



## **ENGENHARIA QUE TRANSFORMA: FORTALECENDO O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO EM ESCOLAS PÚBLICAS POR MEIO DE KITS DIDÁTICOS COM MATERIAIS REUTILIZÁVEIS.**

DOI: 10.37702/2175-957X.COBIENGE.2025.6155

**Autores:** THIAGO COSTA FERNANDES, MURILLO HENRIK RODRIGUES MARINHO, ANDRÉCIA PEREIRA DA COSTA, RAFAEL SUZUKI BAYMA, ANDRÉ FELIPE S. CRUZ

**Resumo:** Este trabalho apresenta as ações extensionistas desenvolvidas pelos integrantes do projeto "Engenharia que transforma", com o objetivo de tornar o ensino de Física mais acessível e significativo em escolas públicas do município de Tucuruí-PA. Foi elaborado um kit didático com cinco experimentos de eletricidade e eletromagnetismo, utilizando materiais reutilizáveis e de baixo custo. A proposta foi aplicada em duas escolas da rede pública, durante feiras de ciências e aulas regulares, envolvendo mais de 100 alunos. Os resultados demonstraram maior interesse e engajamento dos estudantes, além de melhoria na compreensão de conceitos abstratos. A iniciativa evidencia que a experimentação prática pode fortalecer o ensino de ciências e despertar o interesse pelas áreas exatas.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Kit didático, Metodologias ativas

## ENGENHARIA QUE TRANSFORMA: FORTALECENDO O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO EM ESCOLAS PÚBLICAS POR MEIO DE KITS DIDÁTICOS COM MATERIAIS REUTILIZÁVEIS

### 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física em escolas públicas brasileiras tem se beneficiado de novas abordagens pedagógicas que buscam contribuir para o aprendizado mais dinâmico e significativo. Entre essas abordagens, destacam-se as metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em problemas, os projetos interdisciplinares e o uso de tecnologias educacionais. No entanto, apesar dos avanços, persistem desafios significativos na disseminação do conhecimento, especialmente nas áreas de eletricidade e eletromagnetismo. Entre os principais entraves estão as limitações financeiras, a escassez de tempo para o planejamento de aulas mais elaboradas e, principalmente, a ausência de atividades práticas regulares no cotidiano escolar. Esses fatores dificultam a interação entre professores e alunos e comprometem a compreensão de conceitos fundamentais. Nesse contexto, é fundamental adotar estratégias que articulem teoria e prática, uma vez que, conforme destacam Moraes e Silva Junior (2014, p. 64), a experimentação contribui para um maior engajamento dos alunos e favorece a aprendizagem significativa ao contextualizar os conteúdos no cotidiano escolar.

A ausência de laboratórios adequados nas escolas públicas configura-se como um obstáculo crítico para o ensino de Ciências e Física. Mesmo com os valorosos esforços dos professores do ensino básico, a escassez de materiais e a carência de apoio às atividades práticas geram um quadro de aprendizado puramente teórico, prejudicando o ensino de ciências aplicadas, como é caso da Física Experimental, que integra conhecimentos teóricos de leis e postulados fundamentais, a aplicações práticas de Engenharia e Tecnologia (SANTOS, 2015, p. 9). O uso de atividades experimentais ainda é raro, e a realidade das salas de aula do ensino médio revela uma abordagem predominantemente teórica, com forte ênfase em linguagem matemática, muitas vezes excessiva (SANTOS, 2015, p. 6). Segundo Moreira e Ostermann (2000), a ausência de experimentação impede conexões significativas com a realidade, reduzindo o interesse dos alunos e afetando a formação de profissionais em áreas estratégicas para o país (VIEIRA et al., 2024, p. 2).

Diante desse cenário, discentes do Laboratório de Eletromagnetismo Aplicado LEMAG - CAMTUC/UFPa, por meio do projeto de extensão “Engenharia que transforma”, tem proposto o uso de materiais de baixo custo para construção de material didático para melhoria do ensino de Física no terceiro ano do Ensino Médio de escolas da rede pública de ensino da cidade de Tucuruí-Pa. A proposta do projeto consiste na elaboração de um kit didático para ensino de Eletricidade e Eletromagnetismo, contendo experimentos de fácil manuseio, guiados por caderno de experimentos, para aplicação em sala de aula, e assim firmar os conhecimentos teóricos, ao mesmo tempo que produz habilidades práticas nos alunos, e quebra da abstração inerente aos fenômenos físicos associados. O kit completo consiste de: Kit básico de eletrostática e eletroscópio de folha; gerador de Kelvin; circuitos CC série/paralelo; bobina de tesla rudimentar; e Tubos de Lenz. Os experimentos foram apresentados em feira de ciências e em aulas de ensino de física em duas escolas de Ensino Médio na cidade de Tucuruí-Pa. Enfatiza-se que as ações desenvolvidas pelo projeto despertaram a curiosidade dos alunos, desenvolveram habilidades e fortaleceram a formação, pois contribuiu para o desenvolvimento do pensamento científico, e da relação das ciências com aspectos reais do dia a dia dos jovens.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

O projeto “Engenharia que transforma” surge em busca de superar os desafios do ensino de Física nas escolas públicas, tornando-o mais prático e atrativo por meio de experimentos elaborados a partir de materiais reutilizáveis, com o objetivo de despertar o interesse dos alunos pela Física e pelas áreas das ciências exatas.

A baixa procura por cursos superiores nas áreas de ciências exatas está relacionada à percepção dos alunos com relação as disciplinas como Física e Matemática, consideradas muito abstratas e pouco conectadas ao cotidiano. Além da abstração, a escassez de laboratórios, a falta de práticas pedagógicas inovadoras e a infraestrutura precária nas escolas públicas agravam esse cenário. Como consequência ocorre a redução no interesse por cursos superiores nessas áreas devido à dificuldade na assimilação de conceitos complexos e o viés negativo alimentado no ensino médio pela dificuldade nas disciplinas. Esse cenário contribui para evasão no ensino superior, destaque para o segundo ano dos cursos de Engenharia, que configuram como o período com a maior taxa de desistências segundo (Comissão Especial de Estudos sobre a Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras, 1996). Grupos vulneráveis como beneficiários do Fies e Prouni estão nos grupos dos mais afetados, e os alunos da rede pública vem logo atrás (GOMES; HIRATA, 2022, p. 19). Evidenciando a deficiência adquirida pelos alunos das escolas públicas devido à ausência de práticas de ensino democráticas.

Os projetos que utilizam experimentos acessíveis e lúdicos ajudam a superar as barreiras impostas pela infraestrutura pedagógica limitada (CRUZ; FREITAS; FONSECA, 2016). Segundo Lima (2024, p. 15), os experimentos lúdicos no ensino de Física são fundamentais, pois oferecem aos alunos as oportunidades para desenvolver habilidades de observação, formulação de hipóteses, testes e discussões, promovendo o pensamento crítico. A proposta de desenvolvimento de um kit didático para ensino de eletromagnetismo advém da iniciativa de incentivar o uso e a produção de experimentos lúdicos com matérias reutilizáveis para a promoção de aprendizado interativo, instigando o protagonismo acadêmico nos alunos de ensino médio, e despertando/reforçando o interesse nas ciências exatas.

## 3 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS DESENVOLVIDOS

O conjunto de experimentos que compõe o kit completo foi idealizado a partir das seguintes premissas: (i) reduzir a abstração de fenômenos físicos; (ii) auxiliar no entendimento de equações básicas que descrevem os comportamentos da eletricidade e do eletromagnetismo; (iii) viabilidade de replicação por alunos da rede pública; (iv) uso de materiais reutilizados e de fácil acesso.

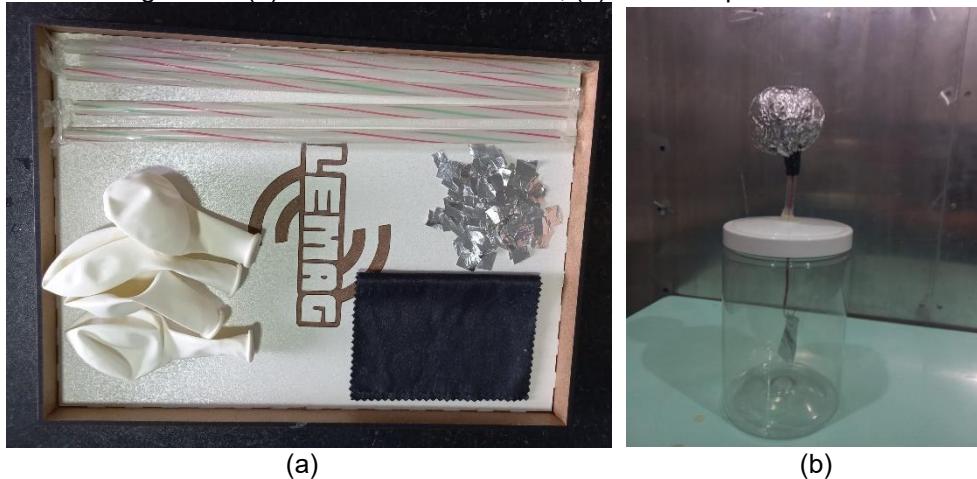
### 3.1 Kit básico de eletrostática e Eletroscópio de folha

Experimentos didáticos que utilizam materiais plásticos no ensino da eletrização por atrito constituem uma estratégia pedagógica eficaz e acessível para a abordagem de conceitos fundamentais da eletrostática. Itens como régua de PVC, canudos plásticos, balões e sacolas de polietileno, quando atritados com tecidos de lã, algodão ou seda, demonstram de forma prática a transferência de elétrons entre corpos, resultando em cargas elétricas opostas. Essa eletrização é evidenciada por fenômenos observáveis, como a atração ou repulsão de pequenos pedaços de papel, permitindo ao estudante visualizar os efeitos das interações eletrostáticas.

**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

Por demandarem materiais de baixo custo e fácil obtenção, esses experimentos são especialmente relevantes em contextos escolares com infraestrutura limitada, ao mesmo tempo em que favorecem a aprendizagem ativa e a construção significativa do conhecimento científico. Um kit básico de eletrostática composto por um conjunto de materiais e equipamentos utilizando com a finalidade de ensino de eletrização por atrito é mostrado na Figura 1(a).

Figura 1 – (a) Kit Básico Eletrostático; (b) Eletroscópio de folha.



Fonte: Autoria própria.

Os materiais utilizados para confecção do kit básico de eletrostática são descritos:

- 4 unidades de Canudos plásticos;
- Pequenos pedaços de papel alumínio cortados em forma de retângulo;
- 3 unidades de balões;
- 1 unidade de lenço de microfibra.

Para a realização do experimento de eletrização por atrito, foi utilizado um canudo plástico e um lenço de microfibra. O canudo foi esfregado no lenço por aproximadamente 20 a 30 segundos, promovendo a transferência de elétrons entre os materiais e, consequentemente, a eletrização do canudo. Em seguida, o canudo eletrizado foi aproximado de pequenos pedaços de papel alumínio dispostos sobre uma mesa. Observou-se que os pedaços de papel foram atraídos pelo canudo, evidenciando a presença de carga elétrica, conforme descrito pela lei de atração da força de Coulomb. A mesma técnica foi aplicada aos balões: após serem esfregados com o lenço de microfibra, foram aproximados dos pedaços de papel alumínio, sendo possível perceber a atração causada pela eletrização.

O Eletroscópio de folhas e o gerador de Kelvin são experimentos clássicos que ilustram conceitos fundamentais da eletrostática. O eletroscópio detecta a presença de cargas elétricas por meio da eletroafinidade, que resulta na repulsão entre folhas metálicas. O uso dele pode ajudar no entendimento de fenômenos que retratam a conservação de carga, eletrização por atrito, indução eletrostática e a força elétrica.

Para a montagem de um eletroscópio de folha, fure a tampa e passe o arame, dobrando a ponta interna em U. Encaixe duas tiras de papel alumínio nessa curva. Modele uma esfera com papel alumínio e fixe na ponta externa do arame, conforme é mostrado Figura 1(b).

Os materiais utilizados na confecção de um eletroscópio de folha são:

- 1 unidade de um pote plástico transparente com tampa;
- Um pedaço de arame ou pedaço de fio elétrico rígido;
- Um pequeno pedaço de papel alumínio;
- 1 unidade de balão para testar o eletroscópio montado;
- Fita adesiva

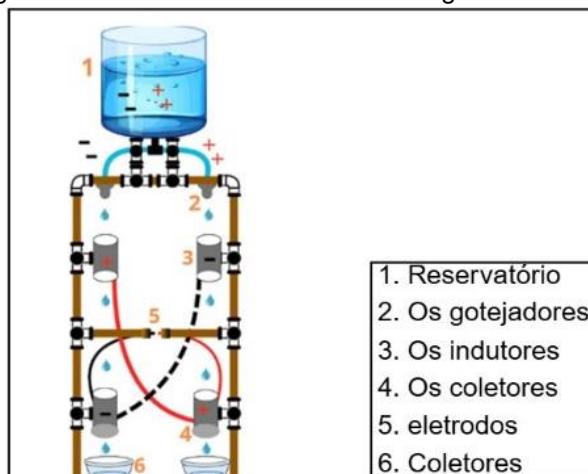
No experimento com o eletroscópio de folhas, foi utilizado um balão previamente eletrizado por atrito com um lenço de microfibra. Após esfregar o balão no tecido por cerca de 30 segundos, ele foi aproximado da haste metálica do eletroscópio, sem tocá-la diretamente. Ao se aproximar, observou-se que as folhas metálicas do eletroscópio se repeliram, abrindo-se em forma de "V". Esse fenômeno indicou que as cargas elétricas presentes no balão induziram uma separação de cargas na estrutura metálica do eletroscópio, causando a repulsão entre as folhas de alumínio, que ficaram igualmente carregadas. Em alguns momentos, o balão foi encostado levemente à haste, permitindo a transferência direta de carga e intensificando o afastamento das folhas. Esse comportamento é explicado pelo fenômeno da indução eletrostática, onde a indução de cargas iguais nas folhas do eletroscópio resulta em uma repulsão, que gera o efeito visual de afastamento das folhas.

### 3.2 GERADOR DE KELVIN

O gerador de Kelvin, também conhecido como gerador de gotas, é um dispositivo eletrostático desenvolvido pelo físico britânico William Thomson (conhecido como Lord Kelvin) em 1867, capaz de produzir altas tensões a partir do movimento de gotas de água eletricamente carregadas (CRUZ; FREITAS; FONSECA, 2016). Após ser induzida a separação de cargas no gerador de Kelvin, evidencia-se um aumento na diferença de potencial em seus eletrodos que culmina em uma leve descarga com o rompimento da rigidez dielétrica do ar. De acordo com Camilo e Assis (2008), experimentos eletrostáticos, de modo geral, proporcionam efeitos visuais interessantes, e o gerador gotejante destaca-se por envolver uma série de detalhes que enriquecem a observação.

Na Figura 2 são mostrados os elementos funcionais de um gerador de Kelvin desenvolvido por (CRUZ; FREITAS; FONSECA, 2016).

Figura 2 – Elementos funcionais de um gerador de Kelvin.



Fonte: Adaptado de (CRUZ; FREITAS; FONSECA, 2016).

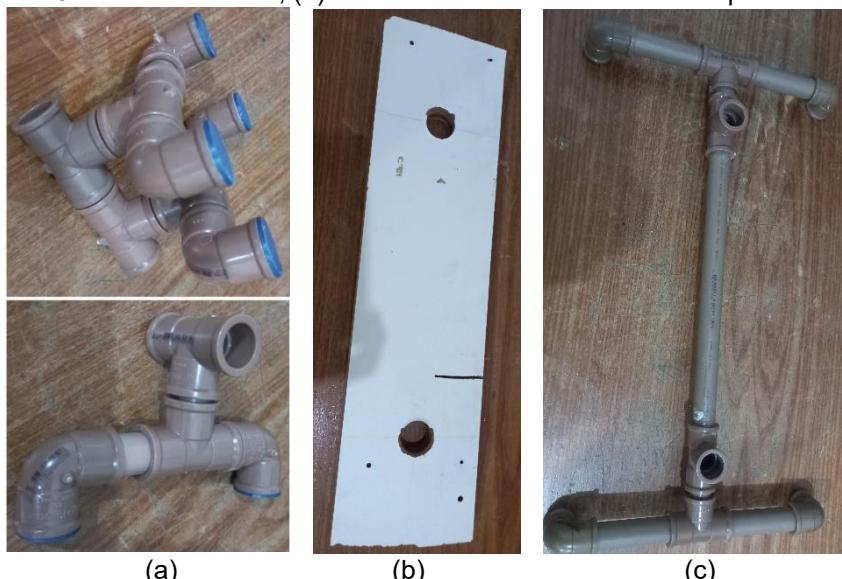
Para construção do gerador de Kelvin utilizando materiais alternativos, pode-se usar:

- Papel Alumínio;
- 12 unidades de joelhos 90°- 20mm;
- 2 unidades de cap's - 20mm;
- 14 unidades de tê's 90°- 20mm;
- Fio de Cobre-2m/1.5mm;
- Pote de sorvete cilíndrico 1L;
- Madeira 87cmx27cm;
- Broca Cerra copo 20mm;
- 2 unidades de potes quaisquer;
- Mangueira de aquário-1,5m/6mm;
- Vara de cano-2m/20mm;
- 2 unidades de latas de refrigerante;
- 4 unidades de garra de Jacaré;
- Cano 40mm/20cm;
- Cola para cano;
- Cola Instantânea;
- Bicarbonato de sódio.

**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

A partir da seleção adequada dos materiais, deu-se início a construção do Gerador Eletrostático de Kelvin. Primeiramente, pela construção da estrutura de sustentação com peças e conexões de cano (conforme Figura 3 (a)), e encaixe adequado do reservatório superior. Para essa etapa, foi utilizado um pote cilíndrico de 1 litro, perfurado no fundo para a conexão de dois pedaços de mangueira. Para armazenar a água que flui do reservatório superior, foi construída uma base de madeira em MDF com dimensões 26 por 87 cm, e um conjunto de pés de cano PVC para estrutura principal, conforme a Figura 3(b) e 3(c).

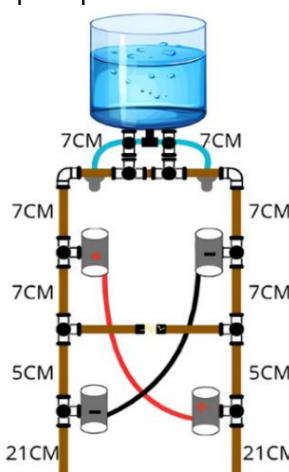
Figura 3 – Construção da estrutura de sustentação do gerador: (a) Juntas e conexões; (b) Base de madeira e estrutura dos pés.



Fonte: Autoria própria.

Como citado, a estrutura foi construída pela conexão de peças de cano de PVC-20mm via conexões do tipo curva e "tê". As dimensões das peças de cano utilizadas em cada parte do gerador são mostradas na Figura 4.

Figura 4 – Medidas da estrutura principal em centímetros.



Fonte: Autoria própria.

Pra confecção dos indutores e coletores foram utilizados canos de PVC de 36 mm. Cortando o cano de PVC em dois pedaços de 5cm, e revestindo seus interiores com papel alumínio foram obtidos os dois coletores. Os coletores foram confeccionados de maneira semelhante, mas com a inserção do fundo das latas de refrigerante (cada fundo com um furo) na extremidade inferior de cada cano.

**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

Na Figura 5 são mostrados os indutores confeccionados, e um dos coletores acoplado à estrutura de canos do gerador de Kelvin.

Figura 5 – (a) Indutores, antes do acoplamento; (b) Coletor acoplado à estrutura de gerador.



(a)

(b)

Fonte: Autoria própria.

Após a acoplagem dos componentes, foi necessário realizar a ligação elétrica dos coletores e indutores. Utilizou-se um fio de cobre recapado para conectar o indutor da esquerda ao coletor da direita, e o indutor da direita ao coletor da esquerda (ligação cruzada), e finalmente ligando cada coletor a um eletrodo de papel alumínio, separados por uma distância de 1,5 mm. O gerador de Kelvin construído é mostrado na Figura 6.

Figura 6 – (a) Base, pé, (b) Gerador de Kelvin.



Fonte: Autoria própria.

Ao adicionar água no reservatório superior do gerador de Kelvin, verifica-se que os tubos começam a gotejar. No entanto, não há eletrização, pois, a quantidade de cargas positivas é igual a quantidade de cargas negativas no líquido, em equilíbrio eletrostático.

Ao aproximar um canudo eletrizado (com cargas positivas) no tubo gotejador do lado direito do, as gotas de água são atraídas com mais elétrons (gota com cargas negativas). Essas gotas são coletadas pelo coletor direito, suas cargas são distribuídas no eletrodo direito e no indutor esquerdo. As cargas negativas no coletor esquerdo repelem as cargas negativas das gotas de água no gotejador esquerdo, resultando em gotas com carga positiva que caem no coletor esquerdo, e se distribuem no eletrodo esquerdo e indutor direito. O fato de cargas positivas se concentrarem no indutor direito torna desnecessária a presença do canudo eletrizado por mais tempo, tornando o processo de eletrização autônomo, pelo menos em quanto houver água no recipiente superior.

À medida que as gotas carregadas caem, verifica-se um aumento da densidade de cargas nos eletrodos, resultando num aumento da diferença de potencial elétrico. Após algumas dezenas de segundos, quando a diferença de potencial supera os 4500 volts, observa-se uma fagulha resultante do rompimento da rigidez dielétrica do ar.

### 3.3 CIRCUITOS ELÉTRICOS

A utilização de lâmpadas em experimentos didáticos com circuitos elétricos é uma abordagem eficaz e acessível para o ensino dos conceitos fundamentais da eletricidade. Por meio da associação em série, os estudantes observam que a corrente elétrica é a mesma em todos os componentes, enquanto a tensão se divide proporcionalmente entre as lâmpadas. Esse arranjo permite compreender, de forma visual, a influência da resistência total no brilho das lâmpadas, assim como a interdependência entre os elementos do circuito — evidenciada quando a queima de uma lâmpada interrompe completamente o fluxo de corrente.

Na associação em paralelo, por outro lado, os alunos percebem que cada lâmpada recebe a mesma tensão da fonte, mas a corrente elétrica se distribui entre os ramos. Esse tipo de experimento facilita a compreensão da independência funcional dos componentes e da redução da resistência equivalente, aspectos essenciais para o entendimento de instalações elétricas residenciais e industriais. O uso combinado de ambos os tipos de associação permite explorar circuitos mistos e desenvolver habilidades de análise, predição de comportamento e resolução de problemas, tornando a aprendizagem mais concreta, participativa e contextualizada.

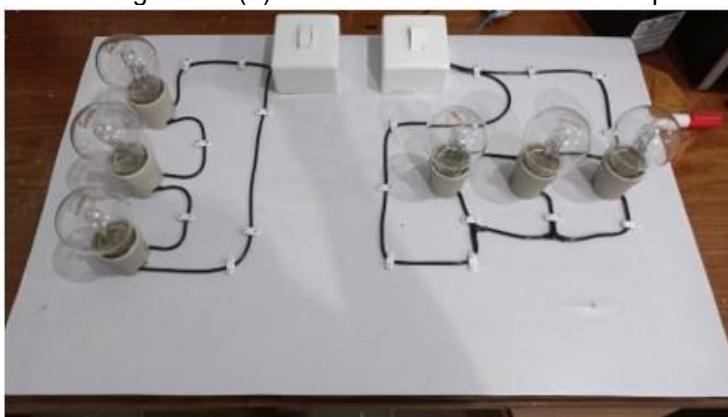
Para construção de uma bancada para experimentação de circuitos elétricos série e paralelo, podem ser usados os seguintes materiais:

- 6 unidades de lâmpadas Halógena de 45W 127V;
- 2 unidades de interruptores de 1 tecla;
- 1 unidade de plug macho;
- Cabo Elétrico – 4m/1,5mm;
- 6 unidades de bocais de porcelana;
- 6 unidades de tabua de compensado 65cm/46cm;
- 10 unidades de parafuso para madeira.

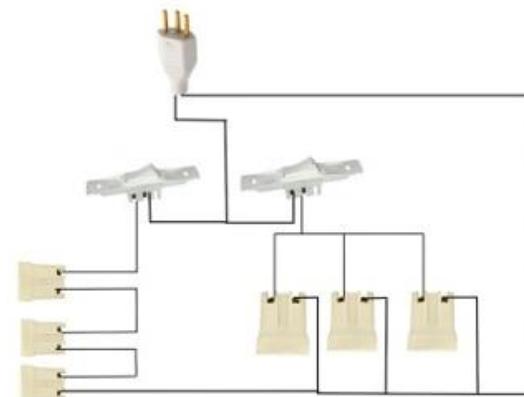
Para construção da bancada, os dois interruptores foram fixados na parte superior da base de madeira. Em seguida, os bocais foram instalados logo abaixo de cada interruptor. Os três primeiros bocais foram posicionados em linha vertical, um abaixo do outro, sob o primeiro interruptor. Já os outros três bocais foram fixados em linha horizontal, um ao lado do outro, abaixo do segundo interruptor. Essa organização facilitou a visualização e a compreensão prática dos circuitos em série e em paralelo. O resultado dessa etapa pode ser observado na Figura 7(a).

**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

Figura 7 – (a) Bancada de circuito em série e paralelo; (b) Conexões elétricas da bancada.



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria.

As conexões elétricas foram realizadas em série para os bocais ligados ao primeiro interruptor e em paralelo para os bocais do segundo. A Figura 7(b) mostra as conexões elétricas realizadas na bancada de circuitos em série e paralelo.

Ao ligar o interruptor correspondente ao circuito em série, observa-se que as lâmpadas ligam, mas apresentam um brilho mais fraco. Isso ocorre porque a tensão elétrica se divide entre todas as lâmpadas, resultando em uma menor diferença de potencial em cada uma, o que reduz seu brilho. Além disso, é possível notar uma característica típica dos circuitos em série: ao remover qualquer uma das lâmpadas, todas as outras se apagam. Isso acontece porque a corrente elétrica possui apenas um único caminho para circular. Quando uma lâmpada é retirada, o circuito é interrompido (aberto), impedindo a passagem da corrente e, consequentemente, o funcionamento das demais lâmpadas.

Ao ligar o interruptor correspondente ao circuito em paralelo, observa-se que as lâmpadas acendem com brilho mais intenso e uniforme. Isso ocorre porque, nesse tipo de circuito, cada lâmpada recebe a mesma tensão elétrica, garantindo seu funcionamento ideal. Outra característica dos circuitos em paralelo é que, ao remover uma das lâmpadas, as demais continuam acesas normalmente. Isso acontece porque a corrente elétrica dispõe de múltiplos caminhos independentes para circular, de modo que a retirada de uma lâmpada não interrompe o circuito dos outros componentes, mantendo seu funcionamento.

### 3.4 BOBINA DE TESLA

A Bobina de Tesla é um dispositivo que opera como um transformador ressonante. Ela produz altas tensões e frequências elevadas a partir de uma fonte de baixa tensão. Seu funcionamento baseia-se na geração de um campo magnético oscilante por meio de uma corrente alternada que percorre a bobina primária, induzindo uma tensão muito maior na bobina secundária devido ao princípio da indução eletromagnética, conforme descrito pela Lei de Faraday, e à ressonância entre as duas bobinas. Essa tensão elevada pode gerar descargas elétricas visíveis no ar, ilustrando conceitos fundamentais como campo magnético variável, autoindução e ressonância.

A construção da bobina de Tesla envolve realizar o enrolamento de duas bobinas — a primária e a secundária — com diferentes números de espiras, um capacitor para formar um circuito ressonante (ou mesmo usar a indutância do primário) e uma fonte de alimentação adequada. Ao ajustar a frequência da corrente na bobina primária para que coincida com a frequência natural do circuito secundário, maximiza-se a transferência de energia, resultando em altas tensões geradas no secundário.

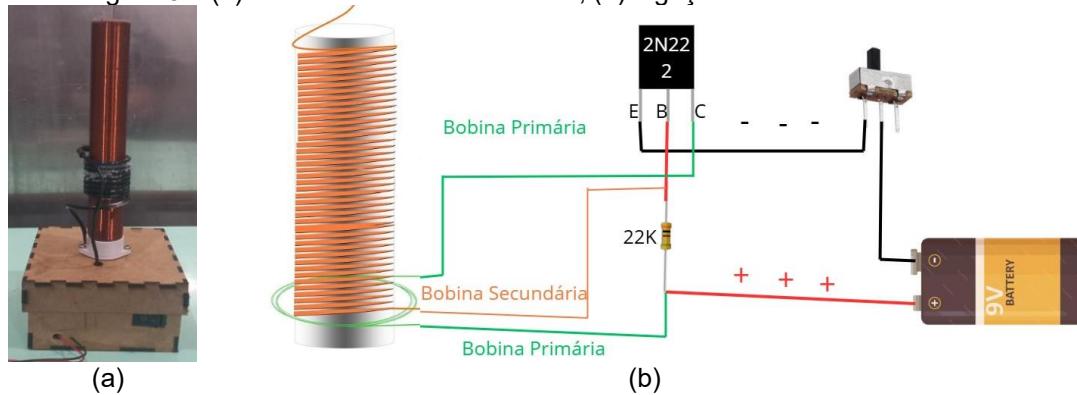
Os materiais utilizados na construção de uma bobina de tesla rudimentar foram:

- Fio de Cobre 2m/2,5mm;
- 1 unidade de chave Switch on/off;
- 1 unidade de caixa de compensado com dimensões: 11cm x 11cm x 4cm;
- 1 unidade de cano 19cm/20mm;
- Fio de cobre esmaltado 15m/18awg;
- 1 unidade de bateria de 9-Volts;
- 1 unidade de conector de Bateria de 9 volts;
- 1 unidade de fita isolante;
- 1 unidade de transistor 2N222 ou TIP41c;
- 1 unidade de resistor 22KΩ;
- 1 unidade de lâmpada Fluorescente.

Para elaboração da bobina de tesla foi enrolado fio de cobre esmaltado ao redor de um cano para formar a bobina secundária com  $N = 350$  voltas, garantindo espiras alinhadas sem sobreposição, com sobras de fio nas extremidades para conexões. A bobina foi colada verticalmente no centro de uma caixa de 11 cm x 11 cm x 4 cm, com um furo na superfície para passagem de um fio. Para a bobina primária, fio de 2,5 mm foi enrolado em  $N = 6$  espiras no sentido oposto à secundária, com pontas passadas para dentro da caixa; O circuito foi montado com uma bateria de 9V, transistor (2N2222 ou TIP41C), chave liga/desliga, conector de bateria e fios reaproveitados, conectados por solda e emendas isoladas com fita isolante.

A bobina de tesla rudimentar construída é mostrada na Figura 8(a), enquanto a Figura 8(b) mostra as ligações do circuito elétrico interno.

Figura 8 – (a) Bobina de Tesla rudimentar; (b) Ligações elétricas do circuito interno.



Fonte: Autoria própria.

Ao ligar a chave, o transistor é alimentado e recebe uma tensão elétrica de 9 volts. Essa tensão passa por um processo de oscilação, no qual o transistor liga e desliga rapidamente diversas vezes. O chaveamento provocado na tensão emissão coletor provoca uma variação de tensão  $V_1$  na bobina do enrolamento primário, resultando em tensão elevada na bobina do secundário. O aumento da tensão no secundário pode ser descrito pela relação de transformação  $V_2 = V_1 N_2 / N_1$ .

Ao aproximar a lâmpada fluorescente da bobina secundária, o campo elétrico transmite uma quantidade de energia por indução. Essa energia é suficiente para ionizar os gases presentes no interior da lâmpada. Quando esses gases se ionizam devido à alta tensão do campo elétrico, ocorre o efeito luminoso, fazendo com que a lâmpada se acenda sem estar conectada por cabos a rede elétrica.

### 3.5 TUBO DE LENZ

O experimento com um tubo de cobre e ímãs permanentes demonstra de forma clara a Lei de Lenz e a indução eletromagnética, por essa razão é chamado tubo de Lenz.

Quando o ímã é solto dentro do tubo, sua queda é desacelerada devido à indução de correntes de Foucault nas paredes do cobre. Essas correntes geram um campo magnético oposto ao movimento do ímã, criando uma força de resistência que retarda sua descida.

**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

Para execução do experimento são necessários os materiais mostrados na Figura 9:

- 4 unidades de imãs de neodímio 10mm;
- 1 unidade de cano de PVC 50cm/20mm;
- 1 unidade de tubo de Cobre 5/8"/50cm.

Figura 9 - (a) Imãs de neodímio; (b) Cano de PVC e tubo de cobre.



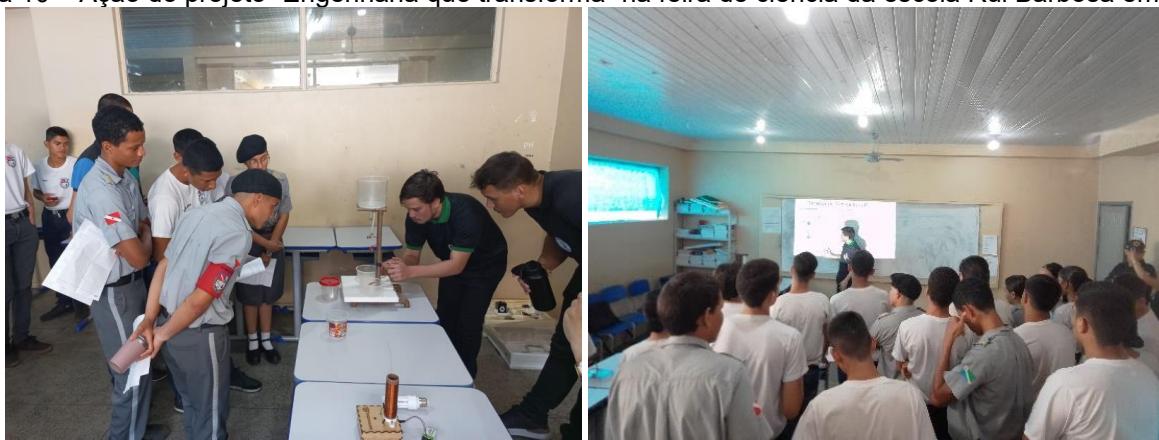
Fonte: Autoria própria.

Ao soltar o ímã dentro do tubo de PVC, observa-se que ele cai rapidamente, sem apresentar nenhum efeito significativo. Contudo, ao soltar o ímã dentro do tubo de cobre é possível observar que ele cai lentamente. Isso não ocorre porque o ímã interage ou gruda no tubo, já que o cobre não exerce atração magnética, pois o cobre é um material fracamente diamagnético. Conforme citado, a redução da velocidade ocorre por conta das correntes induzidas no cobre, que geram um campo magnético contrário a movimentação do cobre. O entendimento desse conceito é crucial para o estudo de indutância elétrica.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira ação do projeto “Engenharia que transforma”, executada pelos membros do LEAMG, foi realizada na Escola Estadual de Ensino Médio Rui Barbosa, em Tucuruí, Pará, durante a Feira de Ciências da escola em 2024. A iniciativa envolveu demonstrações experimentais do Gerador de Kelvin, da Bobina de Tesla e do Eletroscópio de Folhas, com participação de aproximadamente 80 estudantes dos 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio da Escola Rui Barbosa, bem como de estudantes do Ensino Fundamental da Escola Militar de Tucuruí. A ação permitiu ilustrar fenômenos eletrostáticos e eletrodinâmicos, favorecendo o engajamento e a compreensão de conceitos científicos, conforme o registro na Figura 10.

Figura 10 – Ação do projeto “Engenharia que transforma” na feira de ciência da escola Rui Barbosa em 2024.



Fonte: Autoria própria.

Por meio do projeto, os membros do LEMAG realizaram uma intervenção didática durante as aulas regulares de Física na Escola Estadual Rui Barbosa, em Tucuruí (PA), com a participação de três turmas do 3º ano do ensino médio, totalizando 69 alunos atendidos pelas ações do projeto. A atividade incluiu demonstrações dos cinco protótipos citados na seção 3. A abordagem, centrada na participação ativa dos estudantes, teve como objetivo promover o interesse e a compreensão dos conceitos de eletromagnetismo.

**15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025**  
**CAMPINAS - SP**

O questionário diagnóstico aplicado durante a ação revelou que 29% dos alunos declararam não ter interesse pelas ciências exatas, enquanto 71% se mostraram indecisos. Além disso, 91% relataram dificuldades no aprendizado, especialmente relacionadas à memorização e à assimilação de conceitos abstratos. A Figura 11 ilustra a participação dos alunos da Escola Rui Barbosa durante as atividades de aula.

Figura 11 – Apresentação dos experimentos aos alunos do 3<sup>º</sup> ano, Escola Rui Barbosa.



Fonte: Autoria própria.

A ação educativa também foi realizada na Escola Estadual Deputado Raimundo Ribeiro de Souza, localizada no município de Tucuruí (PA), durante os horários regulares da disciplina de Física da turma do 3º ano nº5, contando com a participação de 31 estudantes (Figura 12).

Figura 12 - Apresentação dos experimentos aos alunos do 3<sup>º</sup> ano, Escola Ribeiro de Souza



Fonte: Autoria própria.

Um questionário diagnóstico também foi aplicado aos discentes, revelando índices semelhantes aos observados na Escola Rui Barbosa: dos 31 alunos, 26% declararam não ter interesse pela área de Ciências Exatas, enquanto 74% se mostraram indecisos quanto à afinidade com os conteúdos da disciplina.

## 5 CONCLUSÃO

A partir das ações educativas conduzidas pelo LEMAG, via projeto “Engenharia que transforma”, em escolas públicas de Tucuruí (PA), evidencia-se o impacto positivo que experimentos práticos exercem na promoção do interesse pelas ciências exatas. As atividades foram realizadas durante uma Feira de Ciências, e em aulas de Física nas escolas Rui Barbosa e Deputado Raimundo Ribeiro de Souza, alcançando cerca de 180 estudantes. Por meio de demonstrações experimentais e explicações contextualizadas, conteúdos abstratos tornaram-se mais acessíveis e compreensíveis. Os questionários diagnósticos aplicados inicialmente revelaram um baixo interesse dos alunos pelas ciências exatas, além de dificuldades relacionadas à memorização e à compreensão conceitual. No entanto, a participação voluntária dos estudantes nas demonstrações destacou a relevância de atividades práticas para o engajamento e a motivação no estudo da Física.

## 6 REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. S. M. do; LINHARES, M. P.; MACHADO, C. B. H. **A construção de conceitos de eletrostática no ensino médio: uma abordagem histórica e experimental, utilizando blogs como ferramenta pedagógica.** Revista Experiências em Ensino de Ciências, v. 16, n. 1, 2021.
- CAMILO, A.; ASSIS, A. K. T. **Gerador eletrostático gotejante: uma ferramenta didática para eletrostática.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 1-10, 2007.
- CRUZ, A. F. S. da; FREITAS, P. V.; FONSECA, W. da S. **Construção e aplicação do gerador de Kelvin como proposta de experimento lúdico de baixo custo no estudo da eletrostática em Física III.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE), 44., 2016, Natal-RN. Anais... Natal-RN: ABENGE, 2016. Código: 161285.
- GOMES, M.; HIRATA, G. **Determinantes da evasão no ensino superior: uma abordagem de riscos competitivos.** Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, v. 52, n. 3, dez. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/13040>. Acesso em: 14 abr. 2025.
- LIMA, G. S. **Utilização de experimentos e tecnologias acessíveis como estratégia ativa no ensino de Física.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, 2024. Disponível em: <https://releia.ifsertao-pe.edu.br/jspui/handle/123456789/308>. Em: 22 abr. 2025.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **A aprendizagem significativa de conteúdos científicos: conceitos e aplicações.** Ciência & Educação, v. 6, n. 1, p. 1–11, 2000.
- MORAES, J. U. P.; SILVA JUNIOR, R. S. **Experimentos didáticos no ensino de Física com foco na aprendizagem significativa.** Aprendizagem Significativa em Revista - Meaningful Learning Review, Lagarto, v. 4, n. 3, p. 61-67, 2014.
- SANTOS, A. F. dos. **Formação de professores e o não uso do laboratório de Física: um estudo de caso.** 2015. Monografia (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, Salgueiro, 2015. Disponível em: <https://releia.ifsertao-pe.edu.br/jspui/handle/123456789/279>. Acesso em: 23 abr. 2025.
- VIEIRA, D. E.; CASTRO, L. F. de; ROSADO, M. B. de S.; MONTEIRO, M. N. **A carência de laboratórios e atividades experimentais no ensino de ciências e biologia: um relato de experiência.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2018. Anais..., 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/114852>. Acesso em: 10 abr. 2025.

## ENGINEERING THAT TRANSFORMS: STRENGTHENING ELECTROMAGNETISM EDUCATION IN PUBLIC SCHOOLS THROUGH DIDACTIC KITS MADE FROM RECYCLED MATERIALS

### Abstract:

This paper outlines the university outreach activities of the "Engineering that Transforms" project, designed to enhance Physics education in public schools in Tucuruí, Brazil. A low-cost, reusable didactic kit featuring five electricity and electromagnetism experiments was developed and used in two public schools during science fairs and regular classes, engaging over 100 students. The initiative significantly boosted student interest, engagement, and comprehension of abstract Physics concepts. These findings emphasize the value of hands-on experimentation in strengthening science education and sparking interest in STEM fields, offering a scalable model for community-focused educational interventions.

**Keywords:** Physics education; Didactic kit; Active learning methods.

