

BOBINA DE TESLA - “UMA ABORDAGEM PRÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL DO ELETROMAGNETISMO”

E. B. Cabral¹, T. F. Souza², João F. L. Freitas³

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Centro Acadêmico do Agreste – CAA

¹Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF /CAA

^{2,3}Núcleo Interdisciplinar de Ciências Exatas e Inovação Tecnológica

¹boteeduardo@hotmail.com, ²thatyara@gmail.com, ³joao.flfreitas@ufpe.br

RESUMO: A proposta desse trabalho consiste em desenvolver uma bobina de Tesla com material de baixo custo e de fácil aquisição, apresentando as etapas de montagem e aplicação da mesma em sala de aula. Com o intuito de aprimorar de forma mais sofisticada o ensino de Física, focando nos aspectos fenomenológicos e cotidianos, além de promover ligação com outras áreas da ciência em geral. O que vem a favorecer uma aprendizagem significativa. Além disso, com desenvolvimento desse projeto é possível trabalhar conteúdos de Física em vários níveis de conhecimento, graças a demonstração de fenômenos raros e específicos que vão desde capacitância, corrente alternada, campo eletromagnético, indução eletromagnética, ressonância, rigidez dielétrica do ar, até aos efeitos fisiológicos do choque elétrico, emissão de ondas de rádio, circuitos ressonantes, ionizações de gases, produção de ozônio, entre outros.

Palavras-chave: Bobina de Tesla, Eletromagnetismo, Ensino de Física, Inovação na Educação

INTRODUÇÃO

Os fenômenos revelados pela natureza nos convidam a buscar compreendê-los. Em geral, nas escolas, os conceitos por trás desses fenômenos são introduzidos por meio da disciplina Física. Enquanto alguns professores utilizam uma prática pedagógica onde prevalece o caráter tradicional, é possível, também, introduzir práticas experimentais atreladas ao desenvolver do conteúdo trabalhado em sala de aula. A fenomenologia no ensino da Física pode ser considerada, justamente, o caminho que mais envolve os estudantes, sendo capaz de despertar grande interesse em desenvolver um aprendizado significativo.

As dificuldades enfrentadas pelo professor de Física em sua prática pedagógica, principalmente as relacionadas com a questão do interesse por parte dos alunos, podem ser minimizadas com

o auxílio de uma metodologia de cunho prático. Propomos neste trabalho o desenvolvimento de uma bobina de Tesla, com materiais acessíveis e de baixo custo (até mesmo recicladas), para compor a exposição desde conteúdos específicos até conectados outras áreas da ciência, tais como: capacitância, corrente alternada, campo eletromagnético, indução eletromagnética, ressonância, rigidez dielétrica do ar, efeitos fisiológicos do choque elétrico, emissão de ondas de rádio, circuitos ressonantes, ionizações de gases, produção de ozônio, entre outros.

METODOLOGIA

A “Bobina de Tesla”, criada por Nikola Tesla (1856-1943), um homem a frente de seu tempo que mostrou ao mundo os grandes benefícios da utilização da corrente alternada. A bobina de Tesla é capaz de criar elevadas tensões que são capazes de romper a rigidez dielétrica do ar, formando descargas que variam de acordo com a configuração da bobina. Seu funcionamento baseia na elevação da tensão através do fenômeno da ressonância em um circuito RLC (circuitos oscilações formados por resistências, indutores e capacitores). Possui uma bobina primária de poucas espiras, na faixa de 2 a 35 e uma secundária podendo passar de alguns milhares de espiras, veja *figura 1*.

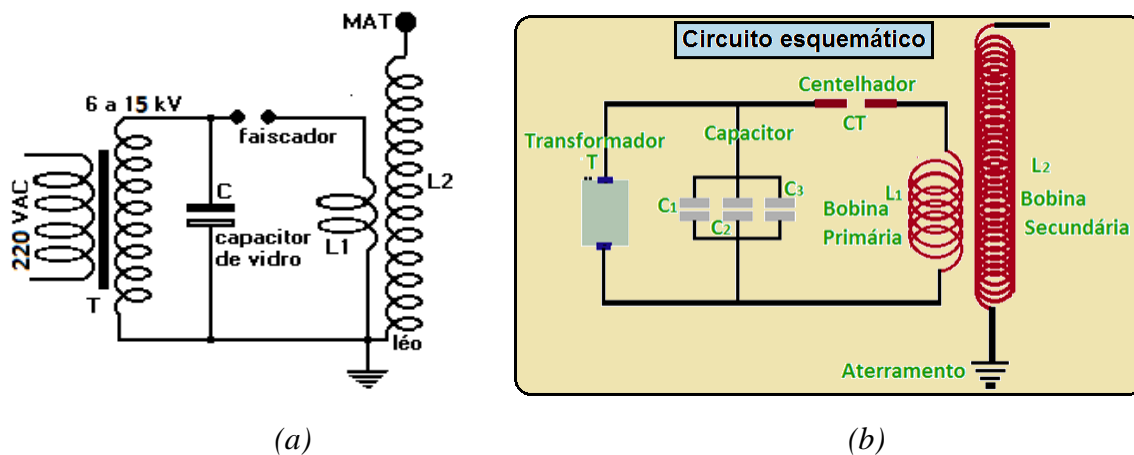


Figura 1. (a) Esquema técnico básico de uma bobina de Tesla (figura retirada do site http://www.feiradeciencias.com.br/sala14/14_01.asp, ultimo aceso em 17 de maio/2015), (b) Esquema lúdico utilizado.

Nosso aparato é composto, basicamente, por duas etapas de aumento de tensão. A primeira etapa se trata de um transformador de núcleo de ferro convencional com impedância elevada que tem a função de intensificar a tensão de linha disponível a uma tensão no intervalo de 5 a 50 kV, em 60 Hz. A segunda etapa funciona como um circuito ressonante que se torna um transformador de núcleo de ar que trabalha com ressonância oriunda do acoplamento entre capacitores e indutores.

Nesta etapa a tensão é intensificada para valores entre 200 kV a 1 MV . Estes níveis elevados de tensão rompem a rigidez dielétrica do ar fazendo com que se criem descargas elétricas espalhadas pelo ar, tornando-o condutor de eletricidade. O item mais sofisticado é o transformador de entrada, já os demais materiais utilizados são de baixo custo e em alguns casos são materiais que seriam descartados e que podem ser reciclados. Os componentes da bobina de Tesla foram fixados em um suporte construído com madeira desmontável para melhor transporte da bobina de Teslas (confira na *figura 2*).



Figura 2. Nossa proposta para a bobina de Tesla.

O transformador elevador de tensão poderá ser um transformador utilizado em lâmpadas de neon, que possui alta elevação da tensão e é disponibilizado comercialmente nos valores compatíveis com o projeto. O transformador usado por nós é um transformador de tensão de entrada de 220 Volts com saída de voltagem de 15.000 Volts “15kV” que era usado em letreiro luminoso de Neon.

Podemos construir os capacitores do tipo placas planas de forma artesanal com folhas de alumínio afixadas em ambos os lados de uma chapa de vidro quadrada de lado 40 cm e espessura 20 mm , com eletrodos de metal afixados entre o alumínio e o vidro. Construímos três capacitores com estas características e os ligamos em paralelo no circuito da bobina de Tesla, conforme vimos acima na *figura 1 (b)*. Afixamos este conjunto de capacitores a um suporte de madeira na horizontal, que

por prensagem dispensou-se o uso de colas ou adesivos, o que interferiria na rigidez dielétrica do meio isolante. A *figura 3* ilustra a montagem do capacitor.



Figura 3. Fotos com as etapas da montagem e preparação dos capacitores planos.

Atualmente estamos usando como conectores, uma técnica, composta por fios de cobre enrolados sob uma chave de venda com um determinado diâmetro, que caracteriza como fêmea, o conector macho é feito com estanho derretido com o ferro de solda formando uma ponta maciça que encaixa perfeitamente na fêmea, ao qual são presos por solda de estanho nos capacitores. Esses conectores são usados em todos os casos da Bobina de Tesla, onde são necessários para a conexão.

A construção do centelhador, *figura 4*, deverá ser de material condutor que tolere temperaturas elevadas sem sofrer deformações. Seus suportes, no entanto devem ser de material isolante, como madeira, plástico ou borracha. Um lado do centelhador poderá ser fixo, porém o outro lado deverá ser móvel para oferecer a possibilidade de ajustes da distância, visando a melhor eficiência do sistema. As pontas dos eletrodos devem ser afinadas para uma melhor quebra da rigidez dielétrica e depois de algum tempo de funcionamento devem ser lixadas para a remoção de material depositado que altera a condutividade. Assim, utilizamos dois pedaços de cano de latão usados em conexão de fluido de embreagem de carro, que podem ser adquiridos em oficinas de mecânica de automóveis e ou ferro velho.



Figura 4. Construção e montagem do centelhador.

Na construção da bobina primária, usamos um fio condutor de com alta isolamento com seção transversal de aproximadamente $2,5 \text{ mm}^2$. Para fixação das espiras, podemos utilizar fios rígidos, e se não forem disponíveis utilizaremos uma base de material isolante. Na construção da base da bobina primária utilizamos madeira para formarmos 8 polígonos de 5 lados, estilo trapezoide, aonde distribuímos de forma circular gradualmente, veja *figura 5*. Enrolamos fio encapados número 12, fazendo assim 2 bobinas com 12 e 6 espiras. Onde verificamos que a de 12 espiras tinha melhor desempenho.



Figura 5. Indutor primario da bobina de Tesla.



Figura 6. Construção do indutor secundário da bobina de Tesla.

Na montagem do indutor secundário “bobina secundária”, utilizamos um cano de PVC de 100 mm de diâmetro, no qual deverá ser colocada uma demão de verniz isolante típico de isolamento de motores encontrado em armazéns de construção. Poderão ser utilizados fios de cobre com esmalte isolante de 31AWG , número 24, que deverão ser enrolados de maneira que não se sobreponham uns aos outros. É um trabalho que exige muita paciência, pois o fio de cobre é muito fino e de fácil ruptura. Após enrolar as espiras, mais duas demãos de verniz isolante devem ser aplicadas sobre o conjunto de espiras para auxiliar na isolamento e principalmente na fixação das espiras de cobre,

veja *figura 6*. Foi usado dois tampões iguais em cada extremidade da cano do indutor e no tampão da extremidade superior foi adicionado um parafuso de latão com um módulo metálico de bronze acoplado na extremidade, a forma arredondada do modulo metálico é para distribuir as faíscas elétricas em todas as direções além de contribuir para a capacitância da bobina secundária. Este módulo pode ser substituído por um toróide, que é utilizado na maioria das bobinas.

As etapas descritas acima constituem os principais passos na montagem do nosso aparato, qua apresentamos na *figura 2*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bobina de Tesla proporciona, aos que presenciam as apresentações dos seus efeitos, experiências únicas e ilustrativas de diversos fenômenos, servindo de ponto para a formação dos conceitos de Física relacionados. Nossa bobina de Tesla já passou por todos os testes e encontra-se em pleno funcionamento, produzindo efeitos bastante satisfatórios, dentro do que pretendíamos, e cumprindo muito bem o seu papel de enriquecer as aulas de Física tanto em escolas quanto em instituições de ensino superior. Na *figura 7* é possível observar, do lado esquerdo nosso equipamento montado numa sala de aula, e do lado direito o efeito produzido enquanto a mesma funciona. Sendo possível ascender uma luz fluorescente durante uma descarga perfeitamente visível na parte superior da imagem.

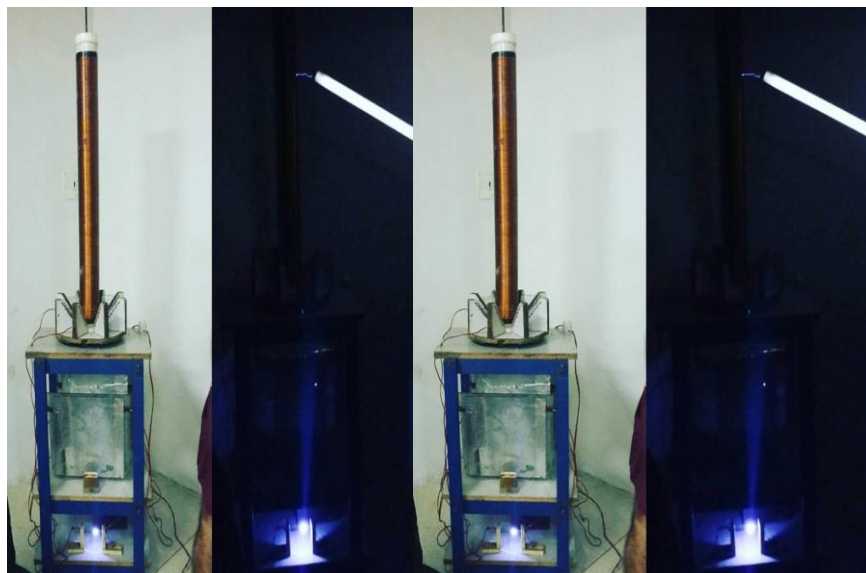


Figura 7. Equipamento montado em uma das salas de aula do Centro Acadêmico do Agreste - CAA (do lado esquerdo) e em funcionamento (do lado direito).

Além de tudo, este sistema é completamente desmontável o que facilita transportá-lo para diferentes salas de aula, feiras de ciência, laboratórios, etc. Após o planejamento e desenvolvimento

da montagem, a execução da experiência tem provado ser positiva para professores e estudantes, principalmente nos seguintes aspectos: dá embasamento à transmissão e compreensão dos fenômenos elétricos e a motivação necessária para que as aulas de Física passem a ser mais interativas.

BIBLIOGRAFIA

- ANGOTTI, J. A. P. Desafios para a formação presencial e à distância do físico educador. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 28, n. 2, p.143-150, 2006.
- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p.176-194, 2003.
- BORGES, O. Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor! **Revista Brasileira do Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p.135-142, 2006.
- CAMARGO, E. P.; SILVA, D. É possível ensinar Físicas a alunos cegos ou com pouca visão? Proposta de atividades de ensino de Física que enfocam o conceito de aceleração **Física na Escola**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p.30, 2007.
- CARVALHO, S. H. M. Uma viagem pela Física e Astronomia através do teatro e da dança. **Revista Brasileira de Física**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, 2006.
- CATELLI, F.; MARTINS, J. A.; SILVA, F. S. Um estudo de cinemática com câmara digital. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v.32, n.1, 2010.
- CAVALCANTE, M.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P. O ensino e aprendizagem de física no Século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 31, n. 4, p. 4501, dez. 2009.
- CHIQUITO, Adenilson J.; LANCIOTTI JR, Francesco. Bobina de Tesla: dos Circuitos Ressonantes LC aos Princípios das Telecomunicações. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, 2000.
- BRITTAIN, James E. Electrical engineering hall of fame: Nikola Tesla. **Proceedings of the IEEE**, v. 93, n. 5, p. 1057-1059, 2005.
- TESLA, Nikola; MARINČIĆ, Aleksandar. Colorado Springs Notes, 1899-1900. Nolit, 1978.
- SILVA, D. S. S. E. A versatilidade da bobina de tesla na prática docente do ensino. 2012. 68f. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2012.