



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**ERNANDES DO AMARAL GOMES**

**ENERGIA ELÉTRICA:  
PROPOSTAS METODOLÓGICAS DE MULTI -  
EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE FÍSICA**

ARIQUEMES - RO

2012

**Ernandes do Amaral gomes**

**ENERGIA ELÉTRICA:  
PROPOSTAS METODOLÓGICAS DE MULTI -  
EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Física da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Física.

Profº Orientador: Ms. Gustavo José Farias.

Ariquemes - RO

2012

**Ernandes do Amaral Gomes**

**ENERGIA ELÉTRICA:  
PROPOSTAS METODOLÓGICAS DE MULTI - EXPERIMENTOS  
PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Física da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Física.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Orientador: Gustavo José Farias  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

---

Prof. Ms. Thiago Nunes Jorge  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

---

Prof. Ms. Renato André Zan  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Ariquemes, 20 de junho de 2012

A Deus, por conceder forças para prosseguir com os estudos.

A meus pais pelo incentivo e confiança.

A minha esposa por ter apoiado nos momentos difíceis.

A meus colegas de classe por ter sido mais uma fonte de busca.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus em primeiro momento, que me da força e saúde.

Aos meus familiares, pelo incentivo confiança e paciência.

A minha mãe, Braulina Pereira da Amaral pelos momentos de incentivo quando eu estava sem ânimo para ir à busca do conhecimento.

Ao meu orientador de curso prof. Thiago Nunes Jorge pela atenção e apoio.

Ao meu orientador de TCC, prof. Ms. Gustavo José Farias.

Aos colegas de curso, pois juntos compartilhamos a busca pela vitória.

A aqueles que involuntariamente contribuíram com a minha evolução educacional.

Aos colegas de curso em especial Marco Aurélio de Jesus e Givanildo Machado de Barros pela concessão de informações no período de curso.

As minhas professoras de TCC Rosani Aparecida Alves Ribeiro de Souza e Filomena Maria Minetto Brondani.

A minha esposa Ruth Denise Bonfim Gomes pelos momentos de apoio durante o período em que estive em minha companhia.

As minhas duas filhas, Marina Gomes Bonfim e Mireli Gomes Bonfim, por ser involuntariamente o motivo pelo qual eu não desisti.

Que a educação forme uma humanidade capaz de conciliar o desenvolvimento com preservação do meio ambiente.

*Ernandes Amaral*

## RESUMO

Os PCN+ dão uma importante ênfase à parte de execução de experimentos no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física, a nível fundamental e médio. Usando esta abordagem pedagógica, é possível garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de questionar o conhecimento científico. Neste contexto, este trabalho trás uma proposta de montagem de uma bancada multi-experimentos, como alternativa metodológica para o ensino de física no ensino médio, abordando os conceitos de eletricidade, magnetismo e geração de energia elétrica.

**Palavras - chave:** Experimentos, Eletricidade, Ensino Médio.

## **ABSTRACT**

NCPs give emphasis to an important part of running experiments in the teaching-learning in physics, the elementary and middle. Using this pedagogical approach, it is possible to guarantee the construction of knowledge by the student, developing their curiosity and the habit of questioning the scientific knowledge. In this context, this paper brings a proposal to mount a multi-bench experiments as an alternative methodology for teaching high school physics, addressing the concepts of electricity, magnetism and electricity generation.

**Key - words:** Experiments, Electricity, High School.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	- Barra metálica sendo deslocada em um campo magnético.	16
Figura 02	a) uma corrente induzida passa no sentido CEFD quando a barra é deslocada para a direita, b) uma corrente induzida passa no sentido DFEC quando a barra é deslocada para a esquerda.	17
Figura 03	- Fluxo magnético na superfície A, é dado pela expressão: $\Phi = BA \cos \theta$ .	18
Figura 04	- O fluxo magnético na superfície A, é maior que em B.	19
Figura 05	- Indução eletromagnética em um núcleo de ferro gerando corrente induzida.	20
Figura 06	- Geração de corrente elétrica com a movimentação de um ímã no núcleo de uma bobina.	21
Figura 07	- O sentido da corrente em uma espira quando varia o fluxo do campo magnético.	22
Figura 08	- Linhas de campo entrando e saindo no centro da espira.	23
Figura 09	- Figura 9. Uma grande quantidade de energia é necessária para iluminar as cidades, Foto noturna de Ponta Negra Manaus.	23
Figura 10	- Dínamo de uma usina hidroelétrica.	24

Figura 11	- Corrente induzida aparece com sentido tal que o campo magnético que ele cria tende a contrair a variação do fluxo através desta espira.	24
Figura 12	- Esquema de um transformador elétrico simples.	26
Figura 13	- Esquema de um gerador elétrico de corrente alternada.	28
Figura 14	- Montagem passo a passo de um gerador de corrente alternada.	32
Figura 15	- Transformador de rebaixamento de tensão.	33
Figura 16	- Transformador de elevação de tensão.	34
Figura 17	- Multímetro ligado em serie com uma lâmpada.	35
Figura 18	- Bancada multi-experimentos.	36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
f.e.m	Força eletromotriz
S.I	Sistema internacional
CERON	Centrais elétricas de Rondônia
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
MEC	Ministério da Educação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
2.1. OBJETIVO GERAL.....	14
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
4.1. CONDUTOR EM MOVIMENTO DENTRO DE UM CAMPO MAGNETICO.....	16
<b>4.1.1 corrente induzida em um circuito.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.2 o que é fluxo magnético.....</b>	<b>18</b>
4.2 A LEI DE FARADAY.....	19
<b>4.2.1 força eletromotriz induzida.....</b>	<b>22</b>
4.3 A LEI DE LENZ.....	24
4.4 O TRANSFORMADOR.....	25
<b>4.4.1 relação entre as voltagens no primário e no secundário.....</b>	<b>27</b>
4.5. GERAÇÃO DE CORRENTE ALTERNADA.....	27
4.6 TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	29
<b>5. PROPOSTAS DE METODOLOGIA DE ENSINO PARA O ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>30</b>
5.1 MONTANDO UM GERADOR DE CORRENTE ALTERNANDO.....	30
5.2 MONTANDO UM TRANSFORMADOR ELETRICO.....	32
5.3 DEMONSTRAÇÕES DE CONSUMO RACIONAL .....	34
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>

## INTRODUÇÃO

O ensino de física tomou um novo rumo a partir das diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), com finalidade de construir uma visão da física para a formação de um cidadão atuante e solidário. Mesmo aqueles jovens que após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais contato com o conhecimento em física em circunstâncias profissionais e universitárias, este conhecimento, adquirido na fase escolar, será suficiente para compreender e participar do mundo em que vivem.

No Brasil quando se fala em educação pública logo se pensa em ensino de má qualidade, mas a educação no Brasil esta melhorando. Segundo informações do Ministério da Educação através do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), a cada ano a educação no Brasil tem melhorado, e a meta é que o país tenha nota acima de 6.0 até o ano de 2022. Os principais responsáveis por esta mudança são, principalmente, a união e professores bem qualificados.

Dentre os conhecimentos na área de Física, a parte de eletricidade ganha destaque. Os bens que o avanço dessa área do conhecimento trouxe para a sociedade são incomensuráveis, desde o conforto que proporciona até o desenvolvimento da globalização através de computadores e da internet.

O PCN+ diz que: “A física é uma matéria estudada no ensino médio e podendo ser continuada em etapas seguintes em estudos acadêmicos, e a física deve apresentar um conjunto de competências que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos com base em princípios, leis e modelos por ela construídos, formando jovens com conhecimentos para compreender a física que está presente no seu dia-a-dia, podendo estar no movimento de um carro, na queda de um objeto ou até mesmo no deslocamento de um avião”.

Alguns professores têm encontrado dificuldades para escolher, organizar e aplicar os conteúdos de física, e o PCN+ vêm buscar meios pra concretizar esses novos horizontes dentro da realidade escolar hoje existente no país. Deve-se pensar em como conseguir realizar formação de jovens capacitados com tão pouco espaço,

tempo, recursos materiais e condições de trabalho dos professores. Os PCN+ relatam que os professores de física tem ousado mudar, mas sentem-se, muitas vezes, inseguros, desamparados e poucos confiantes quanto aos resultados obtidos.

A proposta de aplicação de aulas para o ensino médio com o método de aulas práticas está contida nos PCN+ como parte importante do conhecimento em física para os jovens estudantes. Este método de ensino não é apenas para passar aos jovens algumas informações sobre física, mas sim para transformar a sua visão do mundo em que vivem, e sua forma de agir e pensar sobre problemas relacionados com fenômenos físicos. Os PCN+ instruem os professores a aplicar no ensino médio seis temas estruturadores com abrangência para organizar o ensino de física e melhor orientar os alunos sobre a origem e evolução do universo e os fenômenos físicos que os cercam.

Este trabalho tem como finalidade propor aos professores de física do ensino médio mais uma metodologia de ensino, para que as aulas de física não caiam na rotina e que os alunos não se desinteressem pelos conteúdos aplicados em sala de aula. A proposta é desenvolver uma bancada “multi-experimentos”, a qual servirá para a aprendizagem de temas relacionados com eletromagnetismo e produção de energia elétrica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Levar para o ensino médio métodos práticos de ensino, contextualizando a energia elétrica, desde sua geração até o consumidor.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o processo de geração, distribuição, transformação e consumo de energia elétrica.
- Fundamentar o conteúdo teoricamente para que possa ser levada para aulas do ensino médio para análise e debate.
- Apresentar propostas para montagem de uma bancada multi-experimentos de baixo custo, para ser aplicada em sala de aula.

### **3. METODOLOGIA**

Para a revisão foram consultadas bibliografias do ensino médio e superior, também artigos referentes aos anos de 2002 até 2011.

Fontes de dados oficiais do Ministério da Educação como (IDEB) e (PCNs) foram consultados. Também revista brasileira de física e Scielo.

Todo o conteúdo analisado para ser utilizado como referência na fundamentação teórica obedeceu a um critério para ser classificado como um material de confiança e qualidade, os critérios exigidos foram: contextualização, conceitos, interdisciplinaridade, clareza e reconhecimento.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1. CONDUTOR EM MOVIMENTO DENTRO DE UM CAMPO MAGNETICO

Com base nas descobertas de Faraday, os fenômenos eletromagnéticos citadas por Maximo e Alvarenga (2005), podemos observar o fenômeno da geração de energia elétrica com um simples aparato, composto por dois ímãs e uma barra metálica, posicionando os ímãs com as faces norte e sul deixando um pequeno vão entre eles e entre este vão movimenta-se a barra metálica. A figura (01) demonstra o funcionamento do aparato.

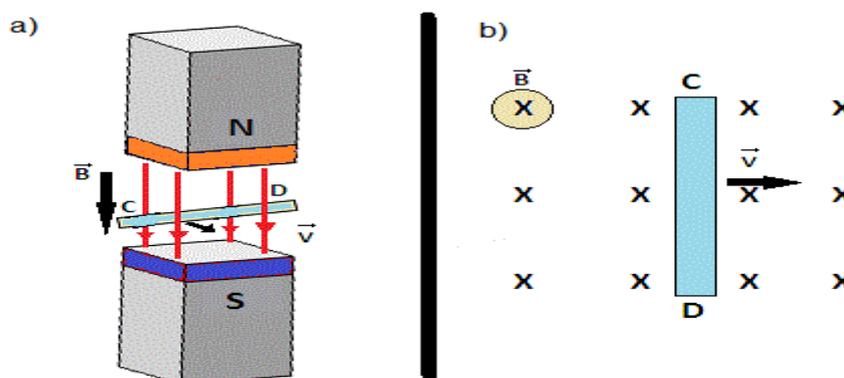


Figura 1. Barra metálica sendo deslocada em um campo magnético.

Como podemos observar na figura (1a) uma barra com as extremidades CD sendo movimentado em um campo magnético gerado pelos ímãs, na figura (1b) o vetor  $\vec{B}$  penetrando no plano do papel e a barra CD deslocando-se para a direita.

Sabe-se que a barra metálica possui elétrons livres. Então, com estes elétrons em movimento na barra eles ficam sujeitos a sofrer uma ação causada pela força do campo magnético  $\vec{B}$  que faz com que os elétrons livres presentes na barra desloquem para a extremidade C, conseqüentemente teremos uma barra com cargas separadas, ou seja, extremidade D ficará eletrizada positivamente e extremidade C negativamente, todo o período que esta barra estiver neste processo permanecerá a separação de carga e, portanto, a barra terá em suas extremidades uma diferença de potencial se tornando um gerador de f.e.m (força eletromotriz). A barra será equivalente a uma pilha ou bateria com suas extremidades pólo positivo e pólo

negativo devido efeito causado pela movimentação no campo magnético causando a chamada força eletromotriz induzida.

#### 4.1.1 Corrente induzida em um circuito

Vamos agora continuar a observação na figura (1b), mas com um circuito fechado composto pela barra e pelo trilho metálico, ou seja, agora a barra CD esta apoiada em um trilho metálico com as extremidades E, F, G, H e a barra se deslocará sobre o trilho metálico para a direita e para a esquerda como mostra na figura (2). Analisando a figura (2a) onde a barra se desloca no trilho da esquerda para a direita e gerando uma diferença de potencial nas extremidades da barra CD, formando então um circuito fechado no trilho com corrente no sentido CEFD, a fem que aparece no circuito e proveniente do movimento da barra CD no campo magnético como foi demonstrado no conteúdo anterior.

Se mudarmos a direção do deslocamento da barra CD da direita para a esquerda como mostra na figura (2b) podemos notar que o sentido da corrente também foi invertida ficando no sentido DFEC, esta inversão do sentido da corrente ocorre devido a separação de carga nas extremidades da barra CD, quando a barra e deslocada para a direita a barra ficara polarizada C positivo e D negativo, e se inverter a direção do deslocamento da barra também invertera a polarização nas extremidades da barra ficando C com cargas negativas e D com cargas positivas.

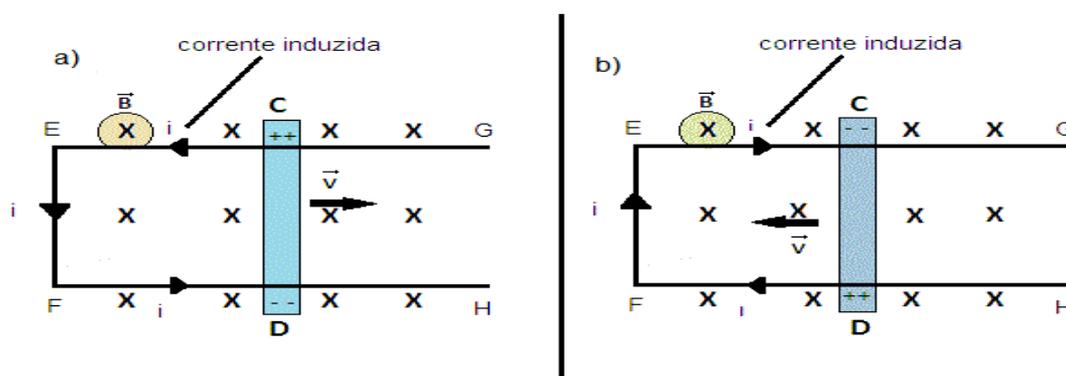


Figura 2. a) Uma corrente induzida passa no sentido CEFD quando a barra é deslocada para a direita, b) uma corrente induzida passa no sentido DFEC quando a barra é deslocada para a esquerda.

### 4.1.2 O que é fluxo magnético

Para entender melhor a descoberta feita por Faraday a respeito da f.e.m induzida, é importante sabermos o conceito de fluxo magnético, (Gaspar, 2008). Considerando uma superfície plana de área  $A$ , colocada dentro de um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ . Traçando-se uma perpendicular a superfície, designemos por  $\theta$  o ângulo formado por esta normal  $N$  com o vetor  $\vec{B}$ , como ilustrado na figura (3)

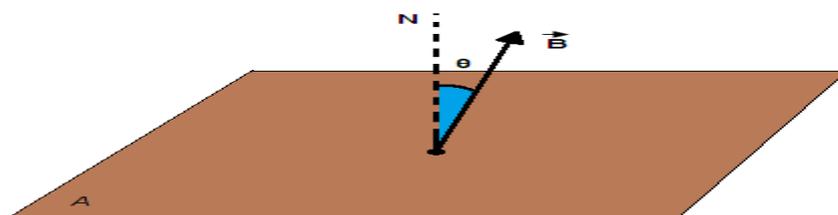


Figura 3. Fluxo magnético na superfície  $A$ , é dado pela expressão:  $\Phi = BA \cos \theta$ .

A expressão que representa o fluxo magnético é a seguinte.

$$\Phi = B A \cos \theta \quad (1)$$

onde o  $\Phi$  é o fluxo magnético presente na superfície. E no S.I. (Sistema Internacional), a unidade de fluxo magnético é denominado 1 Weber = 1Wb, e  $B$  em tesla (T) e  $A$  em  $m^2$ , então teremos a seguinte expressão.

$$1wb = 1T.m^2$$

A unidade nomeada de 1 Weber foi uma homenagem ao físico alemão Wilhelm Eduard Weber (1804-1891).

O fluxo magnético em uma superfície pode ser interpretado em quantidade de linhas de indução que ultrapassam a superfície, quanto mais linhas de indução passar pela superfície maior será o valor do  $\Phi$ . Para melhor ilustrar, logo abaixo temos duas figuras (1a) e (1b). São duas superfícies de mesma área colocadas em campos magnéticos diferentes em (1a) temos um campo magnético de maior intensidade do que na (1b). Pode ser notada a diferença de intensidade entre os

campos magnéticos devido às linhas de campo ser mais próximas uma das outras em (1a) do que em (1b).

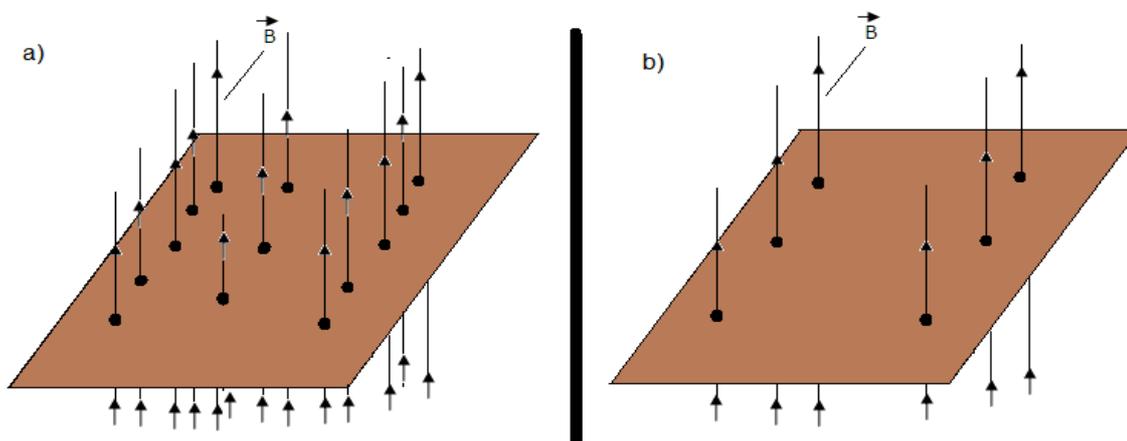


Figura 4. O fluxo magnético na superfície A, é maior que em B.

## 4.2 A LEI DE FARADAY

Desde que foi descoberto que uma corrente elétrica gera um campo magnético, a relação entre o magnetismo e a eletricidade levou os físicos a crer na proposição inversa: se uma corrente elétrica em um condutor gera um campo magnético, então este campo poderá gerar uma segunda corrente elétrica. E o objetivo era saber como isso poderia ser feito. E Faraday, no princípio acreditava que a corrente elétrica fosse um fluido e supôs que o campo magnético deveria ter movimento ou variação que provocasse o movimento daquele fluido, a partir desta hipótese que Faraday descobriu a indução eletromagnética em 1831 (Maximo e Alvarenga 2005).

Faraday, para confirmar suas hipóteses, realizou vários experimentos que evidenciasse a presença de geração de corrente elétrica através da indução eletromagnética, as imagens a seguir mostram alguns de seus experimentos que evidenciam este fenômeno.

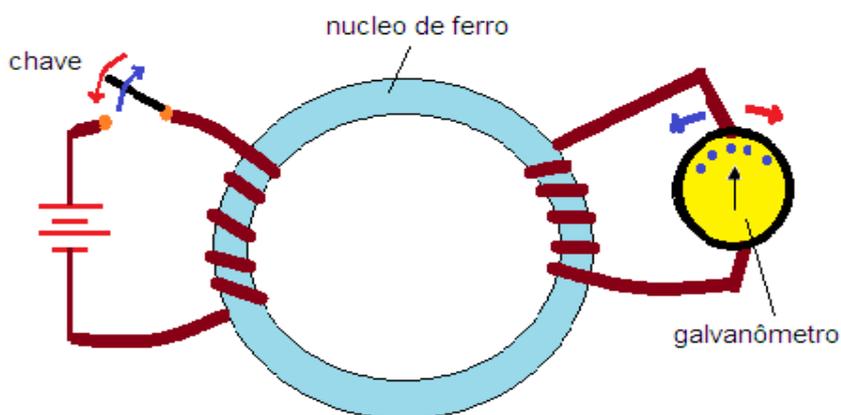


Figura 5. Indução eletromagnética em um núcleo de ferro gerando corrente induzida.

A figura (5) representa um dos experimentos que Faraday realizou. Neste experimento, quando a chave é ligada uma corrente elétrica passa pelas aspiras e um campo magnético aparece no núcleo de ferro em que as bobinas estão enroladas e o ponteiro do galvanômetro se desloca em um sentido, mostrando a existência de corrente elétrica no sistema e quando a chave é desligada, o ponteiro se desloca no sentido contrário mostrando também a presença de corrente, mas no sentido oposto. O galvanômetro apenas detecta a passagem de corrente no momento que se liga e desliga a chave, ou seja, se deixar a chave ligada a corrente elétrica será contínua e não produzirá um campo magnético variável.

O experimento mostrado na figura (5) é um dos experimentos executados por Faraday e demonstra a presença de corrente em uma bobina provocada por um campo elétrico, onde as duas bobinas estão envolvendo um único núcleo e quando inicia ou interrompe a passagem de corrente em uma das bobinas, automaticamente na outra também aparece uma corrente elétrica. Já na figura (6) temos mais um experimento usado por Faraday que também evidencia a presença de corrente elétrica, mas nele tem apenas um ímã e uma bobina, que é o suficiente para evidenciar a presença de corrente, sendo da seguinte forma quando aproximamos o ímã do núcleo da bobina. O ponteiro do galvanômetro se movimenta em um sentido demonstrando a presença de corrente elétrica em um sentido da bobina, e quando retira o ímã do núcleo da bobina o ponteiro do galvanômetro se desloca em outro sentido demonstrando também que a corrente elétrica esta presente com direção contrária na bobina. Este experimento é muito significativo para entender o processo

de geração de corrente elétrica, por exemplo, quanto mais rápido for a movimentação do ímã no núcleo da bobina maior será a intensidade da corrente presente na bobina, o outro fator importante a ser observado é variação do número de linhas do campo magnético que atravessa o centro da espira, ou seja, a variação do fluxo magnético.

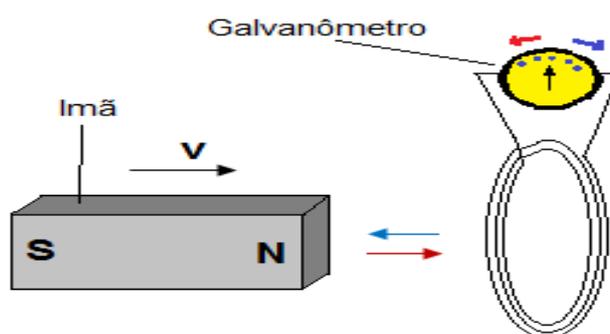


Figura 6. Geração de corrente elétrica com a movimentação de um ímã no núcleo de uma bobina.

A lei de Faraday (da indução eletromagnética) se resume da seguinte forma: “A força eletromotriz ( $\mathcal{E}$ ) induzida em uma espira é diretamente proporcional à variação do fluxo magnético ( $\Delta\Phi_B$ ) que a atravessa e inversamente proporcional ao intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) em que essa variação ocorre” (Gaspar, 2008, p.507). E então matematicamente, a lei de Faraday simplificada fica a seguinte expressão:

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} \quad (2)$$

Lenz, modificou esta lei acrescentando o sinal de negativo representando a força contrária ao movimento do ímã que é causada pelo campo magnético gerado no sistema com linhas de campo iguais ao do ímã, ficando da seguinte forma:

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} \quad (3)$$

### 4.2.1 Força eletromotriz induzida

A descoberta da indução eletromagnética ocorreu no início dos anos de 1830 por Michael Faraday, na Inglaterra, e Joseph Henry, nos Estados Unidos. Os mesmos fizeram suas descobertas independentemente, sendo elas, uma espira de fio submerso a um campo magnético ou fluxo magnético variável induz uma corrente no fio. A corrente e a fem (força eletromotriz) são geradas e chamadas de fem induzida e corrente induzida, este processo é o chamado de indução, na figura (7) é possível compreender o princípio fundamental de um gerador.

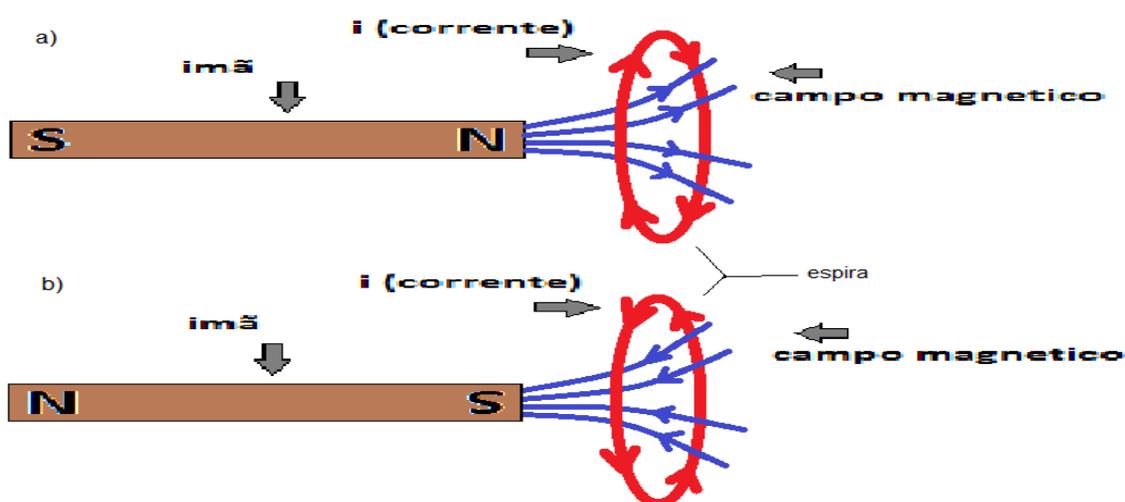


Figura 7. O sentido da corrente em uma espira quando varia o fluxo do campo magnético.

Na figura (7) podemos notar que quando no centro da espira há uma variação de fluxo magnético uma corrente é gerada na espira com sentido determinado pelo sentido das linhas de campo (B). As linhas de campo presente em um ímã saem do norte e vão para o sul, quando o ímã é invertido os pólos a corrente na espira também inverte o seu sentido, para melhor ilustrar podemos observar a figura (8) para um ângulo de visão diferente.

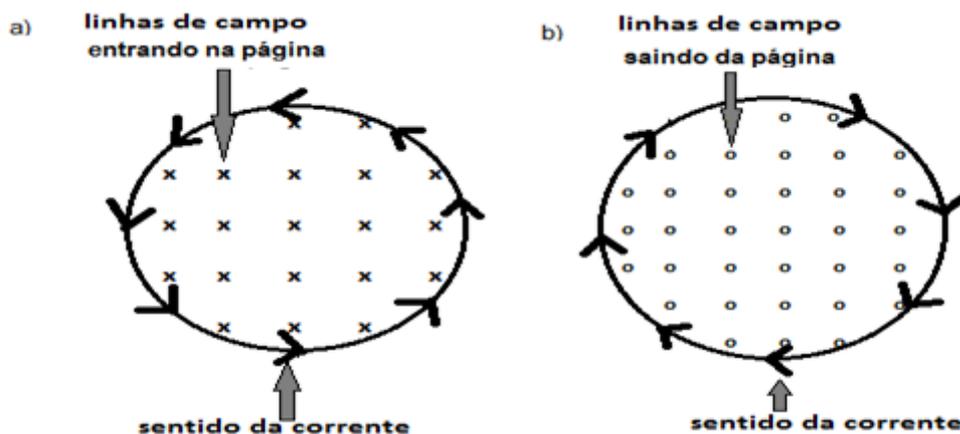


Figura 8. Linhas de campo magnético externo produzidas por um ímã entrando em (a), e saindo em (b), no centro da espira.

A produção de energia elétrica requer o consumo de uma forma qualquer de energia. Até 1931 apenas a energia química era transformada em energia elétrica por meio de baterias e pilhas. Mas esta forma de geração não é adequada para gerar energia em grandes quantidades, como necessária para iluminar as cidades figura (9) e alimentar as grandes indústrias.



Figura 9. Uma grande quantidade de energia é necessária para iluminar as cidades, Foto noturna de Ponta Negra Manaus.

Fonte: Ribamar Caboclo.

A partir desta descoberta de Faraday, foi possível construir os dínamos, equipamentos cujo funcionamento se baseia no fenômeno da indução eletromagnética e é destinada a transformação de energia mecânica (de uma queda d'água, por exemplo) em energia elétrica com corrente alternada. A figura (10) mostra um enorme dínamo capaz de gerar grandes quantidades de energia.



Figura 10. Dínamo de uma usina hidroelétrica.

Fonte: <http://educar.sc.usp.br>

### 4.3 A LEI DE LENZ

Após analisarmos varias situações em que aparece corrente induzida em um circuito com a corrente ora em um sentido, ora em sentido contrário como ilustra a figura (11), nota-se que, quando o ímã se aproxima da espira aparece uma corrente em um sentido figura (a), e quando o ímã é afastado da espira a corrente reaparece no circuito com sentido contrario figura (b), embora Faraday estivesse notado este fenômeno ele não conseguiu chegar a uma lei que pudesse determinar o sentido da corrente induzida.

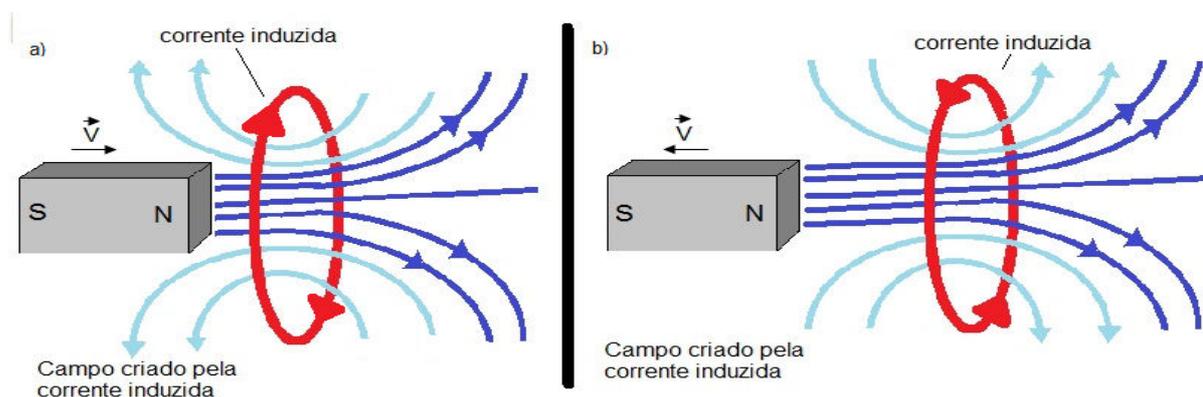


Figura 11. Corrente induzida aparece com sentido tal que o campo magnético que ele cria tende a contrair a variação do fluxo através desta espira.

E então de acordo com Maximo e Alvarenga (2005), no ano de 1834, alguns anos após as publicações das descobertas de Faraday o cientista Russo Heinrich F.E. Lenz apresentou uma regra que hoje é chamada de Lei de Lenz que permite

entender este fenômeno. Continuando a observar a figura (11a) quando aproxima-se o ímã da espira nota-se que a corrente induzida aparece em um sentido, e com base na lei de Faraday sabemos que esta corrente gera um campo magnético e que o sentido deste campo pode ser determinado pela lei de Lenz, e fundamentando-se nesta lei nota-se na figura (11a) que no centro da espira o campo magnético gerado pela corrente induzida tem sentido com força contrária a que foi aplicada ao ímã que produziu a corrente induzida, e notamos também na (figura 11, b) que quando o ímã é afastado o campo magnético criado pela corrente induzida tem seu sentido invertido ao de antes e que o sentido da força também é contrária a força que foi aplicada no ímã.

Após vários experimentos e observações a Lei de Lenz se resume da seguinte forma “Primeiro, quando a corrente induzida é estabelecida em virtude de um aumento de fluxo magnético, o seu sentido é tal que o campo por ela criado tem sentido contrário ao campo magnético existente no interior do circuito”. (Maximo; Alvarenga, 2005, p. 282). E para observações da figura (11b): “Segundo, quando a corrente induzida é estabelecida em virtude de uma diminuição do fluxo magnético, o seu sentido é tal que o campo por ela criado tem o mesmo sentido do campo magnético existente no interior do circuito”. (Maximo; Alvarenga, 2005, p. 282).

#### 4.4 O TRANSFORMADOR

A energia elétrica que é gerada nas usinas até chegar a nossas casas ou indústrias passa por vários processos de elevação ou rebaixamento de tensão. Este processo de elevação ou rebaixamento de tensão também está presente em nossas residências, e o equipamento que nos permite fazer este processo é o transformador.

Na figura (12) podemos notar que o transformador é um equipamento bastante simples, e é constituído de uma peça de ferro que é chamada de núcleo do transformador e na qual estão enroladas as duas bobinas da maneira que esta na figura (12). As bobinas são chamadas de enrolamento primário e secundário do transformador, no primário aplica-se a tensão que queremos aumentar ou diminuir chamada de  $V_1$  e no enrolamento secundário aparecerá então a tensão transformada, chamada de  $V_2$ , tendo sido aumentada ou diminuída.

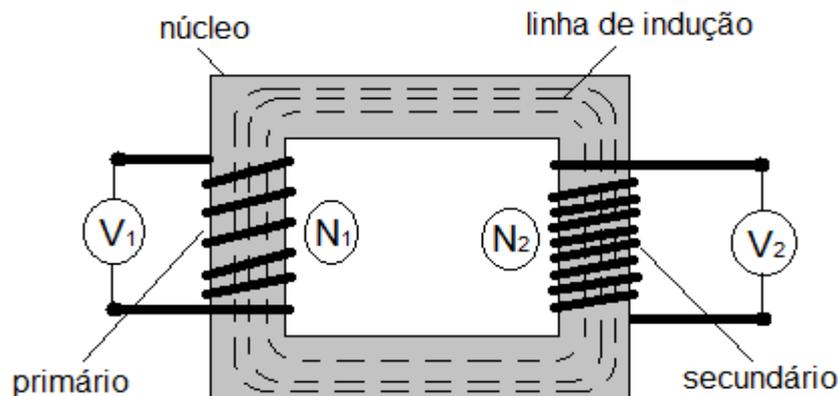


Figura 12. Esquema de um transformador elétrico simples.

Supondo que uma tensão constante, ou seja, uma corrente contínua seja introduzida na bobina primária em  $V_1$  ligando os pólos de uma bateria nas extremidades do enrolamento primário, esta tensão fará com que a corrente contínua que passa pelas espiras crie um campo magnético também constante que atravessa o centro da bobina secundária, e, por não variar o fluxo do campo magnético, não aparecerá uma tensão no enrolamento secundário tendo com  $V_2 = 0$ .

Agora, se nas extremidades do enrolamento primário  $V_1$ , for introduzido uma tensão com corrente alternada, esta corrente fará com que apareça no núcleo de ferro um fluxo magnético variável, e este fluxo magnético atravessará o centro das espiras do enrolamento secundário. Pelo processo de indução eletromagnética aparecerá nas extremidades do secundário uma tensão também alternada, mas com valor diferente de  $V_1$  transformada em uma tensão desejada para mais ou para menos.

Em outras palavras:

Quando uma voltagem constante  $V_1$  é aplicada ao primário de um transformador, o fluxo magnético através do secundário será também constante, não havendo, portanto, uma voltagem induzida nesta bobina. Quando a voltagem aplicada ao primário é alternada, um fluxo magnético variável atravessa as espiras do secundário e voltagem induzida  $V_2$  aparece nos extremos desta bobina (Maximo; Alvarenga, 2005, p. 285).

#### 4.4.1 Relação entre as voltagens no primário e no secundário

Sabemos que os transformadores são utilizados para elevar ou rebaixar uma tensão de corrente alternada, mas agora devemos pensar como ocorre este processo, porque hora eleva ou rebaixa? O responsável por este fenômeno é a variação do fluxo magnético no centro da espira e a quantidade de voltas que consta na bobina primária e secundária. Por exemplo, seja  $N_1$  o número de espiras no enrolamento primário, e  $N_2$  o número de espiras no secundário, depois de algumas manipulações matemáticas com a Lei de Faraday, a seguinte expressão é obtida:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (4)$$

Com a equação (4) se conclui que, se a quantidade de espiras no secundário for maior que no primário, a tensão obtida no secundário será maior que a tensão inserida no primário, isto é, temos um transformador de elevação de tensão, mas se for o inverso, sendo o número de espiras no secundário menor que no primário, então teremos uma tensão no secundário menor do que a tensão inserida no primário, e assim teremos um transformador de rebaixamento de tensão.

Por exemplo, supondo que um transformador foi construído com o primário tendo duzentas espiras e no secundário quatrocentas espiras, no primário foi inserido uma tensão de 110 volts. Com base na equação acima podemos dizer que este transformador é de elevação de tensão ficando  $V_1 = 110$  volts e  $V_2 = 220$  volts, ou seja,

$$\frac{V_2}{110} = \frac{400}{200} \implies V_2 = \frac{400}{200} \cdot 110 \implies V_2 = 220 \text{ volts.}$$

#### 4.5 GERAÇÃO DE CORRENTE ALTERNADA

Entende-se por geração de energia elétrica a transformação de outra modalidade de energia em energia elétrica, e esta pode ser obtida a partir de:

- Movimento: indução eletromagnética;

- Luz: células fotovoltaicas;
- Energia química: eletrólise.

A forma mais prática de produzir energia em larga escala para o consumo é fazendo uso da indução eletromagnética e esta forma produção de energia elétrica é a que iremos nos aprofundar.

Na figura (8) podemos observar a presença da corrente alternada na espira nas seguintes condições; quando no centro da espira aparece **x** as linhas de campo magnético estão entrando na página e a corrente gerada esta se movendo no sentido anti-horário, e quando aparece no centro da espira **o** é quando as linhas de campo magnético estão saindo da página e a corrente gerada na espira esta se movendo no sentido horário. Quando este processo de alternar a sentido da corrente gerada na espira faz com que ela seja uma corrente alternada. Na figura (13) podemos observar o processo da figura (8) compondo o circuito de um gerador elétrico de corrente alternada. Onde uma espira se encontra em rotação entre dois ímãs no campo magnético fazendo assim com que o campo alterne no centro da espira e gerando então, uma tensão de corrente alternada.

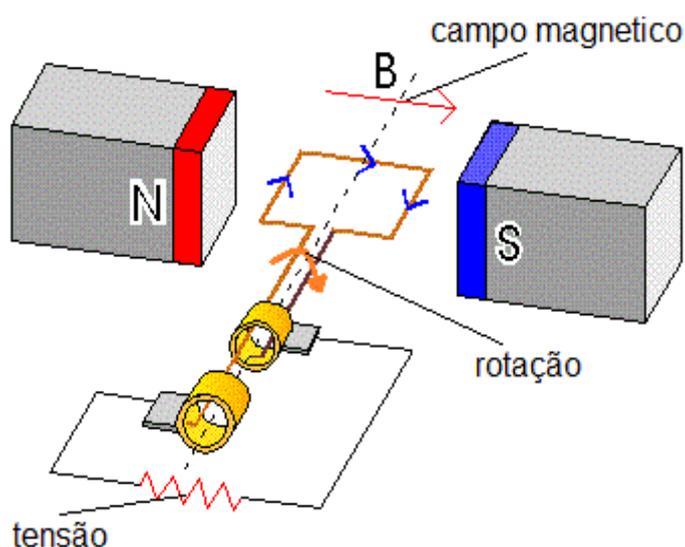


Figura 13. Esquema de um gerador elétrico de corrente alternada.

#### 4.6 TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Na transmissão de energia elétrica em longas distâncias é necessário que a tensão elétrica seja altíssima podendo chegar até 500 kV nas linhas de transmissão, para ter uma menor perda por efeito joule nos fios. Quanto menor for a corrente passando pelos fios menores serão as perdas e este fator pode ser observado pela seguinte expressão  $P=VI$ , onde  $P$  é potência  $V$  a voltagem e  $I$  a corrente, apenas a potência a ser aplicada que não muda, em resumo podemos observar que quanto maior a voltagem menor será a corrente presente nos fios.

Após a energia chegar ao local de distribuição deverá ser feito o rebaixamento de voltagem da mesma para ficar com uma voltagem adequada para o consumo nos equipamentos elétricos existentes nas casas e indústrias, e para este rebaixamento de tensão é utilizado os transformadores, este é um dos processos em que os transformadores são utilizados elevando a voltagem para ser transmitida de um lugar para outro ou fazendo com que a voltagem fique apropriada para o consumo através do rebaixamento de tensão.

## 5. PROPOSTAS DE METODOLOGIA DE ENSINO PARA O ENSINO MÉDIO

Para um melhor desenvolvimento do aluno nos estudos de física é preciso que o professor transmita os conteúdos de forma prática e de fácil compreensão. De acordo com o Castilho Piqueira e Marcelo Brunoro (2008) o aluno chega ao ensino médio achando tudo novo e empolgante e é aí que o professor tem que saber aproveitar esta empolgação e despertar nos alunos o interesse de aprender cada vez mais, mas o que acontece nem sempre é isto. Castilho Piqueira e Marcelo Brunoro (2008) buscaram pesquisar em foco os alunos do ensino médio especificamente na matéria de física, e concluiu que nem sempre o professor que leciona a matéria é formado na área não tendo um conhecimento vasto do conteúdo a ser aplicado aos alunos, mas o maior problema relatado é que as aulas começam a ficar monótonas e estressantes e acabam causando nos alunos desinteresse e antipatia com o conteúdo e com o professor.

Este trabalho propõe a elaboração de experimentos simples e de baixo custo para que possa ser executados em sala de aula pelos alunos com o auxílio do professor. É importante que o experimento seja de fácil confecção e de baixo custo para proporcionar acessibilidade a todos os alunos. Serão elaborados os seguintes experimentos: gerador, transformador e demonstração de consumo racional manipulando um multímetro.

### 5.1 MONTANDO UM GERADOR DE CORRENTE ALTERNADA

Os experimentos a seguir podem ser utilizados nas turmas do terceiro ano do ensino médio, nos conteúdos que trabalha a indução eletromagnética.

Materiais utilizados:

01 núcleo de ferro em forma de U 1,5 x 1,5 cm de espessura por 7 cm

02 núcleos de ferro em forma de I medindo 1,5 x 1,5 cm de espessura por 5 cm de comprimento

40 metros de fio nú 0,6 mm Ø

01 lâmpada 12 volts

01 lâmpada 220 volts

30 cm de mangueira de plástico de 2 cm Ø  
01 cola rápido tipo super bonder  
01 fita isolante  
01 imã em forma de bastão com 7 cm de comprimento  
01 pedaço de fio de 0,5 m de comprimento  
01 cola rápido tipo super bonder  
01 pedaço de madeira medindo 30 x 60 cm<sup>2</sup> com um furo no centro na bitola do prego  
02 pregos com 3 cm de comprimento  
01 alicate

#### Metodologia:

Todos os passos para a montagem do gerador podem ser observados em cada uma das seções da (figura 14) a seguir.

1º passo: isolar os núcleos de ferro com a mangueira para evitar o contato direto do enrolamento com a bobina e enrolar o núcleo com o fio nú fazendo então uma bobina com 150 espiras cada bobina.

2º passo: com o alicate dobrar um dos pregos fazendo com ele fique com o formato de uma manivela, no centro do imã colar os dois pregos sendo um na parte superior e o outro na inferior.

3º passo: fixar as bobinas no pedaço de madeira alinhadas com distancia de 8 cm entre cada uma delas, deixando o furo da madeira no centro entre as mesmas.

4º passo: colocar o imã entre as bobinas encaixando a prego alinhado no furo do pedaço de madeira fazendo com que o imã fique livre para girar entre as bobinas, como pode ser observado na (figura 14) na seção 4º passo.

5º passo: ligar em série as duas bobinas com um pedaço de fio e nas outras duas extremidades do fio do enrolamento conectar os fios que vem do multímetro e após este procedimento isolar as emendas com fita isolante para evitar a ocorrência de um possível curto circuito.

6º passo: este é o momento onde o professor e os alunos poderão observar o fenômeno da geração de energia elétrica através da indução acontecer, e para isto deve ser feito os seguintes procedimentos, ajustar o multímetro para a detecção da menor voltagem de corrente alternada possível e após este ajuste devera

movimentar o ímã em rotação, a partir de uma força manual aplicada no prego em forma de manivela fazendo com que o ímã alterne suas extremidades com as bobinas, em quanto este movimento permanecer haverá uma geração de energia elétrica com corrente alternada. Quanto a voltagem obtida no experimento se explica com base na lei de Faraday com a seguinte equação: —, esta equação deve ser aplicada para cada espira que compõe a bobina, em resumo o que acontece e que quando o ímã esta girando ele varia o fluxo do campo magnético no centro da bobina fazendo com que pelas espiras estabeleça corrente hora em um sentido e hora em outro sentido como determina a lei de Lenz.

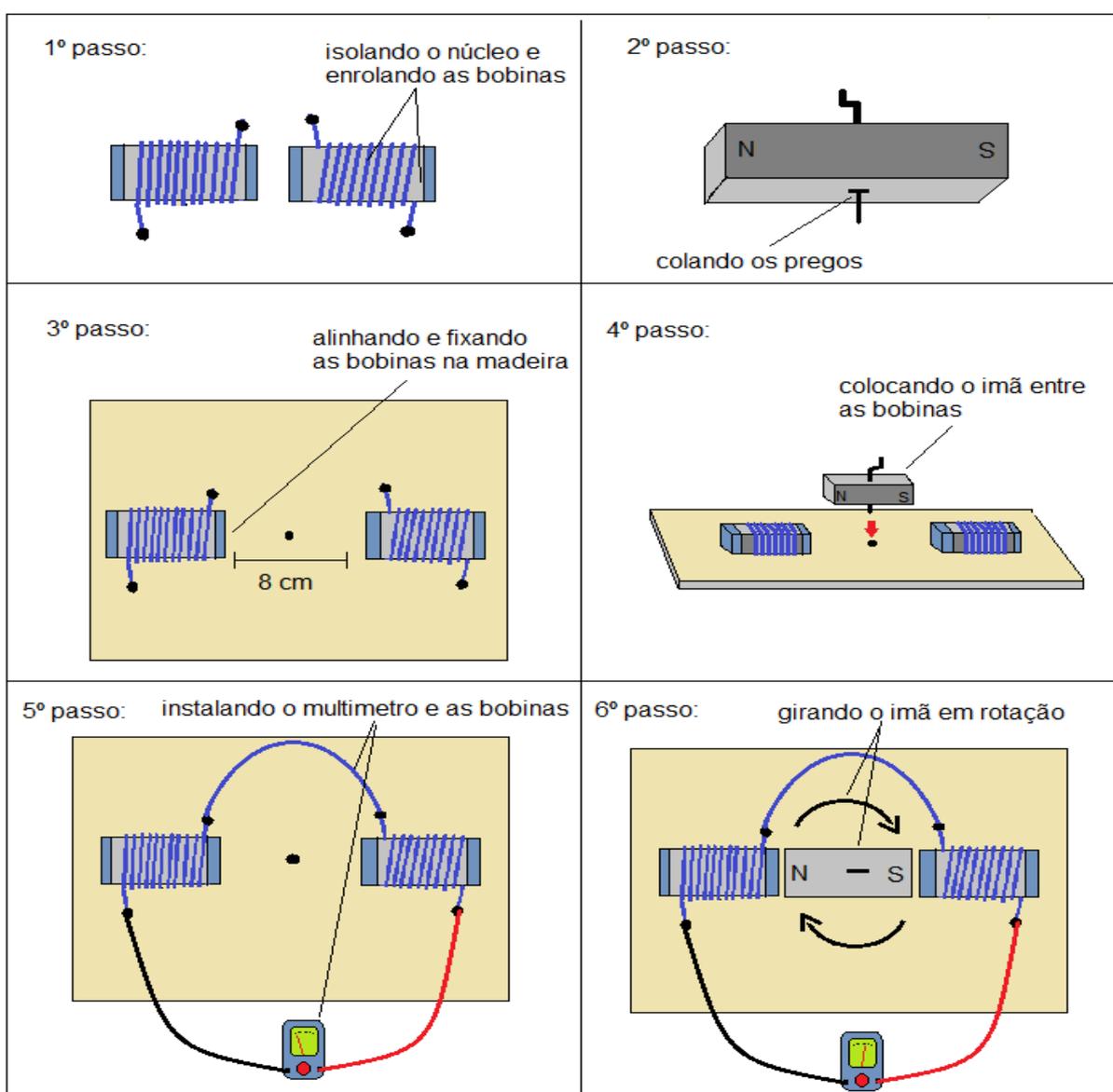


Figura 14. Montagem passo a passo de um gerador de corrente alternada.

## 5.2 MONTANDO UM TRANSFORMADOR ELÉTRICO

## Metodologia:

1º passo: com a mangueira de plástico, revestir as duas pontas do núcleo de ferro com o intuito de isolar para evitar o contato direto das espiras com o núcleo de ferro.

2º passo: com o fio nú, dar 300 voltas em uma das pontas do núcleo de ferro denominado primário e cortar o fio. Na outra ponta do núcleo de ferro denominado secundário, dar 100 voltas com o fio nú fazendo assim duas bobinas, sendo, uma bobina primária e outra secundária.

3º passo: fixar o sistema no pedaço de madeira com a cola rápida.

4º passo: nas duas pontas do fio da bobina primária, conectar o fio para ligar na energia e nas duas pontas do fio da bobina secundária, conectar a lâmpada de 12 volts e isolar as junções com fita isolante.

5º passo: ligar os fios da bobina primária na energia que irá criar uma variação do fluxo magnético no centro das bobinas, fazendo com que gere energia na bobina secundária com voltagem menor que a inserida na primária e assim a lâmpada ascenderá como mostra a figura (15).

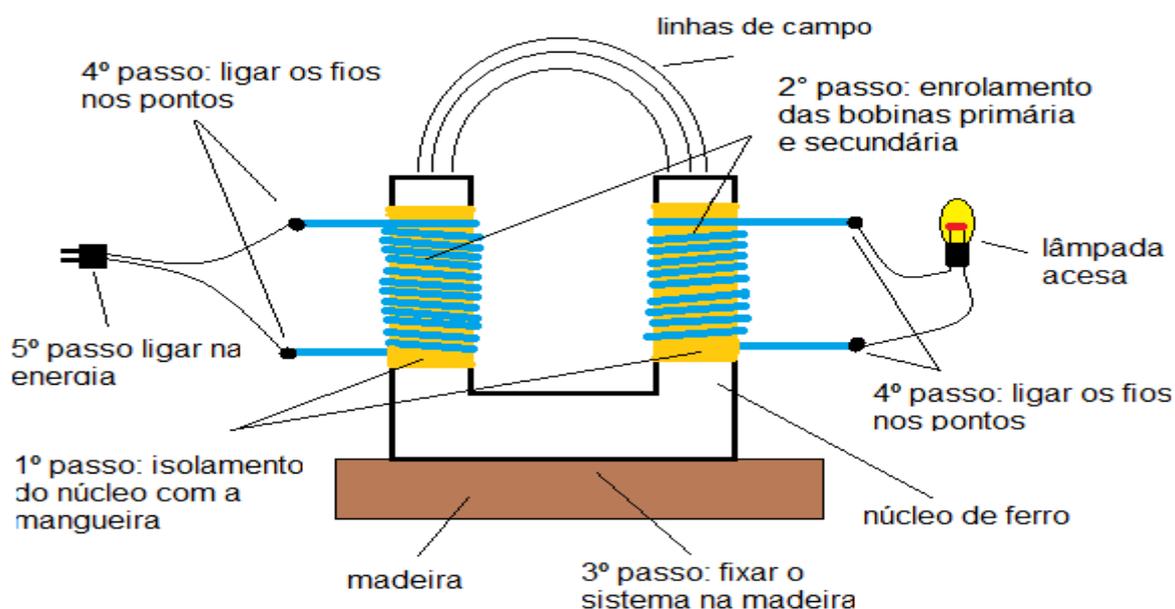


Figura 15. Transformador de rebaixamento de tensão.

Fazendo este tipo de ligação no transformador, ele ficará sendo um transformador de rebaixamento de tensão, caso queira um transformador para elevação de tensão basta inverter a ligação e substituir a lâmpada pela de 220 volts,

ficando então entrada de tensão no enrolamento secundário e saída no enrolamento primário como mostrado na figura (16). As respectivas voltagens obtidas serão de acordo com a equação (4).

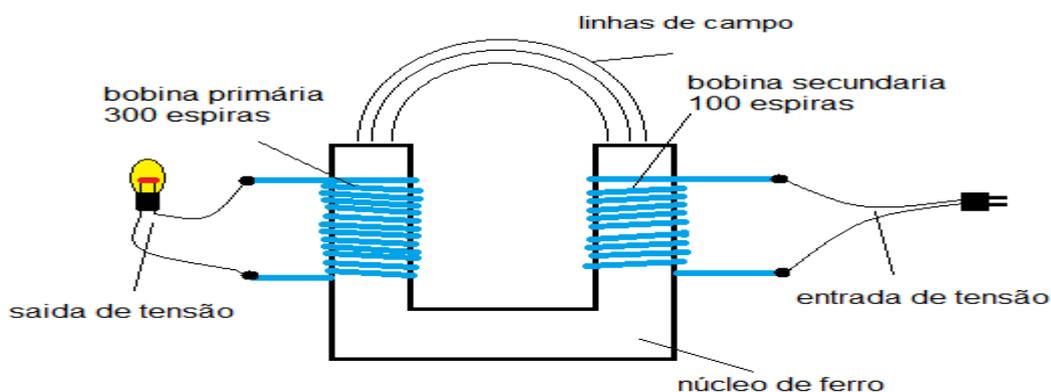


Figura 16. Transformador de elevação de tensão.

### 5.3 DEMONSTRAÇÕES DE CONSUMO RACIONAL

Como podemos notar a energia elétrica é muito importante para o ser humano, já que a energia elétrica é um bem indispensável para a vida este trabalho trás para os alunos algumas informações para que os mesmos possam ter uma visão aprofundada do termo energia e despertar neles um hábito de conscientização para um consumo racional, sendo estes hábitos simples que poderão ser realizados sem deixar de desfrutar dos luxos proporcionados por ela.

Mas para que uma pessoa possa começar a fazer um uso racional fazendo economia ele precisa saber o custo do funcionamento de cada equipamento elétrico ou eletrônico que possui, de acordo com Gaspar, (2008), para calcular o consumo de energia utilizaremos as seguintes equações:

$$P=I.U \quad (5)$$

$$T=P.\Delta t \quad (6)$$

$$\text{custo} = T. \text{tarifa} \quad (7)$$

Onde:

P= potência (w)

I= corrente (amperagem)

$U$ = tensão (volts)

$T$ = trabalho kW/mês (J)

$\Delta t$ = variação do tempo (horas)

Tarifa= valor cobrado por hora pela companhia de distribuição de energia por todos os kW de energia consumido (R\$)

Custo= valor final a ser pago por toda energia consumida no mês (R\$)

Para calcularmos o consumo de um equipamento devemos saber qual a potência, amperagem necessária para funcionamento e voltagem em que esta ligada, para isto basta olhar na etiqueta do mesmo e anotar suas características, e usamos então apenas as equações (6) e (7), mas se não for possível tirar leitura na etiqueta do equipamento então devemos ligá-lo em série com um multímetro para saber qual a amperagem utilizada no funcionamento, a ligação devera ser feita como mostra a figura (17). E utiliza se então as equações (5), (6) e (7).



Figura 17. Multímetro ligado em série com uma lâmpada.

Supondo que uma lâmpada ligada em série com um multímetro em 127 volts como mostrado na (figura 17) acima utilize 0,16 amperes para funcionar os cálculos de consumo fica da seguinte forma para um uso de 300 horas e com tarifa de R\$ 0.51:

$$P = 0,16 \cdot 127$$

$$P = 20,32 \text{ W}$$

Como as companhias elétricas cobram por kW então devemos transformar w para kW ficando.

$$P = 20,32/1000$$

$$P = 0,02032 \text{ kW}$$

$$T = p \cdot \Delta t$$

$$T = 0,02032 \cdot 300$$

$$T = 6,096 \text{ kW/mês}$$

$$\text{Custo} = T \cdot \text{tarifa}$$

$$\text{Custo} = 6,096 \cdot 0,51$$

$$\text{Custo} = \text{R\$ } 3,10$$

O caso acima é de um equipamento que em suposição não seria possível tirar leitura em sua etiqueta, mas quando possível os cálculos ficam apenas nas equações 2 e 3 e o uso do multímetro é dispensado.

Todos os experimentos propostos neste trabalho podem ser montados como no exemplo da imagem (18) que retrata uma bancada com multi-experimentos similares aos deste trabalho, e podem ser montados com os alunos em aulas de física.



Figura 18. Bancada multi-experimentos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a aplicação da bancada multi-experimentos apresentada neste trabalho espera-se que as aulas de física fiquem mais interessantes, além da mesma apresentar um potencial muito maior de transmissão de conhecimento significativo, pois o aluno poderá ver na prática vários fenômenos eletromagnéticos, e poder relacioná-los com o funcionamento de aparelhos eletrônicos presentes em seu dia-a-dia. Outro ponto positivo é que a confecção deste tipo de bancada é de baixo custo e de fácil montagem, permitindo aos professores de física propor aos seus alunos a confecção de suas próprias bancadas, exercitando a criatividade e aguçando a curiosidade pelo conhecimento científico e tecnológico dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Marisa Cavalcante; RODRIGUES, C Tavoraro; HAAG, Rafael. Experiências em Física Moderna. Experiências em Física Moderna. Física na Escola, v. 6, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/exper-fis-mod.pdf>> Acesso em: 15 maio 2012.

Brasil. Ministério da Educação. Brasília, DF, IDEB. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=273&Itemid=345](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=273&Itemid=345)> Acesso em 27 de abril 2011.

Brasil. Ministério da Educação. Brasília, DF, MEC. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em 27 de maio 2012.

GASPAR, Alberto. Física. 1. ed. São Paulo: Editora Ática, 2008.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. Estudos avançados, São Paulo, v.21, n. 59, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142007000100003&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100003&lang=pt)>. Acesso em 12 de maio 2012.

LIMA, A.C; BERTUOLA, A.C. Faça Você MESMO. Retro projeção do campo magnético. Física na Escola, v. 11, n. 2, 2010. Disponível em: <Retroprojeção do campo magnético>. Acesso em: 12 maio 2012.

MOSCA, Gene; TIPLER, Paul A. Eletricidade e Magnetismo, ótica. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC (livros técnicos e científicos), 2006.

MAXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz. curso de física. 6. ed. São Paulo: Scipione, 2005.

NÉSPOLI, W Aurélio. Educação escolar indígena. Uma experiência de ensino de física em educação escolar indígena. Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007. Disponível em: < <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a03.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2012.

PEREIRA, Moacir Souza Filho. et al. Eletricidade e magnetismo no Ensino Fundamental. Sugestões de experimentos referentes a eletricidade e magnetismo

para utilização no ensino fundamental. S.I, Física na Escola, v. 12, n. 1, 2011. Disponível em: < <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num1/eletromag.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2012.

RODRIGUES, Rogério Souza; GUSKEN, Edmilton; GONÇALVES, Alessandro Mundim. Brincando com correntes induzidas. Física na Escola , ano 12, n.2, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num2/a03.pdf>>. Acesso em 12 maio 2012.

Saltorato, Patrícia, Uma análise da reestruturação do setor elétrico nacional: ENEGEP, 22,2002, Curitiba-PR. Associação Brasileira de Engenharia de Produção Curitiba: [s.n] 23 a 25 de outubro de 2002.p.1-8. Encontro Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002\\_TR74\\_0671.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR74_0671.pdf)>. Acesso em 13 maio 2012.