

O Episódio Histórico: Transmissão de Energia Elétrica Sem Fio de Nikola Tesla

Professor: Marcio Nascimento de Oliveira
Disciplina: Física

Nikola Tesla



Nikola Tesla, nascido no vilarejo Smiljan na Croácia em 10 de julho de 1856, foi um inventor, cientista e visionário com grandes contribuições na área do eletromagnetismo, a partir de suas invenções e inúmeras patentes.

Filho de um padre ortodoxo e de mãe descendente de inventores. Após se recuperar da **cólera (1873)**, iniciou estudos em engenharia. Formou-se em **Física e Matemática** no Instituto Politécnico de Graz; também estudou Filosofia na Universidade de Praga.

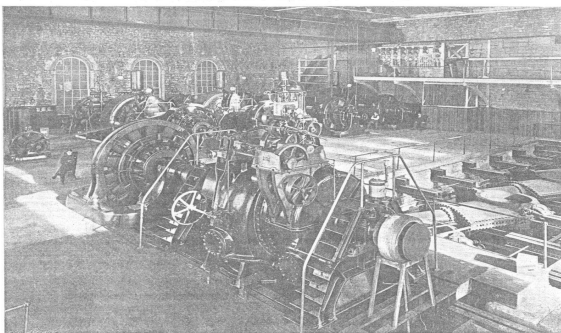
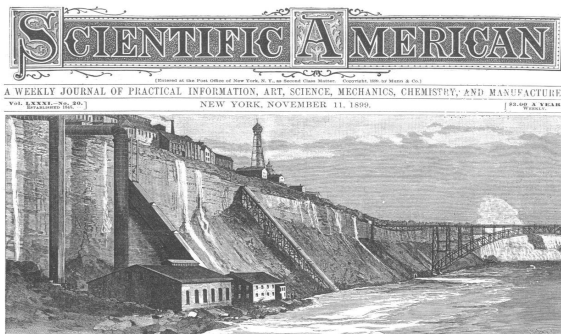
Nikola Tesla uma personalidade excêntrica: **Possuía manias** com números divisíveis por três e aversão a certos objetos como (pérolas, pêssegos e brincos).

Nikola Tesla



Nikola Tesla trabalhou como engenheiro elétrico na Hungria, França e Alemanha. Em 1884, mudou-se para os Estados Unidos, onde atuou como assistente de **Thomas Edison**. Após projetar e substituir 24 máquinas na empresa de Edison, não recebeu o pagamento prometido e pediu demissão. A partir daí, surgiu a rivalidade histórica: Edison defendia a **corrente contínua (CC)**, enquanto Tesla promovia a **corrente alternada (CA)**, que se mostrou mais eficiente e adotada mundialmente.

Nikola Tesla



Interior of the 40,000 H. P. Power House.
NIAGARA FALLS HYDRAULIC POWER PLANT.—(See page 410.)

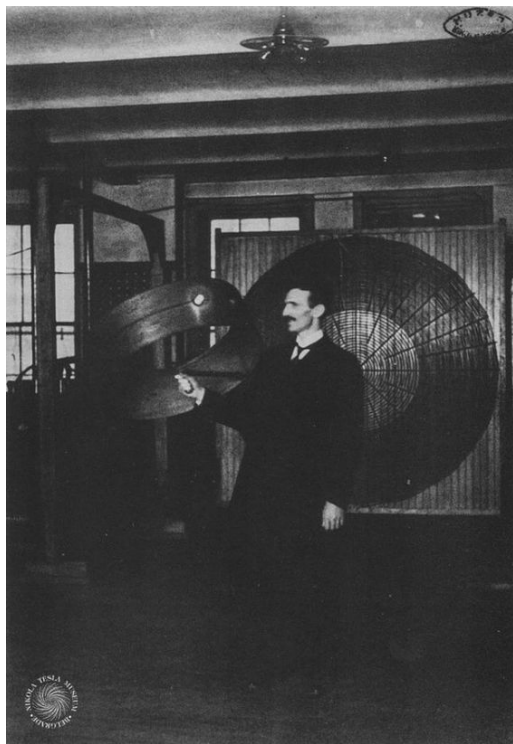
Nikola Tesla projetou os geradores de corrente alternada (CA) instalados nas Cataratas do Niágara, em parceria com George Westinghouse, cujas patentes do motor de indução se tornaram base da moderna indústria elétrica. Também pesquisou eletricidade de alta tensão e comunicação sem fio, chegando a provocar um pequeno terremoto em Nova York. Suas invenções anteciparam tecnologias como comunicação global sem fio, fax, radar, mísseis e aeronaves guiadas por rádio.

Museu Nikola Tesla e seus acervos



Nikola Tesla faleceu sozinho em 7 de janeiro de 1943, em Nova York. Após sua morte, seus bens foram enviados para Belgrado, inicialmente armazenados na Universidade de Belgrado e, em 1952, transferidos para o atual **Museu Nikola Tesla**, inaugurado em **1955**. O museu preserva seu legado original, com mais de 160 mil documentos, 2 mil livros, 1.200 objetos técnicos, 1.500 fotografias e 1.000 planos e desenhos, tornando-se uma instituição científica e cultural única no mundo.

Material Teórico



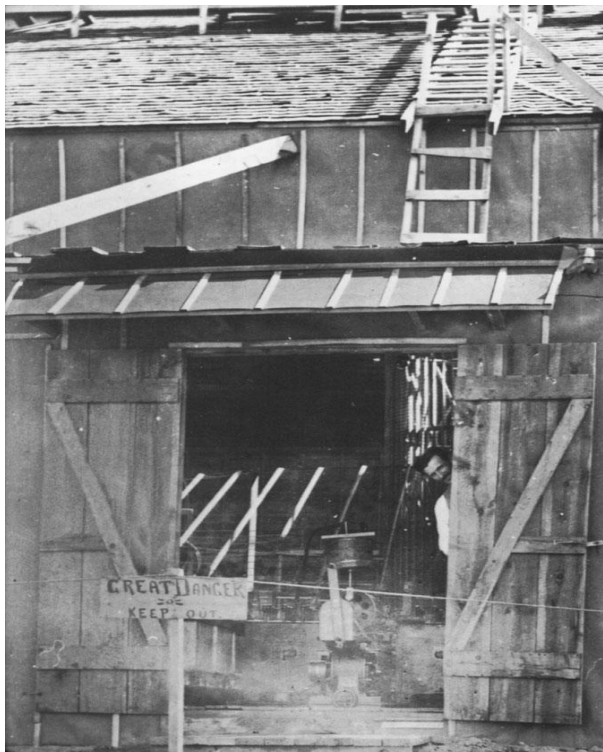
Leitura obrigatória (ler apenas capítulo do Tesla):

<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/18287/10268>

Material complementar (linha temporal de Nikola Tesla):

<https://tesla-museum.org/en/nikola-tesla-2/life-and-work/>

Tesla e transmissão de Energia Elétrica sem Fio



A partir do seu instinto inato, Nikola Tesla buscava aprimorar os aparelhos atuais, sem pensar muito sobre os problemas prementes. Seu trabalho *Transmissor de energia elétrica sem fio* “***transmissor amplificador***” era produto de um trabalho de anos; seu objetivo era a solução de problemas que são infinitamente mais importantes para humanidade do que mero desenvolvimento industrial.

Bobina de Tesla Modelo Didático (Partes Principais)

Resistor

Transistor

Dissipador
de Calor



Bobina
Secundária

Fonte DC 12 V

Bobina
Primária

Bobina de Tesla Modelo Didático



1 – Bobina Primária (espirais com fio grosso encapado):

São poucas espiras (neste caso 5 voltas).

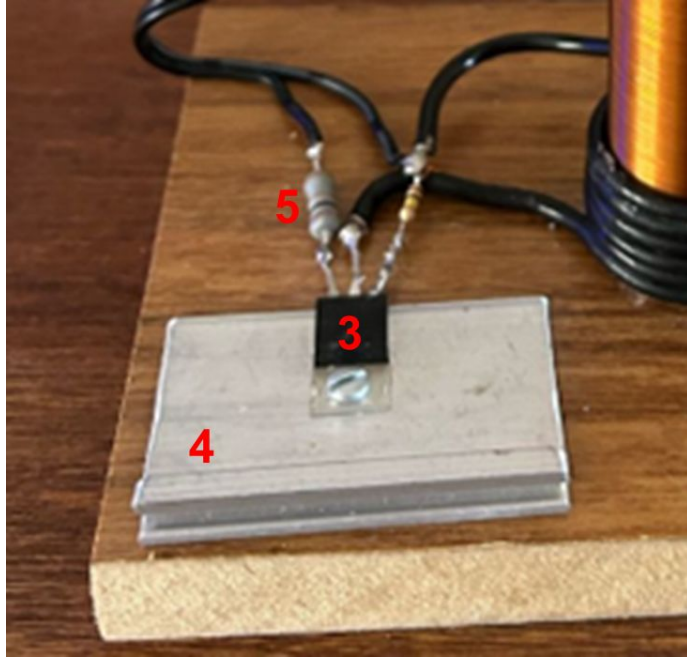
É alimentada pelo **Transistor TIP41** em alta frequência.

Responsável por criar campo magnético oscilante.

2 – Bobina Secundária (espirais com fio fino esmaltado): Tem centenas de voltas em espiral (neste caso em torno de mil voltas).

Recebe energia por indução eletromagnética da **bobina primária**. Gera uma alta tensão (Campo Elétrico).

Bobina de Tesla Modelo Didático



3 – Transistor TIP41: É o principal componente eletrônico, pode comutar a corrente rapidamente.

Gera a oscilação necessária para alimentar o Primário.

4 – Dissipador de calor: feito de alumínio, auxilia no resfriamento do transistor (obs: para evitar a queima do transistor, ligar por 1 minuto a bobina e depois desligar).

5 – Resistores: Limitam a corrente no circuito de base do transistor.

Ajustam a polarização para que o transistor oscile corretamente.

Bobina de Tesla Modelo Didático (Funcionamento)



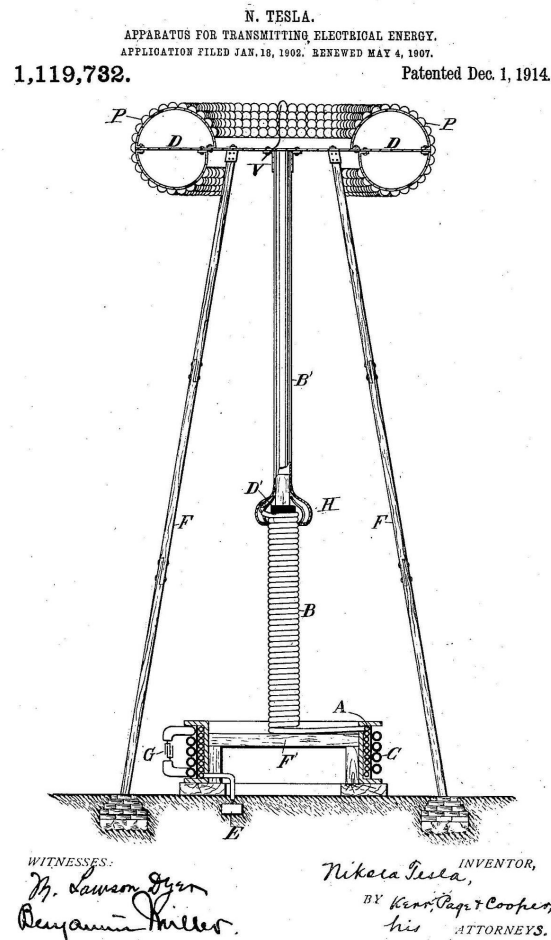
A fonte de alimentação (**12 V**) energiza o circuito.

O **Transistor** liga e desliga a corrente rapidamente no **primário**, criando um campo magnético alternado.

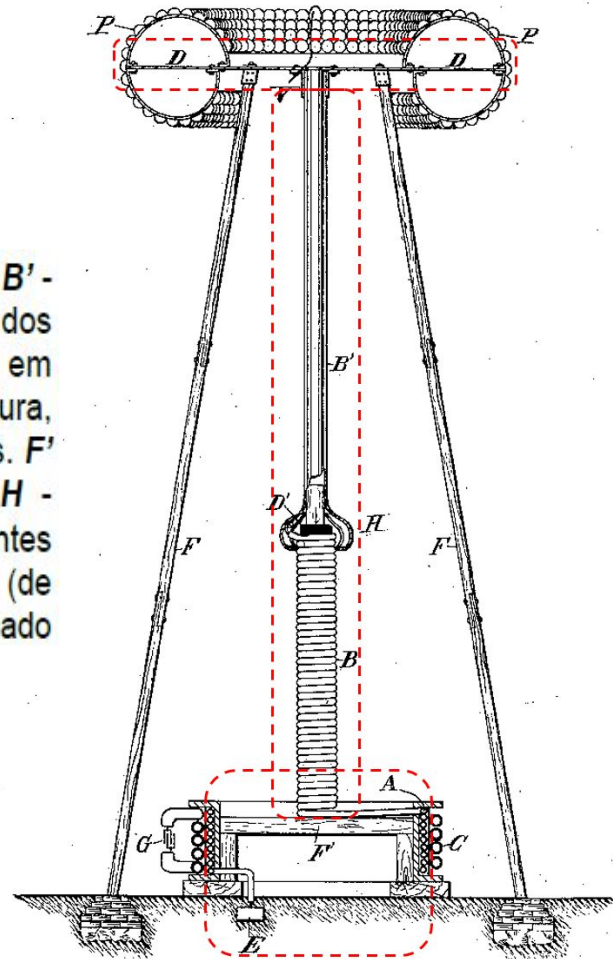
Esse campo se acopla à **bobina secundária** (ocorrendo indução).

Devido a diferença no número de espiras (primário = poucas, secundário = muitas), a tensão é elevada para centenas de volts. O topo da bobina emite um **campo elétrico oscilante**. Isso, possibilita acender por indução, “sem fio”, alguns **dispositivos luminosos** próximos.

Aparelho para transmissão de energia elétrica de Nikola Tesla (US Patent n° 1.119.732)



Componentes: **A** - Bobina. **B** - Bobina de autoindução (com espiras bem juntas). **B'** - Cilindro metálico (com superfície lisa ou polida de raio muito maior que o dos elementos semiesféricos PP). **C** - Primário. **D** - Terminal (estrutura metálica em formato de anel de seção transversal quase circular). **D'** - Estrutura [moldura, armação] ou tambor de material isolante. **E** - Aterramento. **F** - Suportes isolantes. **F'** - Suporte (robusto). **G** - Fonte de correntes (alternador ou condensador). **H** - Coberturas [capuzes, capas] condutoras (entalhado para evitar perdas por correntes parasitas). Em destaque (pontilhado vermelho) o circuito ressonante: **EABB'D**.



Atividade Experimental 1: Medições do Campo Magnético da Bobina de Tesla

Questionamentos:

1 - O campo magnético aumenta, diminui ou permanece constante a medida que o aparelho de medição se aproxima da bobina? Justifique de acordo com suas hipóteses.

2 - O que acontece ao aproximarmos do topo da bobina uma lâmpada Neon? Ela acende sem estar ligada a fios? Se sim, verifique se intensidade do brilho diminui, aumenta ou permanece constante ao se afastar da Bobina? Justifique de acordo com suas hipóteses.



Organização do Experimento

Materiais: Trena; Bobina de Tesla; Aparelho digital de medição Eletromagnética e fita adesiva.

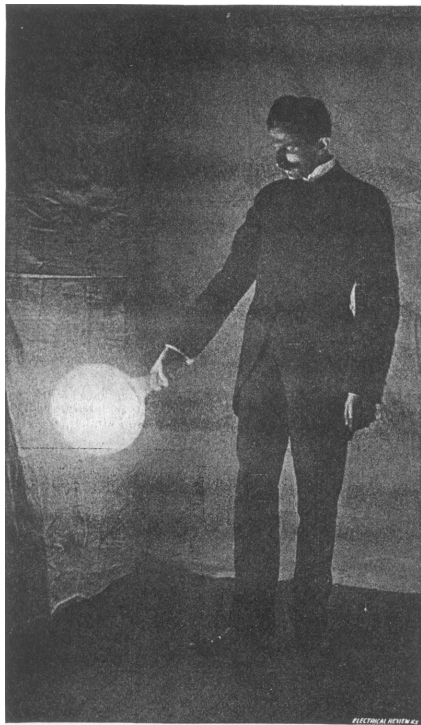
Etapas: Em uma mesa, posicionar a bobina de Tesla próxima a uma das extremidades e, a partir dela, estender a trena (cerca de 60 cm) fixando-a com fita adesiva na superfície da mesa. Para realizar as medições, posicionar o aparelho ligado “em pé” sobre as marcas da trena, iniciando em 50 cm e aproximando 10 cm de cada vez. Os resultados serão expressos em microteslas (símbolo: μT) que é a unidade de medida da Intensidade do Campo Magnético.

Próximo passo: interagir com uma Lâmpada Neon, aproximando-a e afastando-a gradativamente da bobina e observando o comportamento.

Tabela de coleta de dados: Distância x Intensidade do Campo

Campo Magnético da Bobina de Tesla	
Distância (cm)	Intensidade do Campo Magnético (μT)
50	
40	
30	
20	
10	
0	▲ Não medir (motivo: segurança)

Atividade Experimental 2: Explorando a Bobina de Tesla com diferentes dispositivos luminosos



Organizar a Bobina de Tesla em uma mesa e ligá-la, selecionando um dos dispositivos luminosos disponíveis para interagir em torno dela, observando seu comportamento. Realizar este procedimento com cada um dos dispositivos luminosos registrando suas previsões e os resultados (ver quadro do próximo slide).

Atenção: Cuidar o tempo máximo que a Bobina de Tesla permanece ligada: em torno de um minuto. Após desligar, esperar algum tempo para o transistor esfriar (evitando queimá-lo) antes de ligar novamente.

Explorando a Bobina de Tesla com diferentes dispositivos luminosos

Número	Dispositivos luminosos	Hipóteses		Resultados	
		Acende	Não acende	Acende	Não acende
1	LED				
2	Lâmpada Fluorescente				
3	Lâmpada Incandescente				
4	Lâmpada com Vapor de Sódio				
5	Lâmpada Halógena				

Explorando a Bobina de Tesla com diferentes dispositivos luminosos

Atividade:

De acordo com os dados obtidos e registrados no quadro, verificar quais dispositivos ascenderam e quais não ascenderam, procurando justificar porque eles ascenderam ou não, estabelecendo possíveis relações entre eles e considerando possíveis elementos ou aspectos que podem interferir nos fenômenos observados.

Representação nas Mídias (Filmes) x Episódio Histórico

Cenas dos filmes a serem analisadas como é retratado o episódio da transmissão de energia sem fio.

O Grande Truque (The Prestige, 2006):

Cena 1: https://www.youtube.com/watch?v=88_6SOKuTHk

Cena 2: https://www.youtube.com/watch?v=LU434h9_c7A

A Batalha das Correntes (The Current War, 2019):

Cena 1: <https://www.youtube.com/watch?v=EHQfDZaTCuM>

Representação nas Mídias (Filmes) x Episódio Histórico

Cena 1 do filme O Grande Truque:

Trecho: início no tempo 43 min 30 s. O Mágico Robert Angier se encontrou com assistente de Tesla, tomando um drink em um restaurante, em busca da aquisição por uma máquina que Tesla havia criado para um mágico rival chamado Alley. O assistente de Tesla o convidou para sair pois queria lhe mostrar uma coisa conhecer, Equipamento de Tesla requer uma alta voltagem, Tesla eletrificou a cidade inteira em troca eles usam os geradores quando precisam e fazem seus testes enquanto os moradores estão dormindo, por Tesla não querer assustar ninguém segundo o assistente, as lâmpadas no chão ao redor deles ascendem e o mágico Robert Angier indaga onde estão os fios? E o assistente de Tesla diz que ai está o segredo, mágico tirou a lâmpada do chão ela apagou colocou no chão novamente e ascendeu e indagou aonde estava o gerador? E o assistente do Tesla responde que gerador está a 24 km de distância da onde eles estavam e se despede

Representação nas Mídias (Filmes) x Episódio Histórico

The Prestige; Tempo 49:21/ 50:28 min: Mágico Robert Angier vai até laboratório de Tesla e o encontra em 8 de fevereiro de 1899, ao chegar no laboratório tem bobina de Tesla grande espalhando raios para toda a parte e por trás dela surge Tesla andando entre os raios em direção ao mágico Robert Angier, Tesla ao chegar na frente do mágico a bobina para de soltar raios/desliga, Tesla aperta a mão do Mágico Robert Angier e pede pra ele estender a outra mão e solicita ao seu assistente uma lâmpada apagada, que quando o Mágico pega ela, ela ascende “ e indaga o'que conduz a eletricidade”, Tesla responde: Nossos corpos são capazes de conduzir e produzir energia, logo Tesla solta mão do Mágico e a lâmpada apaga.

Representação nas Mídias (Filmes) x Episódio Histórico

Cena do filme A Batalha das Correntes :

Trecho: início no tempo 2 min 40 s. Thomas Edison leva um grupo de empresários a um campo aberto, durante a noite e, instantaneamente, começam acender lâmpadas cravadas em estacas no terreno dispostas em formato circular, iluminando todo ambiente. Thomas Edison (no centro do círculo) indaga os empresários se eles trouxeram seus talões de cheque.

Debates e Questionamentos

De acordo com os trechos dos filmes assistidos como a Ciência e Nikola Tesla são retratados?

Transmissão de Energia sem Fio por um olhar Histórico

Faço documento externo “material complementar para enviar aos alunos, do capítulo da dissertação; **2.3.1 Episódio 1: Tesla e a transmissão de energia elétrica sem fio?**

Atividade

Atividade usando Apêndice C, documento externo.

Atividade intitulada: **MEDIAÇÃO DIDÁTICA COM PRÁTICA EXPERIMENTAL POR MEIO DO USO DA BOBINA DE TESLA E MAQUETE.**

Roteiro disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1134464>

Explorando Bobina de Tesla e a Maquete



Instruções:

Colocar bobina de Tesla na ponta da maquete próximo ao arranjo de lâmpadas Neon.

Procedimentos e explorações:

- 1- Ligar a bobina e observar como se comporta o arranjo de lâmpadas.
- 2- Ligar a bobina e fazer uma conexão de **fio terra** no arranjo de lâmpadas. Prendendo uma ponta no cabo jacaré no arranjo e a outra ponta em algum material e metal.

Questionamentos

1. Com base nas observações feitas durante a interação com a maquete e a Bobina de Tesla, que fenômenos físicos vocês perceberam ocorrer e quais hipóteses levantam para explicar o comportamento das lâmpadas?
2. Houve diferença na intensidade do brilho das lâmpadas com e sem o fio-terra conectado? Justifique
3. Considerando as observações realizadas com a maquete e a Bobina de Tesla, que simulam a transmissão de energia elétrica sem o uso de fios, como podemos relacionar os fenômenos observados no experimento ao episódio histórico vivido por Nikola Tesla no final do século XIX, quando buscava demonstrar a possibilidade de distribuir energia de forma global? Que aspectos científicos e tecnológicos presentes no experimento ajudam a compreender os desafios, descobertas e limitações enfrentados por Tesla em suas pesquisas?

Episódio Histórico e Conceitos

O episódio “**Tesla e a transmissão de energia elétrica sem fio**” representa um dos momentos mais visionários e revolucionários da história da ciência e da tecnologia. Entre 1890 e 1900, **Nikola Tesla** dedicou-se intensamente ao estudo das correntes de alta frequência e à possibilidade de transmitir energia elétrica sem a necessidade de fios condutores. A partir de experimentos realizados com **bobinas ressonantes**, transformadores de alta tensão e campos eletromagnéticos, Tesla demonstrou a viabilidade de acender lâmpadas e alimentar circuitos à distância, utilizando o **princípio da indução eletromagnética e da ressonância elétrica**.

Episódio Histórico

Popular Electricity In Plain English

VOL. IV

JUNE 1911

No. 2

Tesla and His Wireless Age

By ARTHUR B. REEVE

"I have produced electrical oscillations which were of such intensity that when circulating through my arms and chest they have melted wires which have joined my hands, and still I have felt no inconvenience. I have energized with such oscillations a loop of heavy copper wire so powerfully that masses of metal placed within the loop were heated to a high temperature and melted, often with the violence of an explosion. And yet into this space in which this terribly destructive turmoil was going on I have repeatedly thrust my head without feeling anything or experiencing injurious after effects."

The speaker was a tall, spare man with a clean-cut, thin, refined face and eyes of exceptional keenness. He was sitting at a broad flat-top desk in his office on the twentieth floor of the Metropolitan Tower, and his eyes wandered restlessly in just pride from a photograph of his old friend Lord Kelvin on one wall to a large photograph of electrical streamers rivaling the lightning on the other. The speaker was Nikola Tesla.

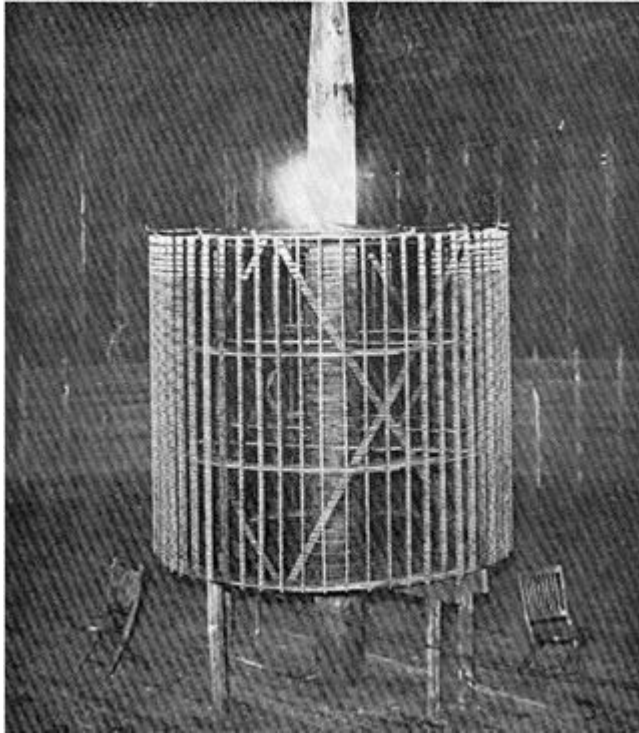
But before describing his wonderful theories and experiments in the wireless transmission of energy, let me say something of the man and his life. And first of all, it



TESLA'S "WORLD SYSTEM" PLANT AT WARDENCLYFFE, LONG ISLAND

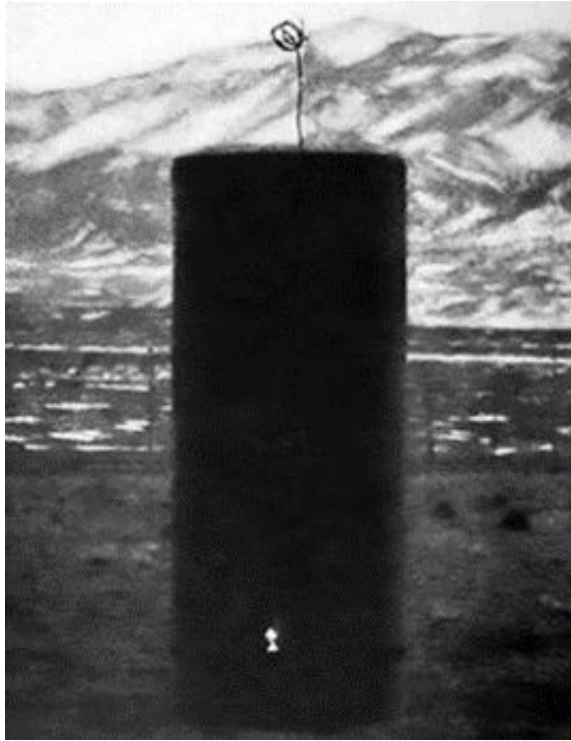
Essas pesquisas culminaram em invenções notáveis, como o **Transmissor Amplificador** e as experiências realizadas em **Colorado Springs**, que antecederam o projeto da **Torre Wardenclyffe**; concebida para distribuir energia elétrica globalmente por meio da Terra e da atmosfera. O episódio ilustra não apenas o gênio experimental e teórico de Tesla, mas também a transição do século XIX para o XX, marcada pela convergência entre **eletricidade, magnetismo e ondas eletromagnéticas**; bases da Física Moderna e das telecomunicações atuais.

Experimento utilizado para ilustrar o fornecimento de energia elétrica através de um único fio sem retorno



Uma lâmpada incandescente comum, conectada com um ou ambos os terminais ao fio que forma a extremidade livre superior da bobina mostrada na fotografia, é iluminada por vibrações elétricas transmitidas a ela através da bobina de um oscilador elétrico, que é acionado apenas para um quinto de 1% de sua capacidade total (Tesla, p.110, 2023).

Experimento para ilustrar a transmissão de energia elétrica através da terra sem fio



A bobina mostrada na [Figura] tem sua extremidade inferior ou terminal conectada ao solo e está sintonizada exatamente com as vibrações de um oscilador elétrico distante. A lâmpada acesa está em um laço independente de fio, energizado por indução da bobina excitada pelas vibrações elétricas transmitidas a ela através da terra do oscilador, que é operado apenas a 5% de sua capacidade total (Tesla, p.113, 2023).

Experiência para ilustrar um efeito
indutivo de um oscilador elétrico
de grande potência



[...] **três lâmpadas incandescentes** comuns acesas ao brilho total por correntes induzidas em um laço local que consiste em um único fio formando um quadrado de 50 pés [**15 metros**] de cada lado, que inclui as lâmpadas, e que está a uma distância de 100 pés [**30 metros**] do circuito primário energizado pelo oscilador. O loop também inclui um capacitor elétrico e está exatamente sintonizado com as vibrações do oscilador, que é operado em menos de 5% de sua capacidade total (Tesla, p.125, 2023).

Conceitos explorados

Indução Eletromagnética: É o fenômeno em que uma **corrente elétrica é gerada** em um condutor quando ele é exposto à **variação de um campo magnético**. Esse princípio, descoberto por *Faraday*, é a base do funcionamento de geradores, transformadores e da Bobina de Tesla.

- No experimento de Tesla, a energia é transferida sem fios graças à indução entre bobinas ressonantes.

Conceitos explorados

Corrente Alternada (CA): É um tipo de corrente elétrica em que o **sentido do fluxo de elétrons muda periodicamente**, diferentemente da corrente contínua (CC).

- Tesla utilizou a CA para gerar oscilações de alta frequência e alta tensão, tornando possível a transmissão de energia a distância e o acendimento de lâmpadas sem contato direto.

Conceitos explorados

Ondas Eletromagnéticas: São **oscilações combinadas de campos elétricos e magnéticos** que se propagam pelo espaço sem necessidade de um meio material.

- Nos experimentos de Tesla, as oscilações elétricas de alta frequência geravam campos eletromagnéticos capazes de transmitir energia sem fio.

Conceitos explorados

Ressonância Elétrica: Ocorre quando um circuito elétrico (formado por bobina e capacitor) **oscila em sua frequência natural**, permitindo **transferência máxima de energia**.

- Tesla ajustava seus circuitos transmissores e receptores na mesma frequência ressonante para maximizar a eficiência da transmissão sem fio.

Conceitos explorados

Ionização do ar: É o processo pelo qual **átomos ou moléculas do ar perdem ou ganham elétrons**, formando íons. Isso ocorre quando são submetidos a **altas tensões elétricas**, como nos relâmpagos ou nas descargas das bobinas de Tesla.

- Essa ionização transforma o ar, normalmente isolante, em um meio parcialmente condutor de eletricidade.

Conceitos explorados

Condutividade do Ar: Capacidade do ar de conduzir corrente elétrica quando está ionizado. Em condições normais, o ar é **isolante**; porém, sob alta voltagem, torna-se **condutor**, permitindo a passagem de cargas.

- Tesla observou que, em determinadas condições, a atmosfera podia conduzir energia elétrica, o que o levou à ideia de usar o ar e a Terra como condutores naturais.

Atividade de Encerramento

Elaboração e apresentação de um **mapa conceitual** de encerramento sobre as atividades exploradas e trabalhadas a respeito episódios histórico transmissão de energia sem fio, roteiro de orientações

(APÊNDICE D) TEMPLATE PARA ATIVIDADE DE FECHAMENTO: MAPA CONCEITUAL SOBRE A ATIVIDADE DESENVOLVIDA - TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA SEM FIO.

Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1134426>

Referência

LIMA, Daniel de; SAMPAIO, Thiago Alves de Sá Muniz; SOUZA, Wellington dos Santos. A bobina de Tesla de estado sólido para o ensino do eletromagnetismo. **A Física na Escola**, v. 23, n. 1, p. e240270, 2025.

OLIVEIRA, Marcio Nascimento de. **Pesquisa e produção de réplicas de aparatos históricos de Faraday e de Tesla para promoção da abordagem da história da ciência**. Trabalho de Conclusão de Graduação, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2021.

NIKOLA TESLA MUSEUM. **Nikola Tesla Museum**. 2021. History. Disponível em: <https://nikolateslamuseum.org/en/history/>. Acesso em: 13 abr. 2021

NIKOLA TESLA MUSEUM. **Nikola Tesla Museum**, 2025. Library. Disponível em: <https://tesla-museum.org/en/legacy/library/>. Acesso em: 13 Março. 2025.

Referência

TESLA, Nikola. **Como aumentar a energia para a humanidade: com destaque à energia solar**. São Paulo: Unesp, 2023.

TESLA, Nikola. **Minhas Invenções: A autobiografia de Nikola Tesla**. São Paulo: Unesp, 2012.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.