS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O conceito histórico da experiência de Oersted e sua importância para o eletromagnetismo;</li> <li>• A regra da mão direita;</li> <li>• Lei de Faraday-Neumann;</li> <li>• Lei de Lenz;</li> <li>• Motores elétricos;</li> </ul>	
<b>OBJETIVOS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propor estratégias experimentais de ensino visando contribuir com o ensino de Física de modo significativo;</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propor um material didático-pedagógico que explore os conteúdos de indução eletromagnética de forma interativa, que estimule os alunos a conhecer os fascínios do eletromagnetismo, utilizando materiais de baixo custo e materiais recicláveis;</li> <li>• Proporcionar ao educando uma maneira mais acessível para o desenvolvimento de seus conhecimentos;</li> <li>• Fazer com que os alunos tornem as atividades práticas uma constante no seu cotidiano escolar.</li> </ul>
<b>RECURSOS DIDÁTICOS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os respectivos experimentos; (Experimento de Oersted, Indutor de Rádio e o Motor Didático)</li> <li>• Projetor multimídia;</li> <li>• Computadores;</li> <li>• Recortes de vídeos;</li> <li>• Simuladores;</li> <li>• Textos;</li> <li>• Materiais recicláveis.</li> </ul>
<b>PRODUTO FINAL (AVALIAÇÃO)</b>	Produzir um mapa conceitual que apresente os conceitos trabalhados na Sequência Didática.

Fonte: Autoria Própria (2017).

## Quadro 2 – Estrutura da sequência didática

<b>ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b>	
A estrutura foi elaborada para trabalhar com duas aulas geminadas de 50 minutos, por encontro.	
<b>1º ENCONTRO</b>	<p>Aplicar um questionário para levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre eletromagnetismo.</p> <p>Discutir as questões propostas para os alunos.</p> <p>Pedir para formarem grupos de 4 a 5 alunos, passar o vídeo 1, (Voyage en Electricite), contendo as relações entre CC e CA.</p>

<b>2º ENCONTRO</b>	<p>Apresentar o experimento 1, (Experimento de Oersted) aos grupos, deixar que os alunos manuseiem o experimento. Aplicar um novo questionário, agora para ser respondido em grupo, que os levem a refletir sobre o acontecido no experimento, ou seja, a deflexão da agulha da bússola. Pedir para que um representante de cada grupo passe para o grande grupo as conclusões de seu grupo.</p> <p>Apresentar o vídeo 2, (Concepts de Science), que apresentam conceitos da Lei de Faraday e Lei de Lenz.</p>
<b>3º ENCONTRO</b>	<p>Apresentar o experimento 2 (Indutor de rádio), direcionar alguns manuseios que os alunos devem fazer com o experimento, e propor algumas questões conforme os movimentos realizados com o material.</p> <p>As questões aplicadas têm o intuito de levar os alunos a discutirem sobre as observações feitas no experimento apresentado, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A relação entre o ruído sonoro e a distância entre as bobinas;</li> <li>A relação entre o ruído sonoro e o ângulo entre as bobinas;</li> <li>A espessura dos fios de cobre;</li> <li>A quantidade de enrolamento em cada bobina;</li> </ul> <p>Definir a equação da Lei de Faraday-Neumann e Lei de Lenz.</p> <p>Propor alguns problemas que envolvam as leis citadas em suas resoluções.</p>
<b>4º ENCONTRO</b>	<p>Distribuir o material necessário para confeccionar o experimento 3 (Motor didático).</p> <p>Propor que os alunos em grupos produzam o experimento.</p> <p>Obs: durante a construção do experimento o professor deve discutir com os alunos os erros e acertos no desenvolvimento da experiência. Também serão aplicadas algumas questões dissertativas.</p>

	Levar os alunos ao laboratório de informática para que eles possam manusear o simulador (Laboratório de Física de Faraday), disponível no Site, Phet Colorado, onde os alunos poderão simular os conceitos físicos discutidos na sequência didática.
<b>5º ENCONTRO</b>	O quinto encontro ficará reservado para a avaliação final onde serão aplicadas algumas questões objetivas, para depois dar uma breve aula de como se montar mapas conceituais. Em seguida, solicitar que os alunos montem um mapa conceitual contemplando os conceitos físicos trabalhados na sequência.
<b>AVALIAÇÃO</b>	O primeiro questionário apresenta questões abertas sobre os temas que serão trabalhados na sequência didática, com o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos alunos, porém, durante toda sequência os educandos estarão sendo avaliados por meio das atividades desenvolvidas, questionamentos e argumentações.  Os dados do processo serão levantados segundo a evolução dos conhecimentos apresentados durante o processo e através da comparação do primeiro questionaria e o mapa conceitual final.

Fonte: Aatoria Própria (2017).

## PRIMEIRO ENCONTRO

### Objetivos:

- Levantar o conhecimento prévio dos educandos, para direcionar o trabalho de maneira que os mesmos possam acompanhar.
- Fazer com que os alunos diferenciem tensão de corrente contínua (CC), de tensão de corrente alternada (CA).

No primeiro encontro será aplicado um questionário individual, além de serem levantadas algumas argumentações pelo professor durante o encontro.

**Questões introdutórias**

1. No nosso cotidiano estamos convencidos a ligar e deligar lâmpadas e aparelhos eletrônicos, sem nos preocuparmos com o que está implícito nestas ações. O que acontece quando ligamos ou desligamos uma lâmpada? Qual a relação entre a luz emitida pela lâmpada e a eletricidade?

---

---

---

---

---

2. Ímãs atraem-se ou se repelem? Por quê?

---

---

---

---

---

3. Os que vemos suspensos pelos postes, nas ruas, possuem alta tensão, ou alta voltagem. Se tocarmos o fio, estamos sujeitos a receber uma descarga elétrica? Por quê?

---

---

---

---

---

4. Em nosso cotidiano estamos cercados de ações que nos passam despercebidas. Quantos de vocês já não estiveram em algum momento preocupados por não encontrarem o carregador de celular, mas em algum momento vocês já pararam para pensar como eles funcionam? Uma das principais funções dos carregadores é transformar corrente alternada (CA) que recebe da rede elétrica em corrente contínua (CC) para carregar a bateria do celular. Vocês saberiam me dizer. O que é corrente contínua? O que é corrente alternada?

---

---

---

---

5. Como se produz a corrente elétrica?

---

---

---

---

6. Atualmente, os avanços na tecnologia têm nos proporcionado muito conforto. Entre eles temos os famosos iPhone. Uma das mais conceituadas empresas de fabricação de aparelhos eletrônicos está preste a lançar o iPhone 8 com carregador sem fio, ou seja, por indução. Como ocorre este processo?

---

---

---

---

7. Um campo magnético pode gerar corrente elétrica? Como isto ocorre? Qual é o nome que se dá a este fenômeno?

---

---

---

---

---

8. Um objeto de ferro quando aproximado de um ímã sofre alguma força? Justifique.

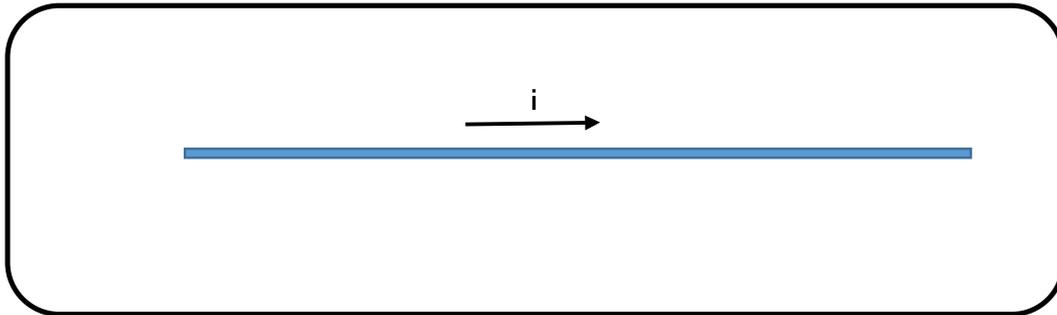
---

---

---

---

9. Represente por meio de um desenho como se organiza as linhas de campo magnético de um fio conduzindo corrente elétrica.



Obs: Após os alunos responderem as questões, propor que os mesmos se juntem em grupos de três ou quatro integrantes e comparem suas respostas abrindo ao grande grupo as conclusões as quais chegaram.

Na sequência propor o recorte de do filme viajando na eletricidade que trata dos conceitos de energia e tensão (corrente contínua e corrente alternada).

**Figura 1** – Recorte do filme viajando a eletricidade, tensão CC, CA, recortes dos 5:30 ao 15:30 e dos 20:30 aos 25:30.



Fonte: <<https://youtu.be/1fdEgkVaNdY> >.

**Responda:**

1. Quais são os tipos de tensão mais utilizadas em nosso cotidiano?

---

---

---

---

---

2. Quais aparelhos eletrônicos você conhece que funcionam com corrente contínua? E com corrente alternada?

---

---

---

---

---

**SEGUNDO ENCONTRO****Objetivos:**

- Conhecer um pouco da história do eletromagnetismo com o experimento de Oersted, percebendo que (Fluxo de corrente elétrica gera campo magnético).
- Saber direcionar o sentido do campo magnético com a regra da mão direita.
- Conhecer a Lei de Faraday e como ocorre a indução eletromagnética.

Neste momento, será apresentado o experimento de Oersted aos grupos. Deixar que os alunos manuseiem o experimento. Direcionar alguns movimentos com o experimento, intercalando algumas questões investigativas que os levem a refletir sobre o acontecido no experimento, ou seja, a deflexão da agulha da bússola.

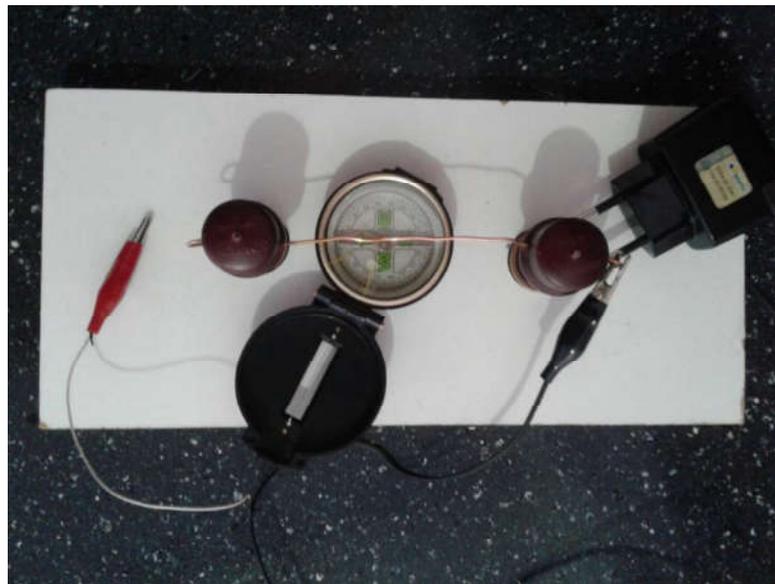
Pedir para que um representante de cada grupo passe para o grande grupo as conclusões a que seu grupo chegou.

Obs: Neste momento o professor deve orientar a discussão argumentando quando necessário, de maneira que possibilite aos alunos uma assimilação do conteúdo trabalhado.

**Quadro 3 – Experimento de Oersted****EXPERIMENTO 1 (EXPERIMENTO DE OERSTED)**

A descoberta de Oersted foi considerada a primeira prova experimental de uma interação entre campo elétrico e campo magnético.

**Figura 2 –** Imagem do experimento de Oersted desconectado



**Fonte:** Autoria própria (2017).

**Materiais utilizados**

- Um pedaço de MDF;
- Dois pedaços de PVC de aproximadamente 12 cm com medidas de meia polegada com duas tampas de mesmo diâmetro;
- Duas garras jacaré;
- Trinta centímetros de fio condutor;
- Uma bússola;
- Um carregador de celular de 5 volts.

**Confecção do experimento**

- 1- Corte a lamina de MDF com um tamanho aproximado de 30 cm por 15 cm.
- 2- Com o auxílio de uma furadeira elétrica faça dois furos de diâmetro meia polegada com uma distância de 15 cm.

- 3- Pegue os dois pedaços de canos de aproximadamente 12cm e encaixe a tampa, faça um furo em cada tampa para passagem do fio de cobre.
- 4- Fixe os canos nos furos do MDF.
- 5- Passe o fio de cobre pelos buracos e lixe as partes do fio nas duas extremidades.
- 6- Remova o conector do carregador de telefone, separe os dois fios do cabo, conecte a garra jacaré preta no cabo preto e a vermelha no cabo branco, para diferenciar o positivo do negativo.

### **Procedimento experimental**

1. Posicione a bússola embaixo do fio de modo que a agulha e o fio fiquem em paralelo. Assim, a agulha da bússola deve estar alinhada ao campo magnético da Terra.
2. Conecte a garra de jacaré preta na extremidade esquerda do fio de cobre e na extremidade da direita faça contatos com a outra garra. Nesta configuração, qual o sentido da corrente elétrica que será gerada?

---

---

---

---

3. Insira o carregador na tomada. O que ocorre com a agulha da bússola quando induz corrente no fio retilíneo e para onde elas são desviadas (sentido horário ou anti-horário)? Desenhe a orientação da agulha antes e depois de ligar o circuito.

---

---

---



4. Retire o carregador da tomada. Agora, conecte a garra de jacaré preta na extremidade direita do fio de cobre e na extremidade da esquerda faça contatos

com a outra garra. Nesta configuração, qual o sentido da corrente elétrica que será gerada?

---

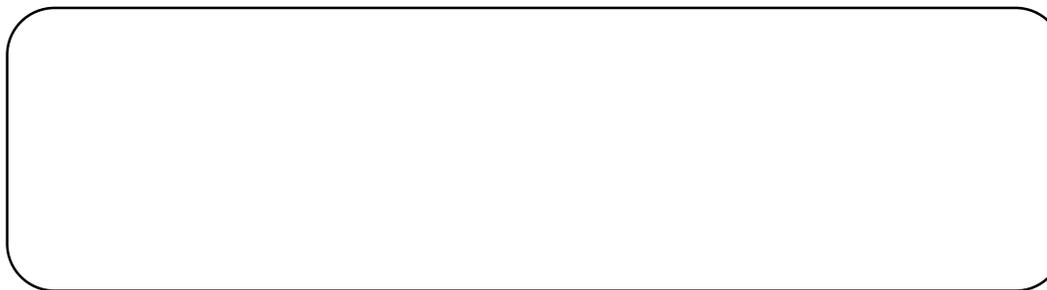
---

---

5. Insira o carregador na tomada. O que ocorre com a agulha da bússola quando induz corrente no fio retilíneo e para onde elas são desviadas (sentido horário ou anti-horário)? Desenhe a orientação da agulha antes e depois de ligar o circuito.

---

---



6. A partir do que foi observado nos itens 2 a 5:

a) Porque a agulha sobre desvio quando o circuito é ligado? Comente.

---

---

---

---

b) Os desvios são os mesmos nos dois casos? Comente.

---

---

---

---

7. Vemos pegar por exemplo, o último caso (item 4 e 5). Você tem a direção do campo magnético da Terra (antes de ligar o circuito) e a direção do campo magnético resultante depois de ligar o circuito. Para onde estaria apontando o campo magnético adicional que causou esta deflexão na agulha?

---

---

---

---

---

8. Retire o aparelho da tomada e posicione a bússola de forma que a agulha da bússola e o fio condutor do experimento fiquem perpendiculares. Ligue o aparelho novamente na tomada. O que acontece com a agulha da bússola? Por quê?

---

---

---

---

Com os grupos formados, apresentar um vídeo que fala sobre os conceitos de Lei de Faraday e Lei de Lenz.

**Figura 3** – Vídeo sobre Indução Eletromagnética



Fonte: <<https://youtu.be/b-PpUjLZMY?t=561>>.

Obs: Após analisarem o experimento, o professor deve discutir com eles os resultados de cada grupo e então concluir com eles os conceitos de Física envolvidos.

O professor, ao término do trabalho com o experimento, com o auxílio dos alunos montará um mapa conceitual no quadro, com o objetivo de amarrar os conteúdos trabalhados na aula.

## TERCEIRO ENCONTRO

### Objetivos:

- Entender os conceitos da Lei de Faraday e Lei de Lenz.
- Conhecer, entender e aplicar a equação de Faraday e Lenz.

Com os grupos formados, propor o experimento 2 (Indutor de rádio). Deixar que os alunos manuseiem o material. Direcionar alguns movimentos com o experimento, intercalando algumas questões investigativas que os levem a refletir e discutir sobre os efeitos causados com os movimentos propostos.

### Quadro 4 – Indutor de rádio

#### EXPERIMENTO 2. (INDUTOR DE RÁDIO)

#### Figura 4 – Imagem do Indutor de Rádio



Fonte: Autoria Própria (2017).

#### Materiais utilizados

- Aproximadamente 200 g de fio 26 AVG e 150 g de fio 24 AVG de cobre que deve ser munido de capa isolante (verniz ou capa isolante de polímero) para fazermos o enrolamento no núcleo de ar;

- Três suportes para enrolamento das bobinas, no caso feito com madeira, mas também pode se utiliza um cano de PVC; (Diâmetro interior 8cm e exterior de 15cm.
- Um pedaço de 100 cm<sup>2</sup> MDF de espessura 5mm e um pedaço de 100cm<sup>2</sup> de MDF de espessura 1 cm para a confecção dos suportes e das bobinas;
- Quatro travas para fixação das bobinas no suporte;
- Alguns conectores para pino banana.
- Uma furadeira com os respectivos acessórios;
- Alguns pedaços de madeira e cola para a montagem do material;
- Um aparelho emissor e uma caixa sonora.

### Confecção do experimento

1- Com o auxílio de uma furadeira e uma serra copo faça os cortes nas laminas de MDF para montagem da bobina de ar, conforme a figura ao lado.

**Figura 5** – Materiais para construção da bobina



Fonte: Aatoria própria(2017)

2- Com o auxílio de cola de madeira, monte as bobinas, de acordo com a figura ao lado.

**Figura 6** – Bobina montada



Fonte: Aatoria própria( 2017)

3- Faça o enrolamento dos fios de cobre, lembrando de deixar um pedaço de aproximadamente 50 cm em cada extremidade.

4- Para o desenvolvimento do trabalho foram enroladas três bobinas, duas de cinquenta voltas com fio AVG 26 e uma de 200 voltas com fio AVG 24.

- 4- Corte dois pedaços de MDF de aproximadamente 30cm por 15cm para suporte das bobinas.
- 5- Faça os furos na madeira para fixar as travas e os conectores;
- 6- Corte seis triângulos retângulos de dimensões 6cm x 8cm x 10cm, e fure-os para conectar nas travas.
- 7- Lixe as pontas dos fios em suas extremidades para retirada da capa isolante.
- 8- Conecte um dos suportes no aparelho emissor e o outro suporte na caixa sonora.

#### Quadro 5 – Funcionamento do alto-falante

Curiosidades	
<p><b>Figura 7 – Esquema do funcionamento do alto-falante</b></p>  <p>Fonte: &lt;<a href="http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_44.asp">http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_44.asp</a>&gt;.</p> <p>O alto falante possui essencialmente um ímã permanente fixo em uma bobina móvel ligada a um cone de papelão.</p>	<p>A corrente elétrica proveniente do aparelho emissor atravessa a bobina que fica imersa no campo magnético radial existente produzido pelo ímã. A bobina fica sujeita a ação de forças magnéticas que a fazem vibrar. A vibração da bobina provoca a vibração do cone de papelão. O ar junto ao cone também vibra, gerando ondas sonoras que reproduzem o som emitido pelo aparelho emissor.</p>

### Procedimento experimental

1. Conecte a bobina de cinquenta voltas no suporte e conecte-o ao aparelho emissor, posicione a bússola em frente a bobina de maneira que a agulha da bússola fique paralela ao enrolamento, conforme a figura ao lado. O que acontece com a agulha da bússola quando ligamos o aparelho emissor? Por que? Desenhe a agulha antes e depois.

**Figura 8** – Bobina e bússola posicionada em paralelo



Fonte: Autoria própria (2017)

---



---

2. Coloque a bússola atrás da bobina, mantendo a agulha paralela ao enrolamento, conforme a figura ao lado. O que acontece com a agulha da bússola quando ligamos o aparelho emissor? Por que? Desenhe a agulha antes e depois.

**Figura 9** – Bobina e bússola posicionada em paralelo



Fonte: Autoria própria (2017)

---

---

---

---

3. Conecte a outra bobina com cinquenta voltas no suporte de madeira e conecte-a a caixa sonora, ligue o aparelho emissor, aproxime as bobinas lentamente, uma de frente para outra (formando entre elas um ângulo de  $0^\circ$ , conforme a figura ao lado). Aproxime e afaste elas várias vezes. O que observa quanto aos ruídos emitidos pela caixa sonora e a aproximação e afastamento das bobinas?

**Figura 10** – Bobinas posicionadas com um ângulo de  $0^\circ$



Fonte: Autoria própria (2017)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Com as bobinas agora encostadas, movimente uma delas aumentando o ângulo entre elas lentamente, até que uma fique de lado para a outra (formando entre si um ângulo de  $90^\circ$ , conforme a figura ao lado). Gire esta bobina entre zero e  $90^\circ$ . O que observa quanto aos ruídos emitidos pela caixa sonora e a orientação das bobinas?

**Figura 11** – Bobinas posicionadas com um ângulo de  $90^\circ$



Fonte: Autoria própria (2017)

---



---



---



---

5. O que pode concluir a partir das observações nos itens 3 e 4?

---



---



---



---

6. Posicione as bobinas de forma que o ângulo entre elas seja de  $180^\circ$ , conforme a figura ao lado. Em relação aos ruídos emitidos o que mudou em relação ao posicionamento de  $0^\circ$ ?

**Figura 12** – Bobinas posicionadas com um ângulo de  $0^\circ$



Fonte: Autoria própria (2017)

---

---

---

---

7. Retire a bobina do suporte conectado ao aparelho emissor e substitua-o pela bobina de duzentas voltas, com fio de maior espessura, repita o processo do item 3. Ocorreu alguma mudança no ruído emitido pela caixa sonora neste processo? Por quê?

---

---

---

---

8. Inverta as bobinas utilizando agora a bobina de maior número de voltas na caixa sonora, e repita novamente o processo do item 3. O que pode ser observado em relação ao item seis? Por que?

---

---

---

---

9. Represente por meio de desenho como fica as linhas de campo magnético quando posicionamos as bobinas de acordo com o item dois, formando entre elas um ângulo de  $0^\circ$ .

Após discutirem e responderem os questionamentos, será trabalhado um breve conceito teórico e definida as leis de Faraday e Lenz.

## O que é fluxo magnético

Para medir o campo magnético sobre uma superfície temos que definir o fluxo magnético ou fluxo de indução magnética, representado pelo símbolo  $\Phi$ . O fluxo magnético depende de três grandezas:

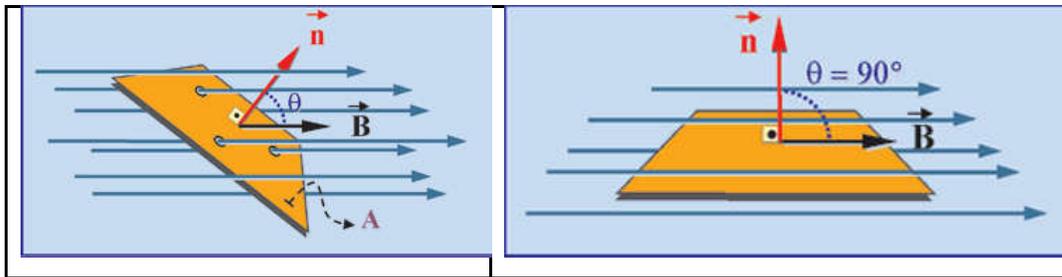
Da intensidade do campo, representado pela letra **B**.

Do tamanho da área atingida pelo campo, representada pela letra **A**.

Do ângulo entre a normal da área e o vetor campo magnético representado por  $\theta$ .

As figuras abaixo demonstram a relação entre superfícies e o ângulo entre a normal e o vetor campo.

**Figura 13** – Demonstração da relação da intensidade de fluxo de campo magnético e o ângulo entre o vetor **B** e a normal.



Fonte: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAgMdUAG/lei-faraday>>.

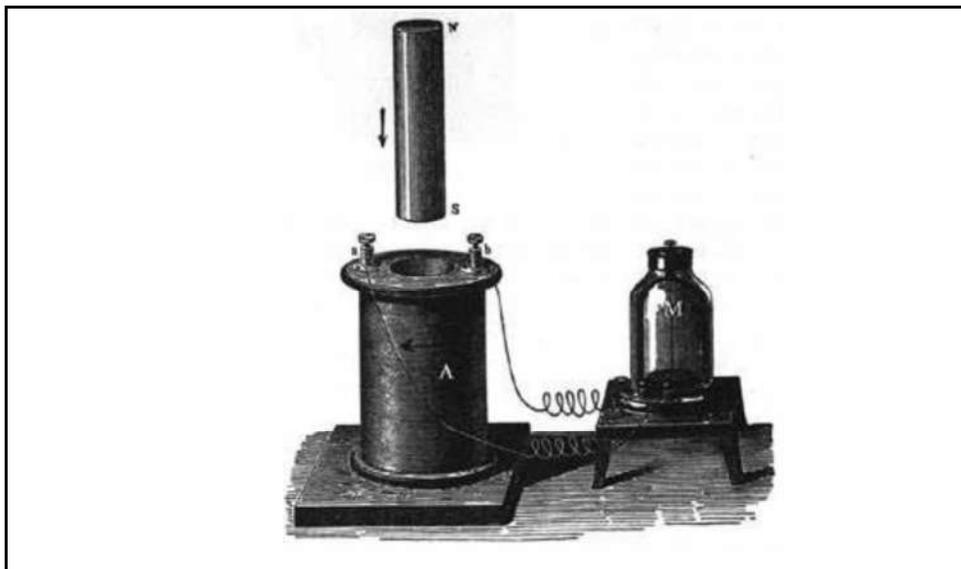
O fluxo magnético pode ser definido como a medida do campo magnético total que atravessa uma área específica. Pela figura, fica claro que quanto menor o ângulo entre o vetor **B** e a normal, maior será o fluxo magnético. A intensidade deste campo pode ser definida pela equação:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta.$$

## A descoberta de Faraday

O físico químico inglês Michael Faraday contribuiu no desenvolvimento do eletromagnetismo com a verificação que a variação do fluxo magnético gerava uma corrente induzida.

**Figura 14** – Ilustração do aparato experimental de Michael Faraday



**Fonte:** Feira de ciências (2017).

Faraday observou que variando o campo magnético que permeia um circuito fechado ou movimentando o próprio circuito em um campo magnético, surge corrente elétrica induzida nesse circuito, cuja intensidade é proporcional a variação temporal do fluxo magnético que atravessa a área ocupada pelo circuito.

Para determinar a intensidade da diferença de potencial induzida temos a seguinte equação:

$$\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt}$$

Para determinar esta equação é feita uma relação entre as duas equações representadas abaixo.

Obs: Neste momento o professor deve fazer a demonstração desta relação no quadro.

**Quadro 6** – Significados das equações no (SI)

$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta.$	$\Phi \Rightarrow$ Fluxo magnético, unidade de medida é Weber (Wb); $B \Rightarrow$ Campo magnético, unidade de medida é Tesla (T); $A \Rightarrow$ Área, unidade de medida é metros quadrados (m <sup>2</sup> ).
---------------------------------------	---

$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$	$\mathcal{E} \Rightarrow$ Força Eletromotriz Induzida, unidade de medida é Volts (V); $= \frac{d\Phi}{dt}$ Derivada temporal do fluxo magnético.
----------------------------------	---

Fonte: Autoria própria (2017)

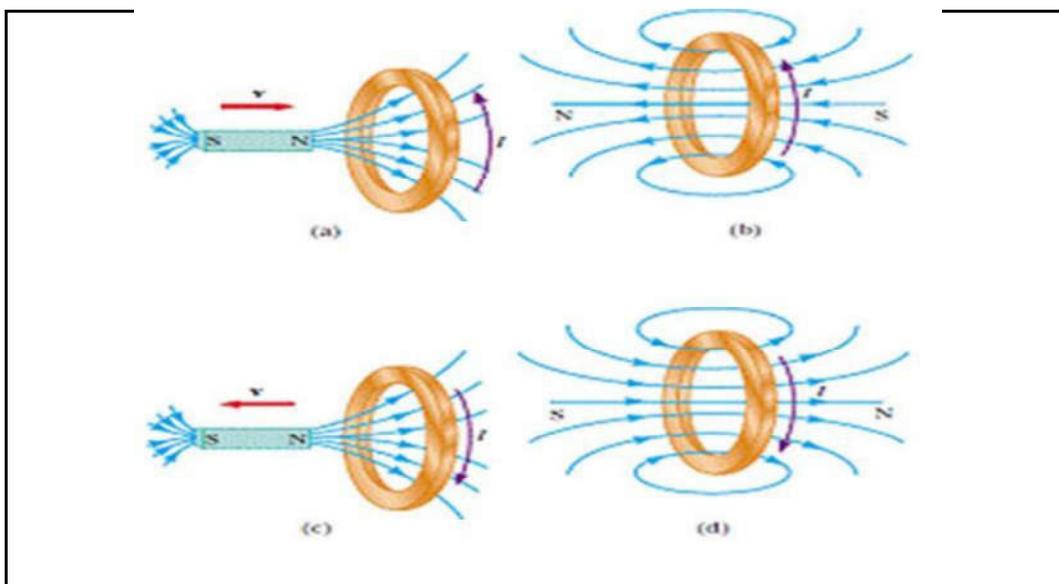
### A contribuição de Lenz

O físico alemão Heinrich Lenz também contribuiu para a compreensão do fenômeno de indução. Lenz foi quem observou que quando se reduz a intensidade do campo magnético original que atua em um circuito, surgirá um campo magnético gerado pela corrente induzida na mesma direção e sentido do campo magnético original, a fim de se opor à diminuição. Mas, se a intensidade do campo magnético original aumentar, o campo gerado pela corrente induzida terá sentido oposto ao do campo original, para se opor ao aumento.

#### Lei de Lenz

A corrente induzida em uma espira tem um sentido tal que o campo magnético produzido pela corrente se opõe ao campo magnético que induz a corrente.

**Figura 15** – Representação da aproximação e afastamento do campo magnético norte do ímã de uma espira, apresentando o campo opositor gerado pela corrente induzida



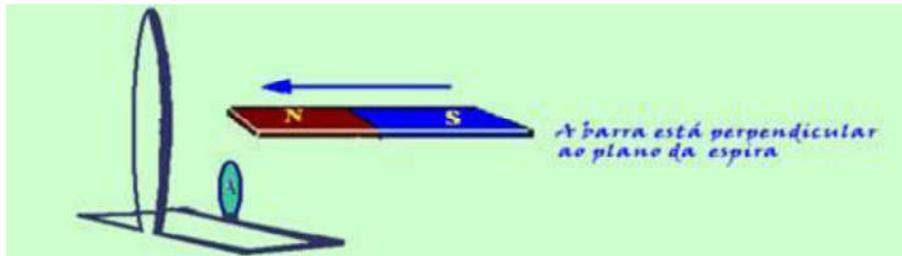
Fonte: Simões (2017).

Com relação a equação de Faraday  $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$ , a Lei de Lenz agrega um sinal para denotar a natureza da oposição. Assim a equação ficou escrita:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

**Responda:**

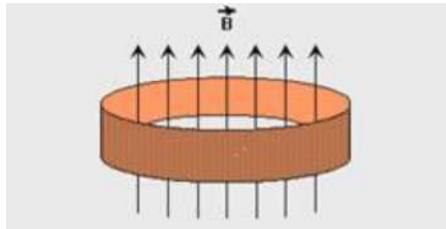
1.(UnB-DF) O ímã da figura está estabelecendo um fluxo  $\Phi_1=0,3 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$ . Aproximando rapidamente o ímã da espira, o fluxo passa a valer  $\Phi_2=2,3 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$ . Supondo que essa variação ocorreu em um intervalo de tempo  $\Delta t=0,5 \text{s}$  e que a resistência da espira vale  $1,0 \Omega$ , determine a corrente induzida na espira. Dê sua resposta em miliampère.



**Fonte:** Física e vestibular.

2- UFPE-PE) O fluxo magnético através do anel da figura é  $37 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$ . Quando a corrente que produz este fluxo é interrompida, o fluxo cai a zero no intervalo

de tempo de 1,0 ms. Determine a intensidade da força eletromotriz média induzida no anel, em volts.



**Fonte:** Física e vestibular.

Obs: No final da aula o professor com o auxílio dos alunos montará um mapa conceitual no quadro com o objetivo de amarrar os conteúdos trabalhados na aula.

## QUARTO ENCONTRO

### Objetivos:

- Entender o funcionamento de um motor elétrico.
- Reforçar os conhecimentos desenvolvidos sobre corrente contínua e corrente alternada.
- Desenvolver e visualizar os conceitos da Lei de Faraday e Lei de Lenz.

Com os grupos formados, distribuir os materiais necessários para confeccionar o experimento.

**Quadro 7 – Motor didático****EXPERIMENTO 3 (MOTOR DIDÁTICO)****Figura 16** – Imagem do motor didático em funcionamento

**Fonte:** Autoria Própria (2017).

Na Fig. 17, temos um motor didático que funciona a partir da interação dos campos elétrico, magnético e gravitacional.

**Materiais necessários:**

- Uma pilha de 1,5 volts;
- Dois alfinetes;
- Um pedaço de fio de cobre de aproximadamente um metro, munido de capa isolante;
- Um ímã de neodímio;
- Um pedaço de bexiga para prender os alfinetes.

**Confeção do experimento**

Obs: O experimento motor didático será confeccionado pelos alunos.

2- Distribuir para os alunos o material necessário para confeção do experimento.

- 3- Pedir para os alunos pegarem o fio de cobre e enrolar a espira, cerca de dez voltas. Pode ser utilizado como base a própria pilha, deixando em cada extremidade aproximadamente dez centímetros.
- 4- Agora vamos prender a espira dando cerca de três voltas em suas pontas.
- 3- Em uma das pontas faça a raspagem completa da circunferência do fio, removendo totalmente a capa protetora do fio.
- 4- Na outra ponta raspe apenas a metade da circunferência do fio.
- 5- Peguem os alfinetes e prenda-os na pilha com a bexiga.
- 6- Coloque a espira nos alfinetes de acordo com a figura.
- 7- Agora, posicione o ímã de neodímio de forma que seu campo magnético fique perpendicular ao campo magnético da bobina, e está pronto o seu experimento.
- 8- Para que a espira entre em movimento, de um leve toque para dar impulso ao movimento.

1- Qual o motivo de raspamos as pontas do fio? Por que não raspamos as duas completamente?

---

---

---

2- Para que o giro das bobinas seja contínuo quais são as forças envolvidas no processo?

---

---

---

---

3- O giro da bobina pode ocorrer para ambos os lados? Por quê?

---

---

---

---

4- Quando a bobina está em movimento temos uma corrente contínua ou alternada no processo? Por quê?

---

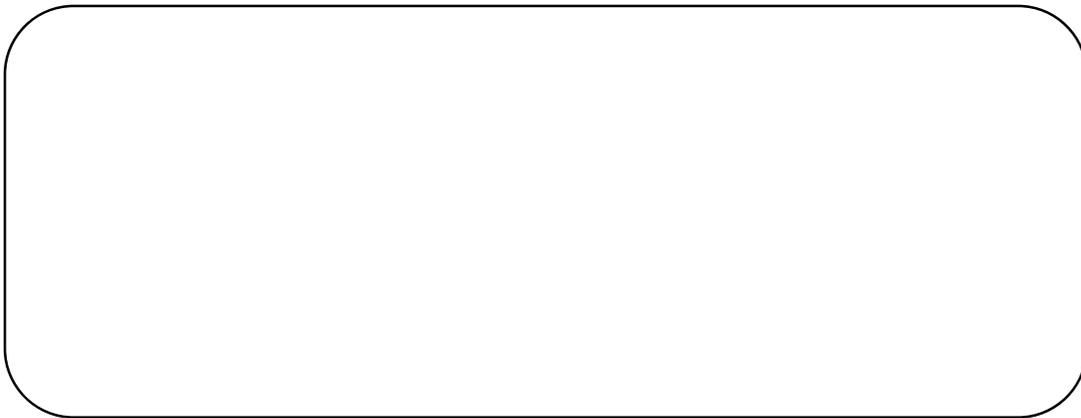
---

---

---

---

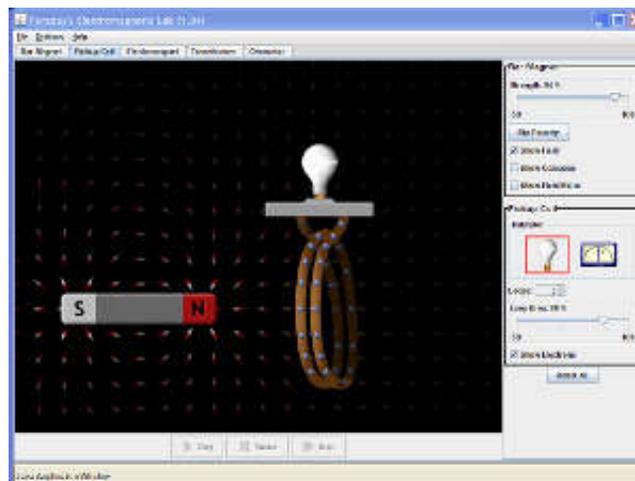
5- Represente, por meio de um desenho, como seria a interação entre o campo magnético da bobina e o campo magnético do ímã.



Posteriormente, levar os alunos ao laboratório de informática para que eles possam manusear o simulador (Laboratório de Física de Faraday), disponível no Site Phet Colorado, onde os alunos poderão simular os conceitos físicos propostos na sequência.

Obs: O professor deve se organizar anteriormente instalando o simulador nos computadores que serão realizados as simulações.

**Figura 17** – Laboratório de Faraday



Fonte:< [https://phet.colorado.edu/sims/faraday/faraday\\_pt\\_BR.jnlp](https://phet.colorado.edu/sims/faraday/faraday_pt_BR.jnlp)>.

1. Pedir para os abrirem o simulador (Laboratório de Faraday) clicar no ícone eletroímã. Com o auxílio de um projetor multimídia, o professor indicará os passos necessários para as observações em relação ao campo magnético da espira.

Obs: Durante este processo, o professor pode levantar alguns questionamentos como:

- O campo magnético da espira é o mesmo em qualquer ponto do espaço?
- O que acontece com as linhas de campo quando invertemos o sentido da corrente na espira?
- O que acontece com o campo magnético quando variamos a tensão da corrente na espira?
- Quando zeramos a tensão da corrente na espira o que acontece com o campo magnético? Por quê?
- Quando aumentamos ou diminuimos o número de voltas da espira o que acontece com os valores do campo magnético no espaço?

2. Após o termino da simulação e discussões pedir para os alunos clicarem no ícone transformador.

Obs: Durante este processo o professor pode levantar alguns questionamentos como:

- Observando a imagem do simulador, notamos que na bobina indutora temos corrente elétrica. Por qual motivo não temos movimentação de elétrons na bobina receptora?
- Se posicionarmos o botão de variação de corrente de modo que a corrente zere e aproximarmos a bússola próximo a bobina indutora e, em seguida, movimentarmos o botão de variação de corrente na fonte. O que acontece com a agulha da bússola? Por quê?
- Se substituirmos a lâmpada pelo medidor de tensão e movimentarmos a bobina indutora. O que acontece com o ponteiro do aparelho medidor? Por quê?
- Se movimentarmos agora a bobina receptora, o processo do ponteiro do medidor se repete? Por quê?
- Se substituirmos a fonte de corrente contínua pela fonte de corrente alternada, o que acontece com as linhas de campo?
- Sobre a ação da corrente alternada, existe a necessidade de movimentarmos a bobina indutora para criarmos movimentação de elétrons na bobina receptora? Por quê?
- Quando variamos o número de voltas da bobina indutora, o que acontece com o ponteiro do medidor na bobina receptora? E com as medidas do campo magnético?

## QUINTO ENCONTRO

### Objetivos:

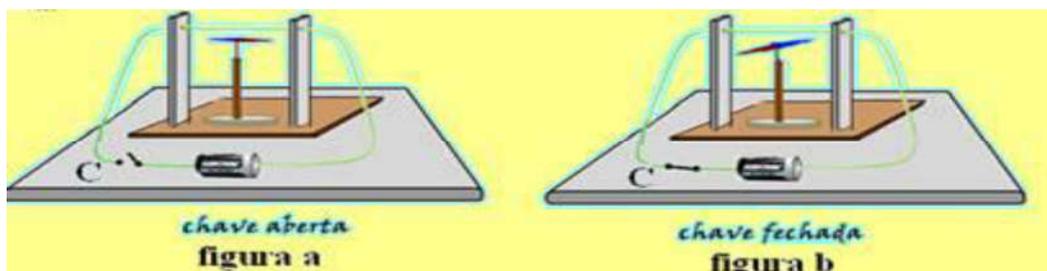
- Levantar os conhecimentos desenvolvidos durante a sequência didática.

Pedir para os alunos se organizarem individualmente, aplicar as questões objetivas e apresentar o texto explicando como produzir um mapa conceitual.

Obs: O professor deve dar uma breve explicação sobre como produzir um mapa conceitual.

## Questionário

1- (PUC-SP) Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passa sobre a agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha alinha-se como mostra a figura a. Fechando-se a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (figura b).

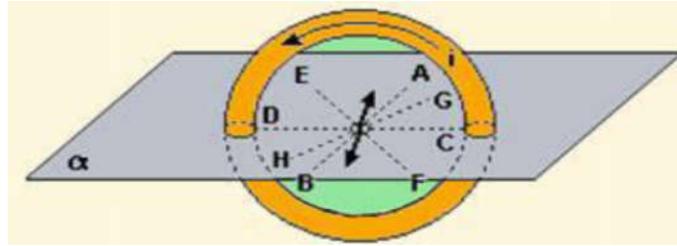


**Fonte:** Física e vestibular.

A partir desse experimento, Oersted concluiu que a corrente elétrica estabelecida no circuito:

- a) gerou um campo elétrico numa direção perpendicular à da corrente.
- b) gerou um campo magnético numa direção perpendicular à da corrente.
- c) gerou um campo elétrico numa direção paralela à da corrente.
- d) gerou um campo magnético numa direção paralela à da corrente.
- e) não interfere na nova posição assumida pela agulha da bússola que foi causada pela energia térmica produzida pela lâmpada.

2- (MACKENZIE-SP) Uma espira circular condutora é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade  $i$  e perfura ortogonalmente uma superfície plana e horizontal, conforme a figura acima. O segmento CD, pertencente ao plano da superfície, é diâmetro dessa espira e o segmento AB, também pertencente a esse plano, é perpendicular a CD, assim como EF é perpendicular a GH e ambos coplanares aos segmentos anteriores.

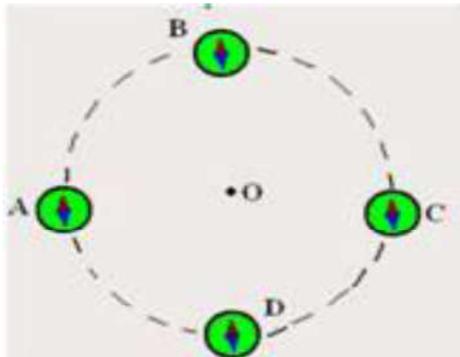


**Fonte:** Física e vestibular.

Se apoiarmos o centro de uma pequena agulha imantada sobre o centro da espira, com liberdade de movimento, ela se alinhará a:

- a) AB                      b) CD                      c) EF                      d) GH

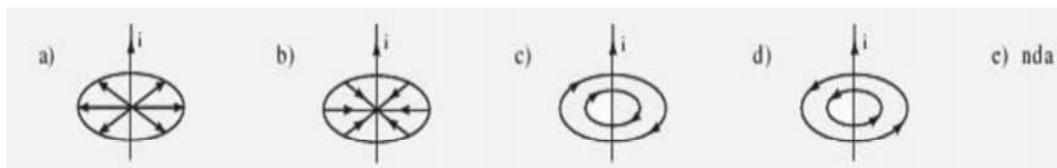
3- A figura representa 4 bússolas apontando, inicialmente, para o polo norte terrestre. Pelo ponto O, perpendicularmente ao plano do papel, coloca-se um fio condutor retilíneo e longo. Ao se fazer passar pelo condutor uma corrente elétrica contínua e intensa no sentido do plano do papel para a vista do leitor, permanece praticamente inalterada somente a posição:



- a) das bússolas A e C  
b) das bússolas B e D  
c) das bússolas A, C e D  
d) da bússola C  
e) da bússola D

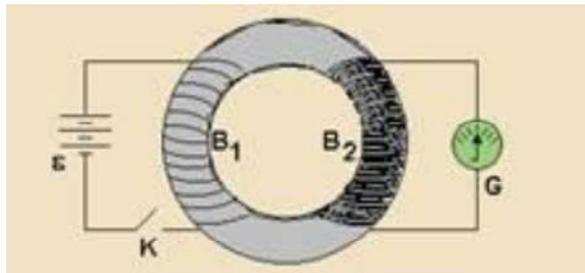
**Fonte:** Física e vestibular.

4- Um condutor reto e longo é percorrido por corrente elétrica invariável  $i$ . As linhas de indução de seu campo magnético seguem o esquema:



**Fonte:** Física e vestibular.

5- A figura representa uma das experiências de Faraday que ilustram a indução eletromagnética, em que  $\mathcal{E}$  é uma bateria de tensão constante, K é uma chave, B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> são duas bobinas enroladas num núcleo de ferro doce e G é um galvanômetro ligado aos terminais de B<sub>2</sub> que, com o ponteiro na posição central, indica corrente elétrica de intensidade nula.

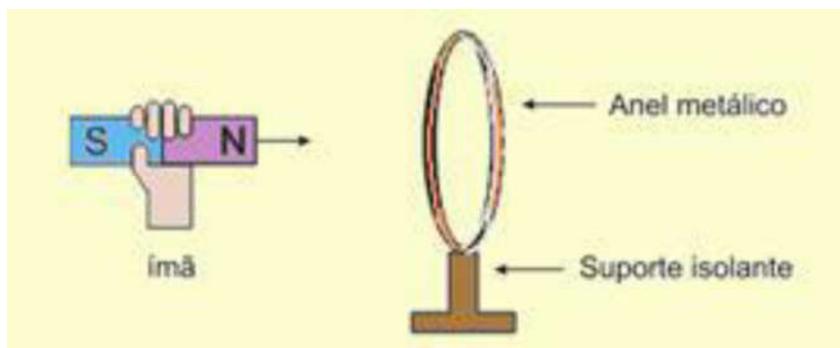


**Fonte:** Física e vestibular.

Quando a chave K é ligada, o ponteiro do galvanômetro se desloca para a direita e:

- assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro se desloca para a esquerda por alguns instantes e volta à posição central.
- logo em seguida volta à posição central e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro se desloca para a esquerda por alguns instantes e volta à posição central.
- logo em seguida volta à posição central e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta a se deslocar para a direita por alguns instantes e volta à posição central.
- para a esquerda com uma oscilação de frequência e amplitude constantes e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta à posição central.
- para a esquerda com uma oscilação cuja frequência e amplitude se reduzem continuamente até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta à posição central.

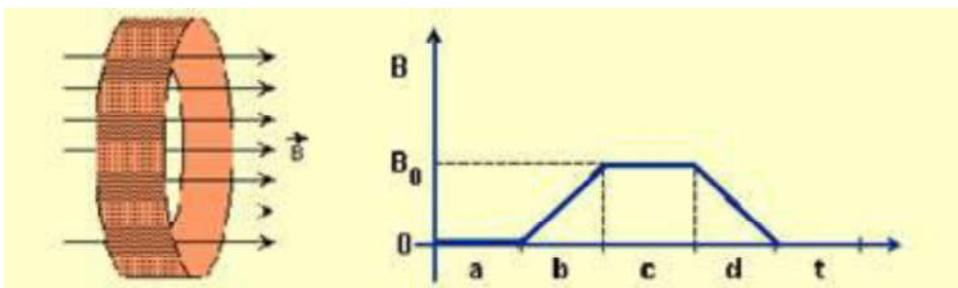
6- (FUVEST-SP) Aproxima-se um ímã de um anel metálico fixo em um suporte isolante, como mostra a figura. O movimento do ímã, em direção ao anel,



**Fonte:** Física e vestibular.

- a) não causa efeitos no anel.
- b) produz corrente alternada no anel.
- c) faz com que o polo sul do ímã vire polo norte e vice-versa.
- d) produz corrente elétrica no anel, causando uma força de atração entre anel e ímã.
- e) produz corrente elétrica no anel, causando uma força de repulsão entre anel e ímã.

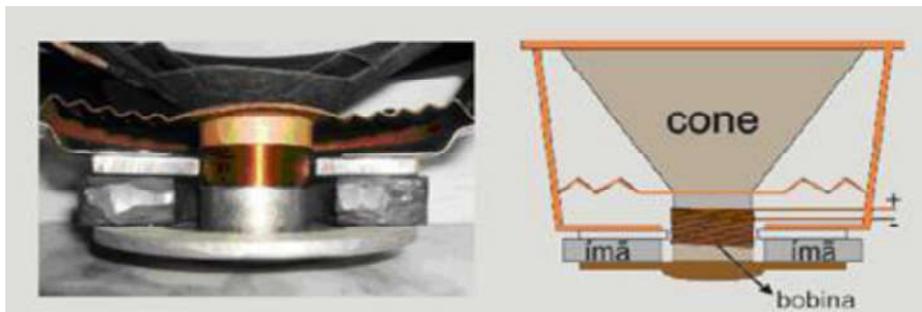
7- (UFPR) Um anel está numa região do espaço onde existe uma densidade de campo magnético  $\vec{B}$  que varia com o tempo. A densidade de campo magnético é uniforme em toda a região e perpendicular ao plano do anel. O gráfico mostra a magnitude de  $\vec{B}$  em função do tempo. Observando o gráfico, assinale a afirmação correta com relação às forças eletromotrizes induzidas, "a", "b", "c" e "d", durante os respectivos intervalos de tempo a, b, c e d.



**Fonte:** Física e vestibular.

- a)  $\varepsilon_a = \text{constante} \neq 0$ .
- b)  $\varepsilon_b = 0$ .
- c)  $\varepsilon_c = \text{constante} \neq 0$ .
- d)  $\varepsilon_d = 0$ .
- e)  $\varepsilon_d = \text{constante} \neq 0$ .

8- Um dos componentes fundamentais para uma boa qualidade de som é o alto-falante, que consiste basicamente de um cone (geralmente de papelão), uma bobina e um ímã permanente, como mostrado nas figuras abaixo.



**Fonte:** Física e vestibular.

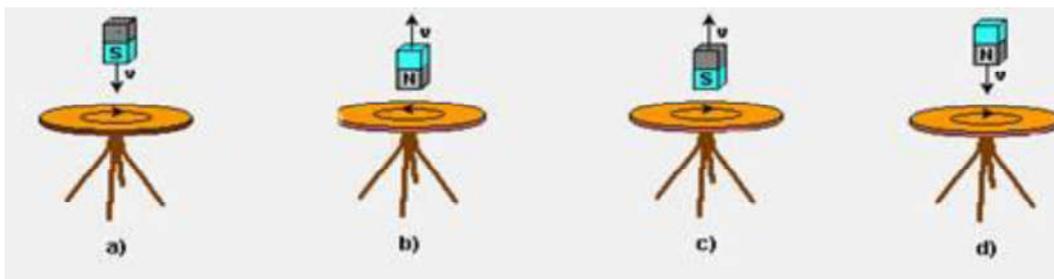
A respeito do funcionamento do alto-falante, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- a) A intensidade do campo magnético criado pela bobina depende unicamente do número de espiras da mesma.
- b) O movimento do cone do alto-falante é consequência da lei de Lenz.
- c) A vibração do cone cria no ar regiões de altas e baixas pressões, que se propagam na forma de ondas transversais.
- d) A altura do som reproduzido pelo alto-falante depende da frequência do sinal elétrico enviado pelo aparelho de som.

e) A intensidade da onda sonora reproduzida pelo alto-falante é proporcional à intensidade da corrente elétrica que percorre a bobina.

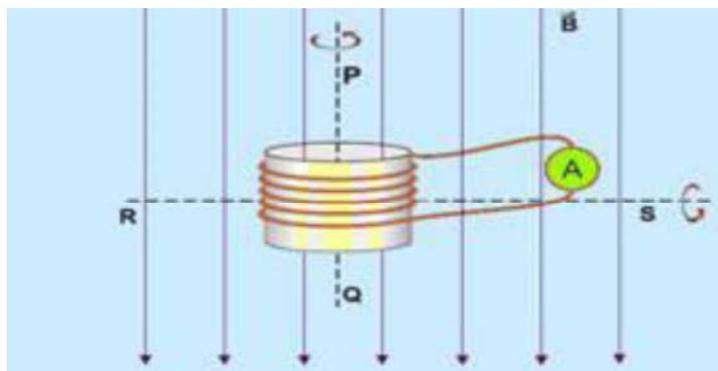
f) A corrente elétrica enviada ao alto-falante percorre a bobina, gerando um campo magnético que interage com o ímã permanente, ocasionando o movimento do cone na direção axial da bobina.

9- Nas figuras a seguir, um ímã é movimentado sobre uma espira condutora, colocada sobre uma mesa, de tal forma que há uma variação do fluxo do campo magnético na espira. As figuras indicam o sentido da velocidade imprimida ao ímã em cada caso e o pólo do ímã, que se encontra mais próximo da espira. Assinale a alternativa que representa corretamente o sentido da corrente induzida na espira, de acordo com o movimento do ímã.



Fonte: Física e vestibular.

10- Uma bobina condutora, ligada a um amperímetro, é colocada em uma região onde há um campo magnético, uniforme, vertical, paralelo ao eixo da bobina, como representado nesta figura:



Fonte: Física e vestibular.

Essa bobina pode ser deslocada horizontal ou verticalmente ou, ainda, ser girada em torno do eixo PQ da bobina ou da direção RS, perpendicular a esse eixo, permanecendo, sempre, na região do campo. Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que o amperímetro indica uma corrente elétrica quando a bobina é:

- A) deslocada horizontalmente, mantendo-se seu eixo paralelo ao campo magnético.
- B) deslocada verticalmente, mantendo-se seu eixo paralelo ao campo magnético.
- C) girada em torno do eixo PQ.
- D) girada em torno da direção RS.

Após os alunos responderem as questões, que serão utilizadas no processo de avaliação da evolução no conhecimento científico dos educandos, também será proposto o desenvolvimento de um mapa conceitual com o intuito de avaliar se os alunos conseguem fazer relações significativas entre os conceitos trabalhados durante a sequência didática.

Primeiro será proposto a leitura do texto sobre mapas conceituais, neste momento o professor deve esclarecer as dúvidas sobre como produzir um mapa conceitual.

### **O que são mapas conceituais e quais suas características**

Mapas conceituais podem ser caracterizados como representações gráficas que se assemelham a diagramas, ou seja, são estruturas esquemáticas que relacionam conceitos ou ideias, organizados e ligados por palavras.

Geralmente seus conceitos são colocados dentro de círculos ou quadros, e suas relações são indicadas por linhas ou setas que os interligam, sendo que o verbo fica entre dois conceitos, interligando-os.

Quando dois conceitos estão unidos por uma linha ou seta significa que existe uma relação entre eles, porém o tamanho dessas linhas e setas não é de grande importância.

Geralmente, mapas conceituais são construídos a partir de uma só ideia particular que procuramos trabalhar, essa ideia particular é a questão de foco,

que conforme é elaborada, outras ideias e conceitos de temas diferentes são inseridos.

Existem também as ligações entre conceitos nos diferentes segmentos do mapa conceitual. Estas ligações cruzadas ajudam a ver como um conceito de um tema diferente do mapa conceitual se relaciona a outro, impulsionando a criação de novos conhecimentos.

Em um mapa conceitual, é importante manter as ideias organizadas hierarquicamente, de forma que os conceitos menos específicos fiquem no topo e os mais específicos e menos gerais fiquem abaixo, para que facilite o entendimento da ideia geral do mapa, pois normalmente um mapa conceitual é lido de cima para baixo, não sendo isto uma regra, seja a ideia própria do indivíduo criador ou de uma área científica do conhecimento específico.

Um mapa conceitual é de fácil compreensão, pois faz uso de grande parte da memória visual, sendo necessário menos transformações cognitivas do que um texto, por exemplo.

**Texto retirado e adaptado dos anais eletrônicos do Encontro Internacional de Formação de Professores 2014.**

[https://www.uniso.br/publicacoes/anais\\_eletronicos/2014/1\\_es\\_formacao\\_de\\_professores/23.pdf](https://www.uniso.br/publicacoes/anais_eletronicos/2014/1_es_formacao_de_professores/23.pdf).

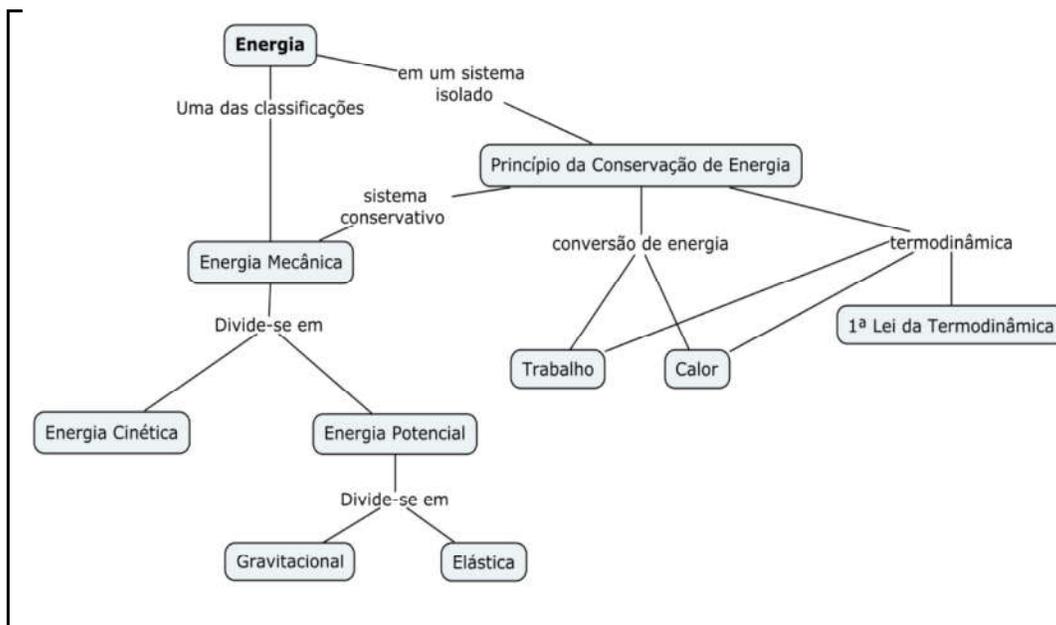
### **Como elaborar um bom mapa conceitual**

Primeiro devemos organizar, em forma de lista, os conceitos que devem estar no mapa conceitual a ser elaborado, lembrando que se existirem muitos conceitos a serem colocados, deve-se repensar a possibilidade de fazer mais de um mapa conceitual para o melhor detalhamento das ideias.

A lista deve ser organizada de forma que as palavras mais gerais fiquem na parte superior da lista e as menos abrangentes e mais específicos fiquem na parte inferior. Desta lista, devem ser selecionados um, dois ou três conceitos, que são os principais e iniciarão o mapa conceitual. Após essa separação, outros dois ou três sub conceitos devem ser separados e colocados abaixo dos conceitos gerais. Após isso começa as ligações dos conceitos, unindo-os dois a dois, sobre a linha que os une devemos usar palavras de ligação de forma que ficará conceito de início, conexão de explicação, e novamente o outro conceito de início. Esta ligação deve conter um sentido, e formar uma unidade semântica.

É importante a revisão do mapa conceitual, pois sempre há algo que podemos incluir ou melhorar, e são nessas tentativas de melhora que o aprendizado será eficaz.

**Figura 18** – Ilustração de um mapa conceitual



Fonte: <<http://blog.aulalivre.net/mapa-conceitual/>>.

Com base no que foi apresentado acima desenvolva um mapa conceitual com os conhecimentos desenvolvidos no decorrer da sequência didática sobre eletromagnetismo.

## CONCLUSÃO DO PRODUTO

A sequência didática aqui apresentada teve o intuito de colaborar com o ensino de indução eletromagnética, tendo como foco o uso de experimentos confeccionados com materiais de baixo custo, além de utilizar diferentes estratégias didáticas procurando dinamizar as aulas de maneira a tornar as mesmas as mais prazerosas possíveis.

Possibilitou-se a manipulação de materiais mediante orientações e encaminhamentos de atividades, ou seja, organizadores prévios com o objetivo de apoiar os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, facilitando a aproximação do conteúdo aos conhecimentos prévios, relacionando o contexto histórico envolvido e integrando os educandos ao processo de ensino-aprendizagem.

A motivação e a participação dos alunos foram muito efetivas. Entre as principais conclusões, destaca-se a observação de uma grande mudança na dinâmica das aulas com a utilização de diferentes estratégias didáticas. Os educandos avaliaram a nova postura como positiva, chegando a questionar o porquê de não serem trabalhados mais tópicos com essas metodologias. Além disso, também aprovaram o trabalho em grupo, alegando que as trocas de conhecimento e a socialização entre os mesmos melhoraram com essa conduta.

Nesse sentido, a utilização desta sequência didática é um contributo para a mudança do contexto do ensino de Física atual, podendo ser utilizada por diversos professores do Ensino Médio em todas as instituições, tendo em vista as grandes dificuldades encontradas na docência, principalmente nas escolas públicas, frente as inúmeras vertentes envolvidas, desde a falta de investimentos até a próprio desinteresse dos educandos.

## REFERÊNCIAS

BLOG AULA LIVRE. **Mapa conceitual**. Disponível em: <<http://blog.aulalivre.net/mapa-conceitual/>>. Acessado em: 24 de agos. de 2017.

BRASIL. **Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LEI nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. D. O. U. de 23 de dezembro de 1996.

CRUZ, José. **Lei de faraday**. EBAH. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAqMdUAG/lei-faraday>>. Acessado em: 01 de dez. de 2017.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim; e col.. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas; SP: Mercado das Letras, 2004. p. 95-128.

FARIA, de Wilson. **Mapas Conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação**. São Paulo: EPU - Temas Básicos de Educação e Ensino, 1985.

FEIRA DE CIÊNCIAS. **Faraday**. O imperdível mundo da Física Clássica. 1999. Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/cientistas/faraday.asp>>. Acessado em: 30 de agos. de 2017.

\_\_\_\_\_. **Ilustração do aparato experimental de Michael Faraday**. Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/cientistas/faraday.asp>>. Acessado em: 30 de agos. de 2017.

\_\_\_\_\_. **Prato falante**. O imperdível mundo da Física Clássica. 1999. Disponível em: <[http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15\\_44.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_44.asp)>. Acessado em: 30 de agos. de 2017.

FÍSICA E VESTIBULAR.. **Exercícios de vestibulares com resoluções comentadas sobre campo magnético gerado por uma espira circular ou por um solenoide**. Disponível em: <<http://fisicaevestibular.com.br/novo/eleticidade/eletromagnetismo/forca-eletromotriz-induzida-transformadores/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-forca-eletromotriz-induzida-transformadores/>>. Acessado em: 27 de agos. de 2017.

\_\_\_\_\_. **Exercícios de vestibulares com resolução comentada sobre força eletromotriz induzida – transformadores**. Disponível em: <<http://fisicaevestibular.com.br/novo/eleticidade/eletromagnetismo/campo-magnetico-gerado-por-uma-espira-circular-ou-por-um-solenoide/exercicios-de-vestibulares-com-resolucoes-comentadas-sobre-campo-magnetico-gerado-por-uma-espira-circular-ou-por-um-solenoide/>>. Acessado em: 22 de agos. de 2017.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**, Volume 3; LTC; 2012.

KAZUHITO, Y.; FUKE, L. F. **Física para o Ensino Médio: Eletricidade Física Moderna**, Volume 3, Saraiva, pg.230, 2013.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes curriculares de Física**. SEED: Curitiba, 2008.

PHET COLORADO. **Laboratório De Faraday**. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/sims/faraday/faraday\\_pt\\_BR.inlp](https://phet.colorado.edu/sims/faraday/faraday_pt_BR.inlp)>. Acessado em: 15 de jun. de 2017.

SACRISTÁN, J. G. **O Currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3.ed. Porto-Alegre-RS: Artmed, 2000.

SIMÕES. Marco A. **Indução eletromagnética**.

Disponível em: <[http://masimoes.pro.br/fisica\\_el/inducaoeletromagnetica.html](http://masimoes.pro.br/fisica_el/inducaoeletromagnetica.html)>. Acessado em: 13 de nov. de 2017.

\_\_\_\_\_. **Representação da aproximação e afastamento do campo magnético norte do ímã de uma espira, apresentando o campo opositor gerado pela corrente induzida**. Disponível em: <[http://masimoes.pro.br/fisica\\_el/inducaoeletromagnetica.html](http://masimoes.pro.br/fisica_el/inducaoeletromagnetica.html)>. Acessado em: 25 de setembro de 2017.

YOUTUBE. **A vida no campo**. Disponível em:

<<https://youtu.be/bPpUjLZvY?t=561>>. Acessado em: 18 de agos. de 2017.

\_\_\_\_\_. **Concepts in Science**. Disponível em: <<https://youtu.be/b-PpUjLZvY?t=561>>. Acessado em: 18 de agos. de 2017.

\_\_\_\_\_. **Viagem na eletricidade**. Disponível em: <<https://youtu.be/1fdEgkVaNdY>>. Acessado em: 18 de agos. de 2017.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa. Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## APÊNDICE C

### MAPA CONCEITUAL DESENVOLVIDO PELOS ALUNOS

