

DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FÍSICA NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4586

ANTONIO FRANCISCO DOS SANTOS SOUZA - assouz731@gmail.com
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Thamyris da Silva Evangelista - thamyris.evangelista@unifesspa.edu.br
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

NADSON WELKSON PEREIRA DE SOUZA - nadsonwelkson@unifesspa.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ

JULIETE DA SILVA SOUZA - julietesouza25@gmail.com
Universidade Federal de Campina Grande

Resumo: *O presente artigo tem por objetivo apresentar práticas laboratoriais desenvolvidas para a aquisição de competências necessárias à formação do engenheiro eletricitista nas disciplinas de física do curso de graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Para isso, são desenvolvidos experimentos de física com materiais de fácil aquisição ou readequados especificamente para uso nos experimentos propostos, a saber: Produção de energia por um painel solar simples, Mini bobina de Tesla e Gerador de Van de Graaff. O trabalho destaca a importância de integrar conceitos teóricos e práticos contextualizados através de experimentos. São detalhados os materiais empregados na construção dos protótipos, bem como os principais passos para sua execução. A criatividade na concepção e construção de experimentos utilizando materiais acessíveis, recicláveis ou readaptados é uma maneira de capacitar o estudante a identificar, formular e solucionar problemas no campo da engenharia, proporcionando-lhe a habilidade de ser um profissional reflexível e adaptável diante de diversas situações que demandam soluções práticas e seguras.*

Palavras-chave: *Experimento, baixo custo, práticas, física, aprendizado.*

DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FÍSICA NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores dificuldades vivenciadas em sala de aula é buscar aliar os conceitos teóricos à prática. Neste contexto, o ensino de Física e de outras disciplinas no curso de Engenharia Elétrica requer que seja fornecido aos alunos sólida base teórica para que desenvolvam projetos e aplicações práticas consistentes e ambientalmente responsáveis. Desse modo, é essencial usar metodologias que empreguem a realização de experimentos para melhorar o processo de ensino-aprendizagem no ambiente escolar (SOUZA et al., 2021).

(SILVA, 2022) destaca que é preciso que o discente participe diretamente do processo de construção do conhecimento, sendo o professor apenas um mediador entre o conhecimento e o aluno, apresentando questões norteadoras e desafiadoras para que o aluno possa construir o seu conhecimento, argumentando e elaborando cada etapa da sua aprendizagem. Além disso, é essencial que o pensamento crítico e analítico seja priorizado, especialmente, quando se trata dos assuntos abordados na disciplina de Física, pois é de fundamental importância que os alunos estejam motivados a conhecer e aprender os conceitos que fazem parte do seu dia a dia.

O ensino de Física e disciplinas afins é desafiador para a maioria dos docentes, pois enfrentam dificuldades em virtude de suas aulas serem abordadas em certa formalização matemática. Isso pode levar os alunos a não terem afinidade com a disciplina, fazendo com que a aprendizagem seja mecanizada por meio dos conceitos apresentados. (NASCIMENTO, 2020), afirma que isso pode desestimular os alunos, contribuindo para a evasão escolar.

Utilizar a experimentação no ensino pode conduzir os alunos a terem uma compreensão de que a Física não é uma matéria exclusivamente formada por equações e fórmulas que precisam ser decoradas. O uso de experimentos pode servir de motivação para os alunos e, em decorrência disso, ajudar na aprendizagem por meio das interações realizadas por tais experiências (EVANGELISTA, 2016).

Desse modo, o objetivo geral desse artigo é abordar o desenvolvimento de experimentos simples, de forma a diversificar as metodologias empregadas nas aulas ministradas na disciplina de Física no curso de Engenharia Elétrica voltadas à conceitos de voltadas à conceitos de eletricidade, tornando as aulas mais atrativas e motivadoras, tanto para os alunos, quanto para os professores. Este artigo está dividido em quatro seções, na segunda seção é apresentada a metodologia do trabalho. Na terceira seção são apresentados os resultados com a montagem dos protótipos. E por fim, na quinta seção, as considerações finais deste trabalho.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento da pesquisa foi realizado por meio de uma abordagem experimental que visa proporcionar uma imersão prática e direta, permitindo aos estudantes do curso de engenharia elétrica aplicar e consolidar os conceitos teóricos das disciplinas de física por meio da criação de Práticas Laboratoriais. Os experimentos são projetados de

forma a utilizar materiais prontamente disponíveis ou adaptados especificamente para os objetivos propostos. A integração de conceitos teóricos e práticos é enfatizada, garantindo que os estudantes compreendam a relação entre a teoria e sua aplicação prática. A contextualização é alcançada por meio da seleção de experimentos relevantes para o campo da engenharia elétrica, abordando de forma simples diferentes conceitos do campo profissional. Os materiais utilizados na construção dos protótipos são detalhadamente descritos, juntamente com as etapas principais para sua execução. Durante os experimentos, os estudantes são encorajados a exercitar sua criatividade, projetando e construindo experimentos utilizando materiais acessíveis, recicláveis ou reaproveitados. Essa abordagem visa capacitar os estudantes a identificar, formular e resolver problemas, desenvolvendo sua habilidade de pensamento crítico e solução de desafios no campo da engenharia elétrica. Os resultados obtidos fornecem uma base empírica para a compreensão dos fenômenos estudados e contribuem para a formação dos estudantes. Em resumo, a Metodologia Experimental aplicada nas práticas laboratoriais descritas neste estudo proporciona aos estudantes de Engenharia Elétrica uma abordagem prática e significativa para o desenvolvimento de habilidades, permitindo a aplicação dos conceitos teóricos em situações reais e preparando-os para enfrentar os desafios da engenharia com criatividade, reflexão e adaptabilidade.

3 EXPERIMENTOS PRÁTICOS

3.1 Experimento Prático I: Produção de energia por um painel solar simples

Com a expectativa do crescimento da demanda de energia elétrica, questões como a diversificação da matriz energética, uso de energias renováveis, a qualidade e a disponibilidade da energia para população, mitigação das perdas no sistema elétrico e etc., são questões importantes da sociedade atual que devem ter um espaço para serem debatidos em sala de aula (MOREIRA; GIOMETTI, 2008). Assim sendo, surgiu a proposta de realizar um experimento que emprega a luz solar a fim de apresentar aos alunos conceitos básicos da produção de energia elétrica por meio de fontes renováveis. Para a confecção desse experimento utilizou-se os componentes listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Lista de materiais usados painel solar.

Materiais	Quantidade
Chapa de PVC (para a base)	01
Chave ou furadeira	01
LEDs	06
Capacitor de 1µf 50V	01
Cola (opcional)	01
Ferro de solda (estanho)	01
Multímetro	01

Fonte: Autoria própria.

A ideia principal para este experimento é a aplicação de materiais simples, de fácil acesso e baixo custo. A chapa de PVC pode ser substituída por qualquer outro material que possua a mesma característica (plana e com certa resistência) como, por exemplo, um pedaço de papelão ou a capa de um caderno. Para este experimento, utilizou-se uma chapa de PVC pequena, com certa resistência (pouca maleabilidade) e área suficiente para comportar os LEDs, fez-se furos onde foram fixados 6 (seis) LEDs dispostos

adequadamente para se realizar as conexões em série e paralelo. Após as conexões dos terminais dos LEDs, foi acoplado um capacitor eletrolítico em paralelo aos nós do circuito. As etapas mencionadas são ilustradas na Figura 1.

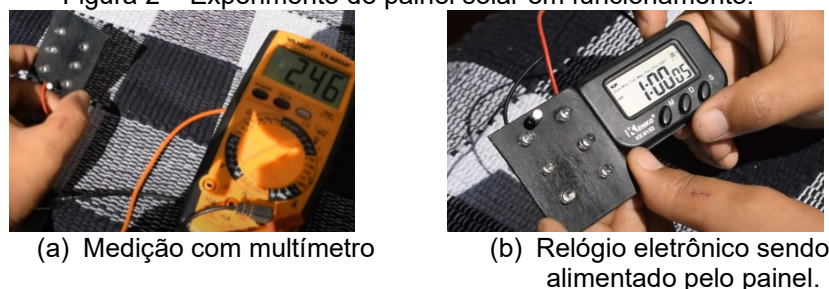
Figura 1 - Etapas da fabricação do painel solar simples.



Fonte: Autoria própria.

Devido à característica de junção PN na interface semicondutora, um LED é capaz de gerar energia elétrica pela captação de energia solar por meio do efeito fotovoltaico. Para comprovar o funcionamento do experimento foi usado um multímetro, em que as leituras realizadas indicam que o painel consegue gerar entre 2,5V – 3V, dependendo da incidência solar em sua superfície e que o sistema projetado é suficiente para realizar a alimentação de pequenos aparelhos, como o relógio eletrônico, ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Experimento de painel solar em funcionamento.



Fonte: Autoria própria.

3.2 Experimento Prático II: Mini bobina de Tesla

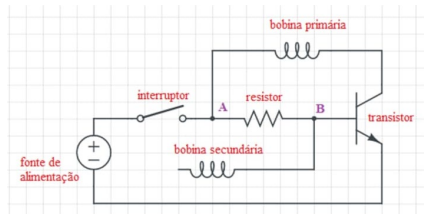
A bobina de Tesla é capaz de criar altas tensões (por meio do fenômeno de ressonância em circuito RLC) que têm capacidade de romper a rigidez dielétrica do ar, originando descargas variadas. Este funcionamento é possível pela transferência de energia entre dois circuitos, o primário e o secundário. A bobina é fundamentada pelas equações de Maxwell as quais explicam a interação entre a criação do campo elétrico pelo fato da presença de elétrons (LABURU, 1991).

Nesta metodologia, de acordo com Marques (2014), é possível o estudo de outros conceitos como:

- Quebra de rigidez dielétrica do ar;
- Circuitos ressonantes e transmissão de energia pelo ar;
- Ionização de gases e relâmpagos artificiais;
- Geração, transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas.

A ideia da mini bobina consiste no circuito ilustrado na Figura 3, funcionando como um oscilador eletromagnético, esquema simulado no *Multisim Live Online Circuit Simulator*.

Figura 3 - Circuito da mini bobina de Tesla.



Fonte: Autoria própria.

De forma a ilustrar este funcionamento prático aos estudantes, foi proposto desenvolver uma mini bobina de Tesla. Com esse experimento foi possível ascender uma lâmpada fluorescente a uma pequena distância da bobina, sem esta estar conectada a qualquer circuito. A ideia da mini bobina consiste no circuito oscilador eletromagnético. Para a fabricação da mini bobina foi usado os materiais apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Lista de materiais da mini bobina de Tesla.

Material	Quantidade
Fonte de alimentação	01
Interruptor	01
Resistor de 22 k Ω	01
Transistor (modelo 2N2222A)	01
Bobina	01
Cano de 25 cm x 12 cm	01
Fio de cobre esmaltado de 1,2 mm de espessura	01
Fio de cobre esmaltado 60/40	01
Fita adesiva	01
Cola seca rápido	01

Fonte: Autoria própria.

O processo de fabricação iniciou fazendo furos nas extremidades do cano de 12 cm. Em seguida, passa-se o fio de cobre esmaltado por uma das extremidades do cano, deixando aproximadamente 10 cm de espaço e, logo após, o fio é enrolado até cobrir todo o cano, para não soltar, passa-se cola seca-rápido. Ao cobrir todo o cano, realiza-se novamente a passagem do fio pelo furo da outra extremidade, deixando cerca de 10 cm de fio sobrando. Após enrolar todo o cano de 12 cm com o fio esmaltado de 1,2 mm, faz-se a espira primária com o fio esmaltado 60/40 usando como medida o próprio cano já enrolado com o fio 1,2 mm. Em continuação, realizou-se a montagem do circuito.

- Inicialmente, fez-se uma extensão para o conector da bateria, enroscando uma ponta na outra onde são soldadas e isoladas com fita isolante, prendendo a ponta do fio preto no interruptor.
- Nesta etapa, serão conectados o interruptor e o transistor.
- O próximo passo é soldar na ponta do fio laranja o resistor e mais um fio laranja formando um Y.

Por último, realizou-se a montagem do circuito. As etapas citadas podem ser vistas na Figura 4.

Figura 4 - Etapas de construção da mini bobina de Tesla.

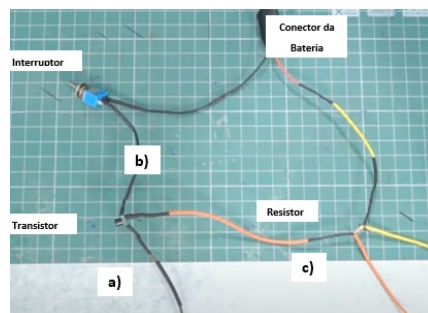


(a) Enrolando o fio de cobre esmaltado no cano de PVC

Fonte: Autoria própria.



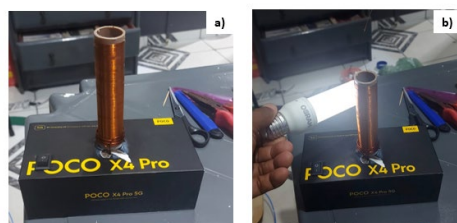
(b) Bobina primária.



(c) Conexões do circuito.

O resultado está ilustrado na Figura 5 Bobina (a) Desligada, (b) Ligada. Demonstrando que por meio da geração de ondas eletromagnéticas é possível acender uma lâmpada fluorescente (mesmo queimada) sem conexões de condutores. Esse experimento, proporcionou o ensino de conceitos relacionados a: quebra de rigidez dielétrica do ar; circuitos ressonantes e transmissão de energia pelo ar; ionização de gases e descargas artificiais e a geração, transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas.

Figura 5 - Mini bobina - a) deligada b) ligada



Fonte: Autoria própria.

3.3 Experimento Prático III: Gerador de Van de Graaff.

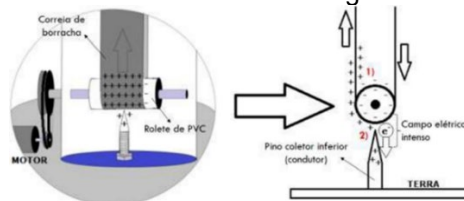
De acordo com (SAMPAIO E CALÇADA, 2005), nos anos de 1930, o gerador de Van de Graaff era uma ferramenta importante para o aprendizado dos princípios da eletrostática. Dessa forma, pequenas versões do gerador de Van de Graaff são frequentemente usadas para demonstração sobre eletricidade, produzindo o efeito, por exemplo, de arrepiar os cabelos de quem toca no topo do gerador, isolado da terra.

Segundo (MIRANDA, 2019), o gerador de Van de Graaff, é capaz de transformar energia mecânica em energia eletrostática. O princípio de funcionamento é baseado em três princípios pertinentes à eletricidade, que são: a eletrização por atrito, a indução eletrostática e a repulsão eletrostática. Para o autor, o passo-a-passo do funcionamento se dá da seguinte forma:

1. Ao acionar o motor, o rolete inferior entra em rotação, movendo também a correia transportadora; ambos se eletrizam (com cargas de sinais opostos) devido ao forte contato (efeito triboelétrico) entre o rolete e a correia (Figura 6);

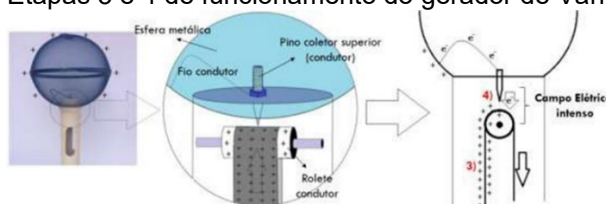
2. As cargas negativas na superfície do rolete repelem as cargas negativas do pino coletor inferior, obtendo assim um intenso campo elétrico; com isso o ar se torna condutor e elétrons são "expulsos" da parte externa da correia, deixando-a completamente positiva (Figura 6);
3. As cargas positivas, que se aderiram à correia na parte inferior do gerador, chegam à parte superior pelo movimento da correia (Figura 7);
4. Com a presença da carga positiva, o campo elétrico entre o pino coletor superior e a correia se intensifica e elétrons fluem, através de um fio, da esfera para a correia; neutralizando-a. O processo se repete e a carga positiva na esfera vai se intensificando (Figura 7).

Figura 6 - Etapa 1 e 2 de funcionamento do gerador de Van de Graaff.



Fonte: Miranda (2019).

Figura 7 - Etapas 3 e 4 de funcionamento do gerador de Van de Graaff.



Fonte: Miranda (2019).

Com fins didáticos, um protótipo foi construído. Os materiais utilizados para a montagem são de baixo custo e fácil obtenção, cumprindo com um dos objetivos: um método fácil de obter um gerador para ensino sobre os conceitos de eletrostática em sala de aula. Os materiais usados para montar o experimento, são destacados na Tabela 3.

Tabela 3 – Lista de materiais do Gerador de Van de Graaff.

Material	Quantidade
Motor de máquina de lavar, polias e correia	01
Base de madeira 30cm x 50cm	01
Suporte de madeira 10cm x 5cm	02
Cap de PVC 150mm	02
Cano de PVC 150mm 1 metro comprimento	01
Cap de pvc 3/4	04
Cano de PVC 3/4, 10cm comprimento	01
Fita veda rosca	02
Rolamentos de skate	06
Abraçadeiras (para os rolamentos)	02
Barra rosqueada (8mm) 30cm	01
Barra rosqueada (8mm) 40cm	01
Porquinhos para a barra rosqueada	16
Arruelas para a barra rosqueada	02

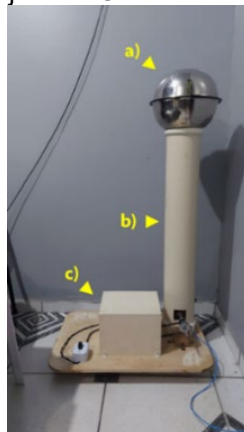
EVA para correia interna	02
Cubo de alumínio (Bicicleta)	01
Fio de cobre	1 metro
Bacias de alumínio	02
Fita isolante	02
Cola instantânea	01
Pedaço de chapa de alumínio (ou fios)	
Parafusos pequenos (para pender as cantoneiras)	30
Rodas de silicone para a base.	4

Fonte: Autoria própria.

Pode-se dividir o experimento em três elementos principais, sendo estes:

- Cúpula de descarga: trata-se de um condutor metálico, com o corpo num formato esférico, oco, e que fica apoiado sobre uma coluna isolante, conforme ilustra o destaque (a) da Figura 8.
- Correia transportadora de cargas: é uma correia não condutora, contínua, que circula por cima de uma polia que não conduz energia, destaque (b) da Figura 8.
- Base: sistema de engrenagens que pode colocar a correia transportadora em movimento. Este sistema poderá ser acionado manualmente (acionado somente por uma manivela simples) ou por um motor elétrico que ficaria acoplado às engrenagens de transmissão, localizadas na base do experimento, destaque (c) da Figura 8.

Figura 8 - Projeto do Gerador de Van de Graaff.



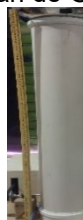
Fonte: Autoria própria.

Descritos os materiais, pode-se agora delimitar as etapas para construção de um gerador caseiro e de baixo custo. Cada etapa aplicada estará contextualizada em um parágrafo. Para a base, foi utilizada um pedaço de folha de compensado 70cm x 50cm, x 2cm, e dois cubos de madeira de 10cm de altura, em que será preso o rolete inferior do gerador. Já a coluna foi feita a partir do tampão de 150mm de diâmetro preso à base, em seguida encaixa-se o Cano PVC de 97 cm comprimento x 15 cm de diâmetro, como ilustrado na Figura 9 (a) e (b).

Figura 9 - Etapas de montagem do Van de Graaff



(a) base do gerador



(b) Coluna do gerador

Fonte: Autoria própria.

Para a parte metálica do gerador, foram necessárias duas vasilhas de alumínio de 30cm de diâmetro x 12cm de altura. Uma das vasilhas foi cortada ao centro para poder encaixar na coluna. O corte foi feito com o auxílio da mini retificadora. Foi marcado o diâmetro do corte, que possui o mesmo diâmetro do cano PVC. Em seguida, com o manuseio de uma retificadora. Foi feito o furo com o mesmo diâmetro do tampão da coluna vertical de PVC e, após isso, juntou-se as duas vasilhas com fita isolante, a fim de deixá-las no formato próximo de uma esfera, Figura 10.

Figura 10 - Etapas de construção da parte esférica do gerador.



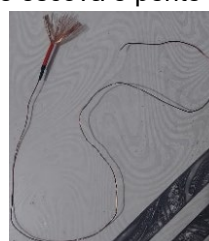
Fonte: Autoria própria.

A escova foi confeccionada com a junção de uma pequena placa de alumínio feita de latinha de refrigerante e um pedaço de aproximadamente 5 cm de fio de cobre flexível. O fio foi desencapado na ponta a fim de desfiá-lo. Os dois itens foram conectados por um parafuso e braçadeiras feita do próprio alumínio, a escova fica presa por um parafuso próximo ao rolete superior do gerador, aproximadamente 1 cm, sem que o mesmo toque na correia na parte superior do gerador. Para o pente coletor, utilizou-se um pedaço de 20 cm de fio de cobre rígido com um pequeno pedaço de fio flexível. O fio flexível (desfiado) é preso a uma das extremidades do fio rígido. O pente coletor deve ficar na parte inferior do gerador, próximo ao rolete inferior, cerca de aproximadamente 1cm sem que toque na correia, conforme observa-se na Figura 11.

Figura 11 - Etapas de construção da parte escova e pente do gerador.



(a) Escova para o rolete superior



(b) Pente coletor

Fonte: Autoria própria.

Para os roletes foram construídos dois tipos, o superior a partir de um pedaço de um cano de alumínio de 25 polegadas; dois rolamentos de skate, de $\frac{1}{4}$, no qual foram

encaixados nas extremidades do cano, para que a barra de 3/8 possa atravessá-lo. Já o segundo rolete, que fica na parte inferior do gerador, foi construído com um pedaço de cano PVC de 10 cm de comprimento, dois tampões de 25 polegadas e quatro rolamentos de skate. A superfície do rolete foi coberta por uma faixa de EVA de 8 cm de largura, em seguida uma outra faixa sobreposta à primeira de 4 cm e, por fim, mais uma faixa de 3 cm. Para finalizar, aplica-se umas 20 voltas, aproximadamente, de veda rosca por toda extremidade central do rolete. Para evitar que o veda rosca se solte, reforça-se as extremidades com fita isolante, Figura 12 (a). Para a correia, aplica-se EVA em sua confecção. A aplicação deve ser feita colando pedaços com largura de 8 cm e com comprimento idêntico ao padrão da folha de EVA. Deve-se realizar cortes diagonais na confecção e o tamanho máximo do comprimento deve ser 90 cm, conforme ilustrado na Figura 12 (b).

Figura 12 - Etapas de construção dos roletes e correia do gerador.



(a) Roletes

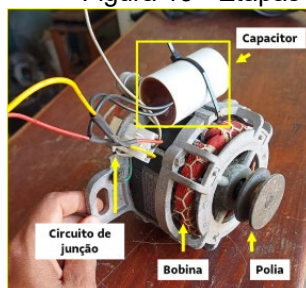
Fonte: Autoria própria.



(b) Correia.

O motor elétrico aplicado, foi reaproveitado de uma máquina de lavar roupas, sendo este do tipo assíncrono monofásico. Como os motores monofásicos não são providos de torque para a partida, o torque é assegurado pela adição de uma bobina de partida defasada de 90° em relação à bobina principal. A defasagem é conseguida pela adição de um capacitor em série com a bobina auxiliar, conforme observa-se na Figura 13 (a). Uma outra etapa do gerador a ser montada é a base. Nela, fixa-se o tampão de 150 mm e os suportes de madeira, onde será fixado o rolete inferior juntamente com a coluna (suporte). A coluna abriga os roletes inferior e superior, a escova, o pente coletor, correia e esfera metálica. Dois cortes são feitos em uma das extremidades do cano PVC para encaixar o rolete superior. Esses cortes precisam ter a mesma profundidade. Antes de fixar o rolete, colocamos a correia nele e esta deve abraçá-lo; as porcas do rolete servem para fixá-lo no cano, conforme ilustrado na Figura 13 (b).

Figura 13 - Etapas de montagem do motor e base do gerador.



(a) Motor

Fonte: Autoria própria.



(b) Preparando a base

Em seguida encaixa-se o cano (coluna) no tampão preso à base. Na parte superior da coluna, prende-se o rolete superior e na parte inferior, atravessa-se o rolete inferior através da coluna nos cortes retangulares de 10 cm x 7 cm. Os roletes devem ficar por dentro da correia e, em seguida, fixa-se o rolete inferior nos suportes de madeira e o superior prendendo-os com porca e arruelas, conforme ilustrado na Figura 14 (a). Depois de fixado o rolete inferior no suporte de madeira, aplica-se uma roldana no rolete para que a mesma receba a correia do motor que também foi fixado à base com quatro suportes de aço em formato de L, com o funcionamento do motor a correia irá girar o rolete inferior que através da correia interna da coluna do gerador fará girar o rolete superior, como pode-se observar na Figura 14 (b).

Figura 14 - Etapas de montagem dos roletes, correia e fixação do motor do gerador.



(a) Montagem dos roletes e correia

(b) Fixando o motor e roldana no rolete inferior

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, fixou-se o pente coletor à esfera metálica e, para isso, utilizou-se fita isolante. É importante que o pente coletor esteja muito bem conectado a esfera. Encaixa-se a esfera no topo da coluna e o pente coletor não deve encostar-se à correia, mas precisa estar próximo a ela para assim, poder coletar a carga e distribuir pela superfície da esfera, conforme observa-se na Figura 15 (a). Por fim, fez-se um caixote para esconder o motor e, em seguida, colocou-se as rodas de silicone sobre a base, fixou-se um dínamo de ventilador para ligar e controlar a velocidade do motor. Para todas as etapas de montagem do gerador foram utilizados parafusos com roscas que são simples de instalar, o que torna a montagem e desmontagem do gerador prática. É importante verificar que a coluna esteja firme, na Figura 15 (b), é possível verificar o protótipo desenvolvido.

Figura 15 - Etapas de montagem final do gerador.



(a) Pente coletor e esfera

(b) Gerador finalizado.

Fonte: Autoria própria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de experimentos promove o interesse dos alunos, estimulando sua curiosidade e engajamento com os conceitos científicos abordados. Ao vivenciar a aplicação desses conceitos na prática, os estudantes podem relacionar de forma mais significativa a teoria com a realidade, compreendendo a importância e a utilidade dos conhecimentos adquiridos. Além disso, os experimentos estimulam o pensamento crítico e a resolução de problemas. Ao enfrentarem desafios práticos, os alunos são incentivados a analisar, interpretar e solucionar questões complexas, desenvolvendo suas habilidades de raciocínio lógico e capacidade de encontrar soluções inovadoras. É importante ressaltar a importância da utilização de experimentos como uma estratégia de ensino eficaz.

Por meio da experimentação, os alunos podem explorar, descobrir e aprender por meio da própria experiência, o que contribui significativamente para a retenção do conhecimento. Em conclusão, a possibilidade de utilizar materiais acessíveis, recicláveis ou reaproveitados torna essas práticas laboratoriais viáveis em diferentes contextos educacionais, tanto para instituições com recursos limitados quanto para instituições mais bem equipadas. A flexibilidade dos experimentos permite que sejam adaptados de acordo com as necessidades e disponibilidade de recursos de cada ambiente educacional, garantindo sua aplicabilidade em diferentes contextos.

Portanto, a incorporação da criação de experimentos é fundamental para capacitar os estudantes de Engenharia Elétrica, tornando-os profissionais reflexivos, adaptáveis e preparados para enfrentar desafios práticos de forma segura e eficaz.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA e a Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Estudantis – PROEX.

REFERÊNCIAS

EVANGELISTA, T. S. et al. Protótipo de um dinamômetro usando Arduino e material de sucata para aulas de laboratório de física como estudo de caso da ABP.

Anais: XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2016), Natal (Brasil), 2016.

LABURU, E. Carlos, ARRUDA, M. Sérgio. **A construção de uma bobina de Tesla para uso e demonstrações em sala de aula.** Cad. Cat. Ens. Fis, Florianópolis, 8(1): 64-75, abr. 1991.

MARQUES, Gustavo. **Bobina de Tesla: Dos Circuitos Ressonantes LC aos Princípios das Telecomunicações**, Campinas - SP, 2014. Disponível em:

https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2002/981298GustavoP_DavidM_Bobina.pdf. Acesso em: 31 de maio de 2023.

MIRANDA, T. A. **Projeto de um gerador eletrostático de Van de Graaff e aplicações no ensino de eletrostática.** 2019. 149f. (Mestrado)- Curso Ensino de Física,

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/12/teses/877721.pdf>. Acesso em: 28 maio 2023.

MOREIRA, H. M.; GIOMETTI, A. B. dos R. Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa. Contexto internacional, v. 30, p. 9-47, 2008.

NASCIMENTO, J. **Quais são as causas da evasão no ensino superior.** CRM Educacional, 2020. Disponível em: <https://crmeducacional.com/quais-sao-as-causas-da-evasao/>. Acesso em: 19 de abril de 2023.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C.S. **Universo da Física 3.** 2. ed., São Paulo: Editora Atual, 2005.

SILVA, M. A. **O ensino da Física para alunos do ensino médio.** Brasil Escola, 2022. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/o-ensino-fisica-para-alunos-ensino-medio.htm>. Acesso em 20 de maio de 2023.

SOUZA, N. C. de. *et al.* Sistema de monitoramento de temperatura, umidade e luminosidade para uso em pequenas plantações do sertão paraibano. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 49., 2021, Minas Gerias. COBENGE. [S.L.]: Cobenge, 2021. p. 1-14.

DEVELOPMENT OF LOW-COST EXPERIMENTAL ACTIVITIES FOR TEACHING PHYSICS IN THE ELECTRICAL ENGINEERING COURSE

Abstract: The present article aims to present laboratory practices developed for the acquisition of skills necessary for the training of electrical engineering students in the physics disciplines of the Electrical Engineering undergraduate program at the Federal University of Southern and Southeastern Pará. For this purpose, physics experiments are conducted using readily available materials or specifically adapted for use in the proposed experiments, namely: the production of energy by a simple solar panel, mini Tesla coil, and Van de Graaff generator. The work highlights the importance of integrating contextualized theoretical and practical concepts through experiments. The materials used in the construction of the prototypes, as well as the main steps for their execution, are detailed. Creativity in designing and constructing experiments using accessible, recyclable, or repurposed materials is a way to empower students to identify, formulate, and solve problems in the field of engineering, providing them with the ability to be reflective and adaptable professionals in various situations that require practical and safe solutions.

Keywords: Experiment, low cost, practices, physics, learning.