



José Adolfo Mota de Almeida
Orientador: Prof. Dirceu da Silva

Relatório Final – F 809
Ensino da Lei de Lenz: Uma Proposta Experimental
&
Produção de vídeo didático para o ensino de eletrostática

Relatório apresentado ao Prof. José
J. Lunazzi como parte da disciplina
de F 809 – Instrumentação para
ensino

Novembro de 2003

Sumário

1.0 – Resumo.....	02
2.0 – Lei de Lenz	02
2.1 - Descrição da Montagem Experimental Básica.....	03
2.2 - Atividade 01 - Anel Condutor.....	04
2.2a - O que foi feito?.....	05
2.3 - Atividade 02 - Anel Condutor Cerrado.....	05
2.3a - O que foi feito ?.....	05
2.4– Atividade 03 - Anéis dispostos de tal forma que a corrente induzida no conjunto seja nula.....	06
2.4a - O que foi feito?.....	06
2.5 – Atividade 04 - Utilizando a corrente induzida num anel condutor para aquecer uma amostra de água.....	07
2.5a - O que foi feito?.....	08
3.0 - Produção de vídeo didático para o ensino de eletrostática.....	08
3.1 – Descrição da elaboração do eletroscópio de folhas seguro contra a umidade.....	09
3.1a – O que foi feito?.....	10
4.0 - Conclusão	11
5.0 - Referências	12
Apêndice 01 – Lei da indução de Faraday : Um tratamento quantitativo.....	13
Apêndice 02 – Anel condutor.....	13
Apêndice 03 – Anel condutor cerrado.....	14

1.0 - Resumo

O uso de atividades experimentais podem permitir que os alunos construam um conhecimento de forma ativa , essa aprendizagem significativa é discutida por vários autores (*Gil Perez, 1993*) , e neste trabalho, buscou-se desenvolver atividades e materiais didáticos seguindo uma ótica construtivista.

O projeto inicial para esse curso, consistia em duas parte principais, na primeira parte propusemos uma alternativa experimental para o ensino da Lei de Lenz, a qual poderia ser utilizada no ensino de nível médio e superior. A Segunda parte do projeto consistia na elaboração de um vídeo voltado para o ensino de eletrostática, no qual apresentáramos um Eletroscópio de folhas e algumas possibilidades da utilização do mesmo no ensino do eletrostática.

2.0 - Lei de Lenz

Quando um certo número de linhas magnéticas atravessam uma superfície – imagine uma superfície plana – determinada por uma espira condutora, chamamos essa configuração de Fluxo magnético ϕ_B . Sendo definido por:

$$\phi_B = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} \quad (\text{Caso especial , onde o vetor B é perpendicular ao Vetor A})$$

De acordo com o sistema internacional de unidades SI, as dimensões para o fluxo magnético são: Tesla – metro quadrado, sendo chamado de Weber (abreviatura Wb) , Onde:

$$1 \text{ Weber} = 1 \text{ Wb} = 1 \text{ T.m}^2$$

A simetria sempre encantou a humanidade, desde as figuras geométricas até às obras de arte. Foi utilizando a simetria que Michael Faraday chegou a Lei da indução em 1831, Faraday observou que quando um fluxo magnético que atravessa a área determinada por uma espira condutora varia, aparece uma força eletromotriz induzida na espira igual ao negativo da taxa de variação do fluxo. Traduzindo em termos matemáticos, temos:

$$\delta = - \Delta \phi_B / \Delta t \quad (\text{Lei de Faraday})$$

Exatamente três anos após Michael Faraday enunciar sua lei (*para melhor compreensão desta lei, consulte o apêndice 01*) , o físico Heinrich Friedrich Lenz elaborou uma regra para determinar o sentido da corrente que aparecia na espira devido a indução, tal regra foi denominada Lei de Lenz, que pode ser enunciada da seguinte forma:

Quando um fluxo magnético variável atravessar uma espira fechada, aparecerá uma corrente na espira que se oporá à variação de fluxo que a produziu.

2.1 - Descrição da Montagem Experimental Básica

A proposta experimental apresentada no projeto dividi-se em quatro atividades, sendo que todas utilizam a montagem básica.

A montagem experimental básica consiste numa espira condutora contendo uma haste de material ferromagnético em seu interior, a qual é ligada a um interruptor de campainha para finalmente ser ligada à rede elétrica (Por motivo de segurança , utilizamos um fusível de 5 A, Veja a figura 01)

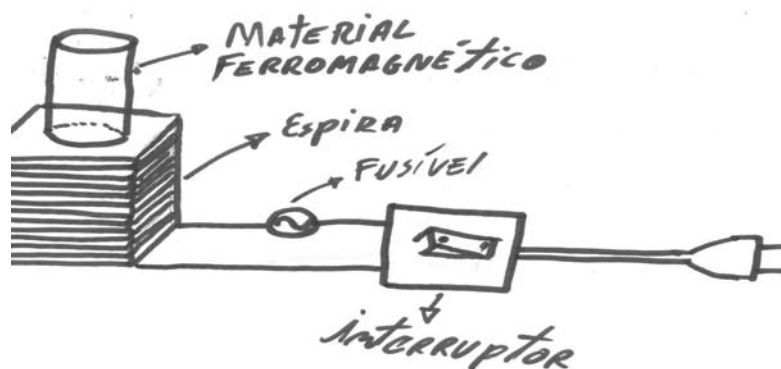


Figura 01 - Montagem experimental Básica.

Observação:

- A montagem experimental básica utilizada foi fornecida pelo coordenador da disciplina (Prof. José J. Lunazzi).

2.2 - Atividade 01 - Anel Condutor

Nesta primeira atividade, utilizou-se um anel condutor para fazer uma demonstração experimental do aparecimento da corrente induzida. Iniciamos com essa atividade por acreditar que o professor

pode apresentar o fenômeno para gerar uma situação problema e em seguida começar a discutir com os alunos as possíveis interpretações do fenômeno. Além disso, esta atividade apresenta um efeito visual interessante (O anel é lançado para cima, veja apêndice 02).

2.2a - O que foi feito?

- anel foi confeccionado com fio de cobre encapado;
- foram feitos teste (tudo funcionou exatamente como esperávamos, o anel é lançado para cima quando pulsa-se o interruptor)
- Além de utilizar o anel, pensou-se na possibilidade de utilizar alguns fluidos , para isso , recorreu-se a bibliografia no intuito de identificar qual solução que fossem boa condutora. Após identificar a solução e qual a concentração de máxima condutividade (ácido sulfúrico 0,5 g/L), fez-se vários testes com essa solução sem sucesso . Além da solução de ácido sulfúrico, testou-se uma solução de água com sal, o fracasso em ambos testes levou-nos a descartar a hipótese de utilizar fluidos nas atividades experimentais.

2.3 - Atividade 02 - Anel Condutor Cerrado

Após ter apresentado a anel condutor, o professor começa discutir com os alunos o que aconteceria caso o anel da atividade 01

fosse cerrado. Em seguida, o professor mostra o fenômeno e o discute com os alunos (Veja o apêndice 03) .

2.3a - O que foi feito ?

- anel condutor cerrado foi confeccionado com fio de cobre encapado;
- anel condutor cerrado foi testado (tudo funcionou como esperávamos, o anel não sofreu nenhuma modificação)

2.4– Atividade 03 - Anéis dispostos de tal forma que a corrente induzida no conjunto seja nula.

Esta atividade apresenta um efeito visual interessante que pode ser utilizado pelo professor, para gerar um conflito com as concepções prévias do aluno, pois, embora o anel envolva o material ferromagnético, seu arranjo faz com que a corrente induzida seja zero. Isto permite ao professor gerar uma situação problema, e atuar dentro de uma ótica construtivista (dirceu, silva ; 1996).

2.4a - O que foi feito?

- anel foi confeccionado com fio de cobre encapado;

- anel foi devidamente testado, funcionando perfeitamente (o anel nesta disposição não apresentou nenhuma modificação ao acionarmos o interruptor)

2.5 – Atividade 04 - Utilizando a corrente induzida num anel condutor para aquecer uma amostra de água.

Esta atividade experimental, certamente, apresenta um efeito visual muito interessante.

Utilizou-se dois anéis de diferentes raios que possuem uma canaleta onde podemos colocar uma amostra de água, este anel possui um cabo isolante térmico e elétrico para que possamos segura-lo sobre a espira (Veja a figura 02).

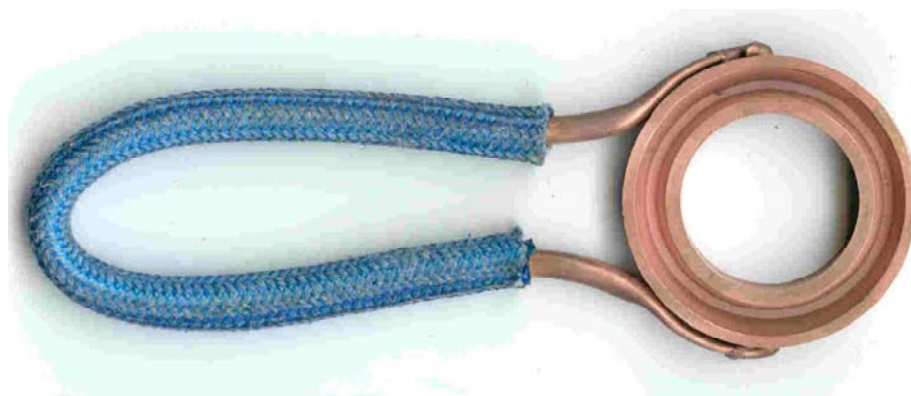


Figura 02 – Foto do artefato confeccionado para a atividade 3.4

2.5a - O que foi feito?

- anéis para esta atividade foram confeccionados com uma liga metálica (95% Cobre, 3% Cromo e 2% Berílio), tal liga metálica oxida 85% menos do que o cobre “puro” (A figura 02 apresenta uma fotografia do artefato).
- Embora o instrumento foi testado em uma bobina de 3000 espiras a 220 V (A bobina citada pertence a uma empresa de Campinas que não poderá ter sua identidade revelada) , neste teste foi possível aquecer a amostra de água até a ebulição. Contudo, os teste feitos com a bobina que dispusemos não apresentaram os mesmos resultados, o anel aqueceu pouco para levar a amostra de água à ebulição. Como não conseguimos uma bobina mais robusta, o experimento serviu simplesmente para demonstrar o aparecimento da força de repulsão. Pensamos em aumentar a tensão no intuito de melhorar a potencia, mas infelizmente não obtivemos resultados satisfatórios (o bobina não resiste a altas tensões).

3.0 - Produção de vídeo didático para o ensino de eletrostática.

Atualmente, existe um grande número de trabalhos e propostas que utilizam o eletroscópio de folhas, isto pode ser explicado pela facilidade encontrada na elaboração do mesmo, tal facilidade torna o eletroscópio de folha uma das ferramentas experimentais mais

utilizadas pelos professores do ensino médio. Porém, não encontramos a mesma facilidade quando buscamos um vídeo do experimento disponível na Internet. Alguns raros vídeos encontrados são de péssima qualidade técnica e didática, apresentando grandes falhas conceituais estes problemas apresentam-se como grandes obstáculos para a utilização destes vídeos como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem.

No projeto inicial , pretendíamos elaborar um vídeo sobre o eletroscópio de folhas à prova de umidade, buscando apresentar os conceitos segundo a ótica construtivista , para ao final disponibilizá-lo na internet.

3.1 – Descrição da elaboração do eletroscópio de folhas seguro contra a umidade.

Para construir um eletroscópio de folhas à prova de umidade, necessitamos dos seguintes materiais:

- Um recipiente de vidro com tampa feita de material dielétrico devidamente limpo;
- Um pedaço de fio de cobre;
- Duas tiras de papel alumínio;
- Um pedaço de filme de pvc.

Para retirar a umidade de dentro do vidro precisamos aquece-lo utilizando uma chama (Pode ser a chama de um fogão), em seguida, fazemos um furo na tampa do vidro onde colocaremos o fio

de cobre fazendo um gancho onde penduraremos as tiras de papel alumínio, no fechamento do vidro utilizamos o filme para reforçar a tampa contra a entrada de ar úmido.

3.1a – O que foi feito?

- A confecção do vídeo passou por duas partes principais; sendo que a primeira parte consistiu na elaboração de um roteiro , ensaio e filmagem; A segunda parte do trabalho foi a edição do vídeo, esta segunda parte contou com a brilhante ajuda do aluno Manuel e do Prof. José J. Lunazzi,
- Após consultarmos as normas de segurança sobre os critérios para utilização da chama no vídeo, acabamos desistindo de elaborar o vídeo à prova de umidade .
- A edição do vídeo foi feito através do software *Studio 8* , cedido pelo Prof. Lunazzi.
- Contamos com a participação do aluno Ebenezer fernandez como apresentador.

- As principais dificuldades encontradas durante as filmagens foram ocasionadas devido à nossa pouca intimidade com o equipamento de filmagem .
- O vídeo elaborado não apresenta os conceitos envolvidos, pois prima por mostrar o fenômeno permitindo ao professor discutir com os alunos os conceitos envolvidos. Assim, evitamos produzir um material de apoio didático que apresenta todas as respostas.
- Futuramente o vídeo poderá ser adquirido através da home page da disciplina (http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895)

4.0 - Conclusão

Todos os problemas que apareceram durante a realização deste projeto ajudaram-nos a aprender algumas estratégias de resolução de problemas. Para isso, acredito que todas as bibliografias ajudaram, mas nada se comparou à ajuda do orientador e da coordenador , ambos sempre dispostos e atenciosos.

A elaboração do vídeo permitiu um contato com meios importantes de produção de material didáticos, facilitando o acesso a pessoas e materiais muito importantes para produções futuras. Além disso, o resultado deste trabalho poderá ser utilizado por um grande número de professores e alunos, ajudando assim na construção do conhecimento de todos.

O ensino da lei de Lenz através de uma atividade experimental permiti ao professor tornar sua aula mais atrativa, facilitando assim a aprendizagem significativas de seus alunos.

Sem sombra de dúvidas, esse trabalho foi extremamente enriquecedor e acredito que poderia ser estendido a outros cursos, permitindo aos alunos de outras áreas do conhecimentos produzirem material didático de qualidade.

5.0 - Referências

- [1] O. Murani, "Tratado de Física", G. Gili, Barcelona, 1924. *General physics, with many line drawing pictures.*
- [2] Gil Perez, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de un Modelo de Enseñanza/Aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- [3] D. J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Third Edition, Prentice Hall .
- [4] J. R. Reitz, F. J. Milford, Fundamentos da Teoria Eletromagnética, Terceira Edição, Editora Campus.
- [5] P. Lorrain, D. Corson, e F. Lorrain, Electromagnetic Fields and Waves, Third edition, W. H. Freeman .
- [6] SILVA, D. e LATTOUF, R.(1996) Eletricidade: Atividade de Ensino Coerente com um Modelo Construtivista. Pro-posições,

Campinas SP, Special Issue: Educação em Física. Vol 7 N° 1(19): 1-57.

[7] Halliday, D., Resnick, R. e Walker, J. - Fundamentos de Física 3 - LTC Ed. SA - 4a ed. – 1996.

Apêndice 01 – Lei da indução de Faraday : Um tratamento quantitativo.

Podemos definir o fluxo magnético apresentado em (2.0) na forma da integral abaixo:

$$\phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$$

Logo, a força eletromotriz induzida na espira condutora pode ser dada por:

$$\delta = - d\phi_B / dt \text{ (Lei de Faraday)}$$

No caso de uma bobina de N espiras, temos:

$$\delta = - Nd\phi_B / dt \text{ (Lei de Faraday)}$$

Apêndice 02 – Anel condutor

Colocando o anel condutor sobre a espira de forma que o mesmo envolva o material ferromagnético, em seguida acionamos o interruptor gerando um fluxo de campo magnético através do anel, logo surgirá uma corrente induzida com um sentido tal que se oporá à variação de fluxo produzida pela espira. Finalmente , o anel e a espira se repelem causando um efeito visual interessante (O anel é lançado para cima).

Apêndice 03 – Anel condutor cerrado

Colocando o anel cerrado sobre a espira de forma que o mesmo envolva o material ferromagnético, em seguida acionamos o interruptor gerando um fluxo de campo magnético através do anel, os alunos perceberam que nada aconteceu, logo surgirá uma possibilidade para o professor discutir com os alunos o motivo pelo qual esse anel não foi lançado para cima, podendo assim direcionar as discussões para finalmente chegarem à lei de Lenz.