



ENSINO DE ELETROMAGNETISMO NA AMAZÔNIA UTILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Diorge de Souza Lima – diorge.lima15@gmail.com

Wellington da Silva Fonseca – fonseca@ufpa.br

Fabrcio José Brito Barros – fbarros@ufpa.br

Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí – Faculdade de Engenharia Elétrica

BR 422. Km 13, Canteiro de Obras UHE – Vila Permanente.

68.464-000 – Tucuruí - Pará

***Resumo:** A Universidade Federal do Pará no Campus Universitário de Tucuruí localizada a margem do Rio Tocantins em plena região Amazônica, desenvolve junto ao Programa de Extensão intitulado Laboratório de Engenhocas a intervenção no ensino de engenharia e a conscientização socioambiental dos discentes da instituição a partir de materiais alternativos e de baixo custo, demonstrando experimentos que auxiliam no aprendizado da física nos cursos de Engenharia. As experiências desenvolvidas no programa abordam princípios relacionados ao eletromagnetismo, ajudando na compreensão de conceitos físicos já adquiridos durante toda a carreira estudantil, essencial aos cursos de exatas. O intuito do presente trabalho é demonstrar experimentos desenvolvidos em sala no ensino de eletromagnetismo, assim como apresentar novas maneiras e aplicações de métodos para cursos de engenharia, proporcionando aos alunos autonomia na criação de experimentos que contribuam para o aprendizado de conceitos físicos a partir de materiais alternativos e recicláveis.*

***Palavras-chave:** Educação em Engenharia, Materiais Alternativos, Eletromagnetismo.*

1. INTRODUÇÃO

A qualidade de ensino está estreitamente associada à otimização da aprendizagem, cuja obtenção pode ser alcançada por meio da experiência prévia do aluno para a construção de novos conhecimentos, notando que ao se aplicar em atividades educacionais a experiência já adquirida, torna-se possível o preparo para etapas a serem vivenciadas pelo estudante (SILVA, 2012). Dessa forma, Integrantes do programa de extensão Laboratório de Engenhocas, possuem como objetivo e característica a apresentação de experimentos de física utilizando materiais alternativos e de baixo custo com abordagem lúdica e interativa. Assim, de acordo com Lima (2011), atividades a partir de experimentos alternativos nos permitem ampliação de conhecimentos em áreas específicas e proporcionam a disseminação desse conhecimento à comunidade acadêmica, possibilitando o que seria descartado como lixo, em instrumentos educacionais.

Porém, juntamente com a criação é necessário compreender alguns conceitos, como o de geradores eletrostáticos, que segundo Wadhwa (2007), convertem energia mecânica



diretamente em energia elétrica, onde as cargas elétricas são movidas contra a força do campo, assim maior energia potencial é obtida por meio da energia mecânica, ou então, que geradores eletrostáticos atingem tensões de milhões de Volt (FILHO & SILVA, 2004), essas tensões geradas podem ser armazenadas por um tipo de capacitor, como a garrafa de Leyden. Também envolvendo descargas elétricas, o gerador eletrostático de Kelvin, que funciona através de uma queda de gotas de água eletrizadas pode chegar a gerar descargas elétricas causadas por diferenças de potencial da ordem de milhares de volts. Essas aplicações podem ser facilmente compreendidas quando utilizamos o pêndulo eletrostático ou o eletroscópio de folha, pois os mesmos sofreram perturbações ao aproximar de descargas elétricas.

Dessa maneira, o presente trabalho tem por objetivo demonstrar a utilização de experimentos para o ensino de física com seus próprios protótipos em experiências como: gerador eletrostático de Van de Graaff (GEVG), pêndulo eletrostático, eletroscópio de folha, gerador eletrostático de Kelvin e garrafa de Leyden, todos estes como meio de demonstração de conceitos físicos e competências necessárias aos alunos de engenharia elétrica.

2. EXPERIMENTOS

2.1. Gerador Eletrostático de Van de Graaff

Nas pesquisas relacionadas ao campo da física moderna é necessária a utilização de elevadas tensões em aceleradores de partículas, lançando os elétrons contra núcleos atômicos e conseqüentemente provocando reações nucleares. Segundo Graaff (1935), sua tensão máxima obtida com esse tipo de gerador é inferior a 700 KV. Outro tipo de gerador é o de impulso, possibilitando testar a capacidade dos equipamentos elétricos em suportar tensões elevadas, verificando as condições de suportabilidade dos equipamentos. Esses aparelhos são necessários para a pesquisa e desenvolvimento de novos equipamentos elétricos e de materiais isolantes (SCHAEFER, 2008).

Para a construção do gerador de Van de Graaff com materiais alternativos, utilizou-se cano PVC, um motor de 12 V, latinha de refrigerante, dois roletes sendo um de teflon e outro de alumínio, um pedaço de madeira (10x15cm), uma correia de borracha e um cabo elétrico.

Movimenta-se a correia isolante que passa por dois roletes, um deles acionado pelo motor elétrico e outro localizado no interior da esfera metálica. A correia é eletrizada no rolete inferior e transporta as cargas até o interior da esfera metálica, onde são coletadas por pontas metálicas e conduzidas para toda a superfície da esfera. Durante o funcionamento do gerador ao aproximar o dedo ou um objeto condutor percebe-se leves descargas elétricas que ocorrem em razão da diferença de potencial. A Figura 1 demonstra o protótipo do gerador de Van de Graaff.



Figura 1. Gerador Eletrostático de Van de Graaff.

A coluna do gerador, que será o cano PVC, deve estar fixada ao suporte de madeira para evitar possíveis vibrações que consequentemente atrapalhe a eficiência do experimento. Na parte inferior da coluna, acoplado ao motor, deve estar o rolete de teflon, já na parte superior, o rolete de alumínio deve manter contato com a capsula por “escovas” feitas com o fio de cobre, seguindo o princípio do efeito das pontas.

Entre os dois roletes deve-se adicionar a correia, a mesma deve estar tensionada de maneira que a sua rotação seja a mesma velocidade dos roletes, que segundo Wadhwa (2007), deve-se manter uma velocidade entre 15 a 30 metros por segundo a um comprimento entre $2/3$ a $3/4$ da distância entre os centros dos roletes postos em seus devidos lugares.

2.2. Pêndulo Eletrostático

O pêndulo eletrostático pode ser usado para explorar definições como o acúmulo de cargas, eletrização de corpos, atração e repulsão entre as cargas elétricas que ajudam na compreensão de fenômenos físicos. Este experimento é formado por uma base não condutora, face de isopor, uma esfera de isopor envolvida com papel alumínio suspensa por uma linha costura. A linha é fixada ao canudo permitindo a liberdade da esfera de acordo com a Figura 2.



Figura 2. Pêndulo Eletrostático.

De acordo com Vieira (2006), a partir do pêndulo é possível observar a eletrização por indução, ocorrendo o rearranjo das cargas na esfera através da aproximação de um material eletrizado. Ao aproximar o pêndulo do gerador, a atração da esfera indica a existência de diferentes cargas, caso haja contato, haverá uma força de repulsão, demonstrando que o pêndulo adquiriu carga igual ao do gerador.

2.3. Eletroscópio de Folhas

O eletroscópio de folhas, demonstrado pela Figura (3), é composto por um frasco transparente fechado com um clipe transpassando a tampa para a extremidade superior adicionar uma esfera de isopor envolvida por um papel alumínio e na inferior duas retas paralelas fixando-se duas lâminas de papel alumínio, servindo como indicadores de carga. Deve-se tomar cuidado com a alta umidade interna do experimento, pois pode impedir a eficiência do experimento.



Figura 3. Eletroscópio de Folha.

Quando o eletroscópio estiver neutro, suas folhas estarão paralelas e próximas, ao aproximar um corpo eletrizado da esfera do eletroscópio, ocorrerá eletrização por indução, assim suas folhas ficarão com um excedente de cargas e se afastarão, segundo a lei de atração e repulsão das cargas (HALLIDAY, 2009).

2.4. Gerador Eletrostático de Kelvin

De acordo com Wadhwa (2007), quando uma gota é interrompida por correntes de ar, as partículas de água tornam-se positivamente carregadas e o ar negativamente carregado. Já mencionado em Lima (2011), esse princípio pode ser relacionado diretamente ao gerador eletrostático de kelvin, por apresentar descargas atmosféricas e diferença de potencial. O gerador eletrostático de Kelvin é considerado uma experiência importante para o aprendizado em física, permitindo visualizações de diversos conceitos e fenômenos como da eletrostática ou o estudo de materiais isolante. A umidade do ar também influencia no funcionamento deste gerador, em alguns momentos é interessante que seja passado um secador de cabelo em toda a estrutura e no ambiente ao redor do gerador, melhorando as condições de umidade.

Inicialmente é feito um suporte totalmente de PVC. Na parte superior coloca-se dois reservatórios com água, sendo estes aterrados e conectados a gotejadores que fornecerão o controle da saída do líquido passando pelas arruelas indutoras de 10 mm de diâmetro interno. A parte inferior do recipiente de água ficará com carga oposta a do indutor. As gotas ao descenderem, possuirão carga resultante de sinal oposto à carga do indutor colocado abaixo delas. Os recipientes coletores das gotas precisam ser isolantes elétricos, com o objetivo de evitar que as cargas acumuladas escoem para a terra. Os recipientes foram construídos introduzindo uma lata de alumínio no interior de um pedaço de cano de PVC com 250 mm de comprimento e 75 mm de diâmetro, a lata não pode tocar o solo. No interior de cada recipiente foi conectado um fio elétrico com uma pequena bola de papel alumínio em sua extremidade, sendo uma ligada em cada coletor. Outro fio conectado a cada coletor inferior deve ser ligado aos indutores, assim as cargas armazenadas nos coletores servirão para carregar os indutores.

O experimento é capaz de produzir altas tensões através da queda de gotas de água que são carregadas por meio de indução, armazenadas em recipientes isolados eletricamente, proporcionando uma descarga, arco elétrico, entre as extremidades dos fios condutores nos coletores. A carga inicial do gerador deve surgir espontaneamente devido ao atrito das gotas que caem com o ar. Porém, não é possível prever qual dos coletores será positivo e qual será negativo (ASSIS, 2004). A montagem deste experimento pode ser observada na Figura 4.



Figura 4. Gerador Eletrostático de Kelvin.

2.5. Gerraça de Leyden

Descoberta no século XVIII na cidade de Leyden em Holanda foi o primeiro capacitor de alta tensão utilizado, sendo a primeira forma prática encontrada para o acúmulo de significantes quantidades de carga elétrica. Antes utilizavam grandes condutores metálicos para armazenar carga somente em pequena quantidade. Com a garrafa de Leyden, quantidades suficientes para produzir fortes descargas elétricas poderiam ser armazenadas, colaborando ao melhor entendimento das propriedades da eletricidade. Atualmente, é apenas utilizada para experiências em laboratório, pois a maior utilização é de capacitores mais eficientes, já que a garrafa de Leyden perde carga com o tempo (QUEIROZ, 2000).

Para a montagem do experimento demonstrado pela Figura 5, inicialmente deve-se adicionar palhas de aço no interior da garrafa Pet, posteriormente, utiliza um fio de cobre de 8 mm de espessura para manter o contato entre o material interno da garrafa e uma bola de isopor envolvida por papel alumínio. Para isolar eletricamente o capacitor, deve-se envolver com papel alumínio a garrafa, evitando a fuga de carga pela parede do recipiente. Para evitar o acúmulo de umidade no experimento, é permitida a utilização de cola para isolar todos os orifícios da garrafa. A palha de aço no interior do frasco armazena os elétrons transmitidos através da bola de isopor e do fio de cobre.



Figura 5. Garrafa de Leyden.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades desenvolvidas através do projeto de extensão Laboratório de Engenhocas da Universidade Federal do Pará no Campus de Tucuruí mostram que usando experiências a partir de materiais alternativos e de baixo custo é possível desenvolver conceitos importantes no ensino de eletromagnetismo em engenharia, demonstrados nas experiências deste trabalho de forma simplificada. O projeto tem a proposta de facilitar o aprendizado de física na engenharia demonstrando aplicações da metodologia e intensificar a interação do aluno com atividades extracurriculares. Essa experiência pode ser desenvolvida em disciplinas de eletromagnetismo, podendo contribuir consideravelmente no aprendizado dos discentes dos cursos de engenharia.

Portanto este trabalho tem por objetivo demonstrar que é possível utilizar experimentos de baixo custo no ensino de eletromagnetismo nos cursos de engenharia, sendo possível em disciplinas laboratoriais com utilização destes experimentos junto a equipamentos industriais, que são bancadas didáticas adquiridas pela instituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, Juliano Camillo. Geradores Eletrostáticos: Esfera de Enxofre de Otto Von Guericke e Chuva Elétrica de Kelvin. Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2006/JulianoCassis_F809_RFcompleto.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2012.

FILHO, J. G. M., SILVA, S. L. R. Física Experimental Eletricidade - Magnetismo - Óptica. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/2979202/Apostila-de-Fisica-Eletricidade-Magnetismo-Optica>> Acesso em: 28 jun. 2011.



GRAAFF, R. J. V. Gerador Eletrostático: Patente de Número 1.991.236. Massachusetts, United States Patent Office. 1935, 12 p.

HALLIDAY, David., RESNICK, Robert., WALKER, Jearl. Fundamentos de Física: Eletromagnetismo. 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 419 p.

LIMA, D. S., SILVA, S. P., FERRAIOLI NETO, A. Utilizando materiais reciclados na formação de engenheiros eletricitas na Amazônia. Anais: XXXIX – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Blumenau, 2011.

QUEIROZ, Antônio Carlos M. A garrafa de Leyden. Disponível em: <<http://www.coe.ufrj.br/~acmq/leydenpt.html>> Acesso em: 27 jun. 2011.

SCHAEFER, Jose Carlos. Ensaio de Impulso Atmosférico e de Manobra. Disponível em: <http://www.fisicapotierj.pro.br/Raios/Sobre_Raios_%20e_Outros/EnsaioImpulsoAtmosferico.pdf> Acesso em: 27 jun. 2011.

SILVA, S. P., LIMA, D. S., SANTOS, H. N., SILVA, D. B., FONSECA, W. S., ALEIXO, V. F. . A Responsabilidade Socioambiental Estimulada Através da Metodologia PBL: Uma Experiência na Região Amazônica no Ensino de Engenharia. Anais: PAEE - Proceeds of Project Approaches in Engineering Education. São Paulo, 2012.

VIEIRA, Emerson Canato. Processos de Eletrização. Disponível em <<http://fisica.uems.br/arquivos/labfis2/eletrizar.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2012.

WADHWA, C. L. High Voltage Engineering. 2ª Ed. Estados Unidos: Editora New Age Internacional Publishers. 2007. P. 66.

TEACHING ELECTROMAGNETISM IN AMAZON BY USING LOW COST MATERIALS

Abstract: *The Tucuruí Campus of Federal University of Pará, located near the Tocantins River at Amazon region, provided engineering education and environmental awareness thought the Extension Program titled Contraptions Laboratory using low-cost alternative materials to teach physics in engineering courses. Experiences developed in the program address principles related to electromagnetism, helping students to review physical concepts already acquired throughout the student career. The aim of this work is to demonstrate experiments developed in the classroom for teaching electromagnetism, as well as presenting new ways and applications of methods for engineering courses, giving students autonomy in creating experiments that contribute to the learning of physical concepts from alternative and recyclable materials.*

Key-words: *Engineering Education, Alternative Materials, Electromagnetics.*