

Aprendizagem Ativa no Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias

TEXTO DE APOIO A ATIVIDADES PRÁTICAS EM ELETRICIDADE E ELETROMAGNETISMO

O conjunto de materiais produzido para uso no ensino e aprendizagem da eletricidade e do eletromagnetismo, em nível de ensino médio, ou em cursos de instrumentação para estudantes de licenciatura em Física é apresentado a seguir. Os diferentes dispositivos foram agrupados segundo as diferentes áreas da física para as quais são destinados: eletrostática, energia, potência e consumo de diferentes aparelhos elétricos, circuitos elétricos, correntes elétricas e campos magnéticos, eletroímãs, lei de Faraday, motor elétrico.

Os aparatos apresentados foram produzidos no laboratório de Física da Universidade de Caxias do Sul e foram acrescidos de alguns instrumentos de medida: multiteste, amperímetro de garra e bússola.

A disponibilidade de um multiteste permite a exploração de outras atividades experimentais além das listadas aqui. Mencionamos algumas, apenas como referência: medida da temperatura da chama de uma vela através do termopar que acompanha o aparelho, medida da capacitância de um capacitor “fabricado” com lâminas de papel alumínio inseridas entre páginas de um livro, medida da resistência elétrica de um traço feito com lápis ou lapiseira num papel (ver, por exemplo, Rocha Filho, Coelho, Salami, Maciel e Schrage. Resistores de papel e grafite: ensino experimental de eletricidade com papel e lápis. Cad. Bras. Ens. Fís., v.21, n. especial: p. 203-211. 2004, disponível em <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/10006-Texto%20do%20Artigo-49328-1-10-20101104%20(1).pdf >), entre outras possibilidades.

As explorações que envolvem leituras no multiteste e no amperímetro de garra podem ser feitas diretamente por grupos de até 5 alunos. Se o professor optar por conduzir a exploração com uma turma inteira, com um número maior de alunos, a visualização dos instrumentos pode ser feita através de uma câmera e um Datashow. Em qualquer caso, em vez de uma “demonstração” pura e simples, é aconselhada a participação ativa dos alunos, através de perguntas, sugestão de manipulações, relato de experiências e outras diferentes formas de envolvimento. É também fortemente aconselhado que o professor convide os alunos a manipularem eles mesmos o material aqui apresentado.

Será apresentada a seguir a foto dos diferentes aparatos bem como uma breve descrição das atividades que podem ser desenvolvidas. Em alguns casos, quando a atividade é baseada em artigos publicados, é acrescida a referência.

1- Explorações de eletrostática.

O conjunto cuja imagem é apresentada na figura 1 permite a exploração de diferentes efeitos ligados à eletrostática. Um dos braços da peça em “V” que aparece na imagem, feita em acrílico, é atritado (com papel toalha, um pano felpudo ou algo similar). Em seguida, esta peça em “V” é colocada sobre um apoio e, por conta do baixo atrito, ela gira com grande facilidade. Uma barra do mesmo material é atritada, e em seguida aproximada, tanto do braço em V atritado, quanto

do outro. As forças de atração e repulsão resultantes do excesso de cargas provocado pelo atrito são visíveis por uma grande audiência (a peça em V possui uma dimensão aproximada de 30 cm.) O procedimento pode ser repetido com um cano de PVC ; ele adquire um excesso de carga negativo quando atritado com papel toalha. Já o acrílico adquire um excesso de carga positivo, nas condições referidas acima. (A polaridade foi aferida com um eletrômetro - Basic Electrometer PASCO ES9078).



Figura 1: Eletroscópio.

Em dezenas de utilizações, sob condições nem sempre favoráveis do ponto de vista da humidade ambiente, o eletroscópio sempre funcionou a contento.

Um bom número de outras explorações pode ser efetuado, como sugerido no artigo de Catelli, F; V. C. de Franco, Laboratório Caseiro: eletroscópio gigante. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 1: p. 64-70, abr. 2007. Disponível em:

http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/artigos/laboratorio_caseiro.pdf

Os professores que utilizam este conjunto experimental são sempre aconselhados a, na medida do possível, utilizarem simuladores, tais como

https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_pt_BR.html, ou

https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage_pt_BR.html

2- Tomada para a medição de potência elétrica de dispositivos do cotidiano

A tomada apresentada na figura 2 é similar às tomadas convencionais, exceto pelo fato de um dos fios de conexão, rígido, possuir um pequeno anel, no qual é facilmente acoplado um amperímetro de garra, também adquirido com recursos do projeto CNPq. O outro fio é enrolado de modo a formar uma bobina de 10 voltas. A ideia é a de propiciar a medição de correntes elétricas alternadas sem a necessidade de abertura do circuito, o que tornaria a atividade potencialmente de risco para ser efetuada num ambiente de ensino médio. Se o amperímetro de garra for acoplado ao terminal com um anel, a leitura que ele fornecerá é diretamente a corrente que se quer medir, desde que, bem entendido, algum dispositivo (uma lâmpada de

bulbo, por exemplo) seja conectado a uma das tomadas. A DDP da rede elétrica pode ser medida com um multiteste (visível na figura 6). A potência (em watt) pode então ser calculada facilmente por meio do produto de V (em volt) e i (em ampères), e comparada com a que é especificada pelo fabricante. No caso de a corrente (CA) do dispositivo ser pequena, a leitura do amperímetro de garra pode ser pouco precisa. Uma maneira de obter leituras mais acuradas é acoplar a garra de medição do instrumento na bobina de 10 voltas. Desta forma, a leitura obtida é multiplicada por 10. O valor lido desta forma, e dividido por 10, é em geral mais acurado do que o que seria obtido por meio de uma leitura direta, em um único anel.



Figura 2: Tomada para a medição da potência de diferentes dispositivos elétricos.

Uma vez obtida a potência, atividades de cálculo de consumo de diferentes aparelhos podem ser efetuadas, bastando para isto estipular o tempo que o aparelho ficaria ligado. O custo da energia elétrica transformada pelo aparelho pode ser obtido expressando esta energia em kWh, e consultando a tarifa do operador de energia da região numa conta de luz, por exemplo.

3- Painel “dupla face” com lâmpadas de filamento conectadas em paralelo e em série.

O lado do painel apresentado na figura 3 (com as lâmpadas apagadas, à esquerda, e acesas, à direita) corresponde à conexão de 3 lâmpadas de filamento, em paralelo. (As lâmpadas são de filamento por configurarem, desta forma, resistores “puros”: a indutância e a capacitância associadas são desprezíveis). As três chaves permitem qualquer combinação desejada de lâmpadas acesas. Para cada lâmpada há um anel de medição de corrente, por meio de um amperímetro de garra. Há um quarto anel para a medição da corrente total do circuito. Foram adquiridas três lâmpadas de 70 W, 220 V, uma de 40 W, 220 V e uma de 25 W, 220 V. É possível efetuar diferentes combinações de lâmpadas, e explorar, por exemplo, a lei dos nós.

Na figura 4 é apresentada a outra face do painel, na qual uma ligação em série de três lâmpadas pode ser efetuada. Inicialmente, os estudantes são alertados que esta não é uma maneira usual de conectar lâmpadas. A ideia é a de explorar algumas características contra intuitivas desse

tipo de ligação. O painel provê dois anéis de medição de corrente entre as lâmpadas, e mais um anel, no qual aparece conectado o amperímetro de garra. A corrente “total”, bem como a corrente que circula em cada lâmpada podem ser medidas, e são, neste tipo de circuito, iguais. A DDP pode ser lida de forma bastante segura com o multíteste, colocando as ponteiros de medição nos parafusos das pontes conectoras (em branco, nas imagens). Por exemplo, quando a leitura da DDP é feita logo na saída do cabo de força, a leitura é – digamos – 220 V. Já a leitura da DDP feita sobre cada lâmpada é diferente: aqui, pode ser explorada a lei das malhas.



Figura 3: Face do painel onde três lâmpadas (apagadas na imagem da esquerda e acesas na da direita) estão conectadas em paralelo.

Se forem colocadas as três lâmpadas cuja “etiqueta” é 70 W, 220 V, elas terão o mesmo brilho, porém muito mais fraco. A razão para isso é a de que elas não são conectadas em 220 V (como especificado pelo fabricante) mas a DDP à qual cada uma delas é submetida é de $(220/3)$ V. Os professores que utilizam este recurso são aconselhados a provocar os alunos para que “adivinhem” o que vai acontecer, quando o dispositivo for ligado, e argumentar porque eles fazem suas previsões. Este procedimento envolve os alunos, fazendo com que a atividade não se restrinja a uma mera “demonstração”.

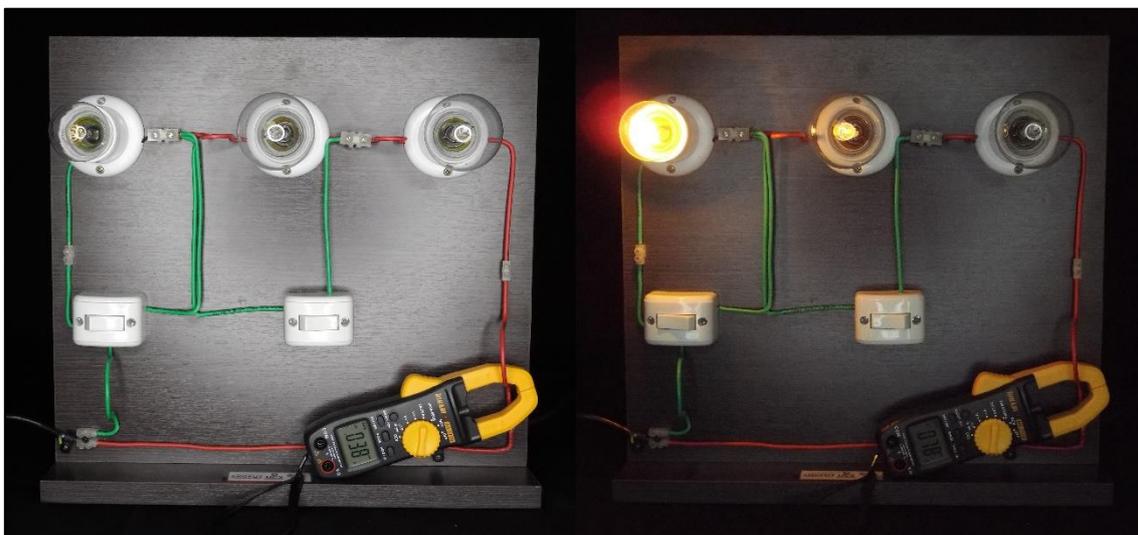


Figura 4: Face do painel onde três lâmpadas estão conectadas em série.

As duas chaves, ligadas em paralelo respectivamente a cada uma das duas lâmpadas mais à esquerda, permitem, quando ligadas, que a corrente “desvie”, praticamente por completo, através delas. Assim, a lâmpada cuja chave é conectada não acende (poderia até ser retirada). Ao mesmo tempo, as outras lâmpadas têm seus brilhos aumentados. Os estudantes gostam de perguntar porque o painel não foi montado com três chaves, uma para cada lâmpada. Rapidamente eles percebem que, se existissem três chaves, e se todas elas fossem acionadas ao mesmo tempo, a configuração produziria um curto circuito. (Mais abaixo, é sugerido um simulador no qual esta condição poderia ser emulada).

A exploração do painel se torna bastante contra intuitiva no momento em que as lâmpadas conectadas em série são aquelas cujas etiquetas do fabricante especificam 70 W, 220 V; 40 W, 220 V e 25 W, 220 V (o painel só produz os resultados aqui descritos quando as lâmpadas são de filamento). A lâmpada que brilha mais é aquela cuja etiqueta é a de 25 W (lâmpada à esquerda, imagem à direita, na figura 4). As medições de corrente (todas as correntes são iguais) e de DDP permitem “decifrar” facilmente a charada. Diversas outras atividades e explorações são descritas em CATELLI, F. V. Villas Boas, F. S. SILVA. Modelos em ambientes de aprendizagem de Física: circuitos elétricos simples. In: João Bernardes da Rocha Filho. (Org.). Física no Ensino Médio: Falhas e Soluções. 2 ed. Porto Alegre: EdIPUCRS, 2015, v. 1, p. 69-78.

Os professores que usam este painel também são aconselhados, dentro da disponibilidade de tempo, a utilizar simuladores, tais como o excelente “Kit para montar um circuito DC – Laboratório virtual”, em https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_pt_BR.html. Excelentes resultados didáticos podem ser obtidos por meio do uso conjugado destes dois recursos.

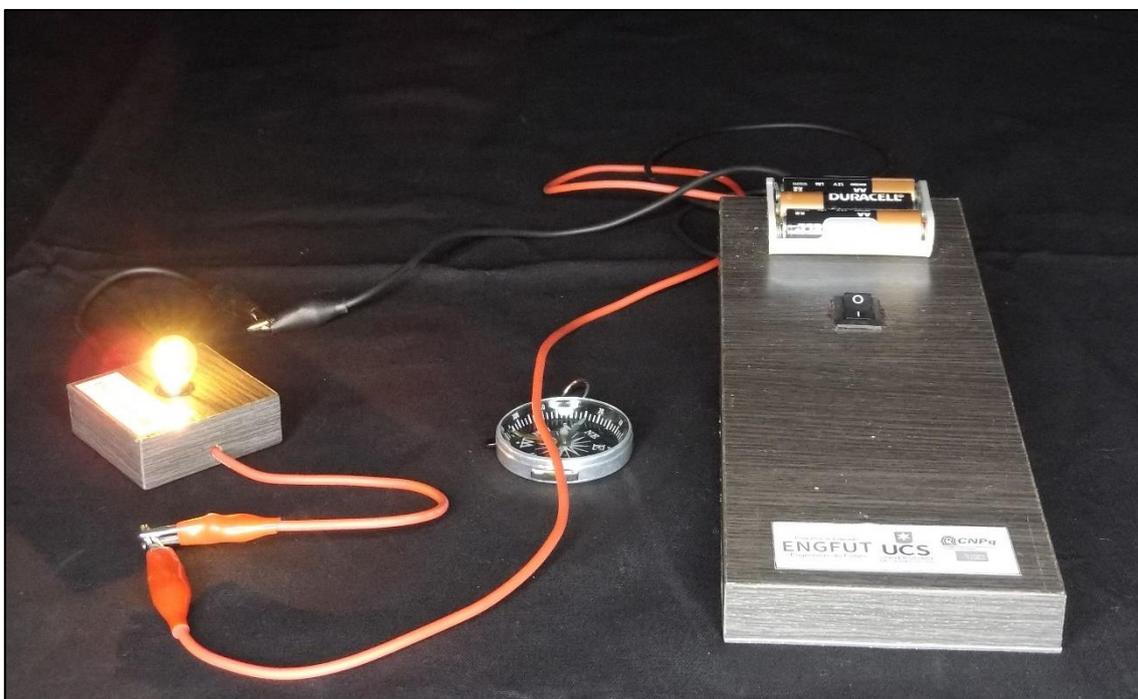


Figura 5: Corrente elétrica e campo magnético.

4- Correntes elétricas e campos magnéticos.

Neste conjunto experimental, uma pequena lâmpada é conectada a três pilhas de 1,5 V. A lâmpada acesa é o indicativo que há corrente nos fios. Com a chave desligada, um dos fios de

conexão é alinhado paralelamente à agulha de uma bússola, o mais próximo possível. Ao ligar a chave, a lâmpada acende, e a agulha da bússola sofre uma deflexão (figura 5). Esta atividade é popularmente conhecida como “experimento de H. C. Oersted”. A luminosidade da lâmpada pode ser percebida facilmente por um grande número de alunos, mas a deflexão da agulha da bússola, não. Os professores que utilizam este aparato são então aconselhados a utilizar uma câmara e um data show, ou repetir sucessivas vezes a atividade para grupos menores de alunos. Outra possibilidade, bastante valorizada pelos alunos, é a de gravar o procedimento em vídeo, e compartilhá-lo com os colegas e o professor.

O campo magnético oriundo da corrente elétrica que circula por um fio é “multiplicado”, enrolando fio esmaltado num parafuso munido de uma porca, de modo a formar uma espécie de carretel. Ao conectar este “eletroímã” à fonte CC da figura 4, com a lâmpada em série, o parafuso fica magnetizado, e pode atrair, por exemplo, moedas, ou clips de metal. Um eletroímã como o descrito pode ser visualizado na figura 6, próximo a duas moedas.

5- A lei de Faraday.

Neste conjunto, uma bobina de 2 X (250 voltas), feita de fio esmaltado, foi enrolada em torno de um tubo, como pode ser visto na figura 6.

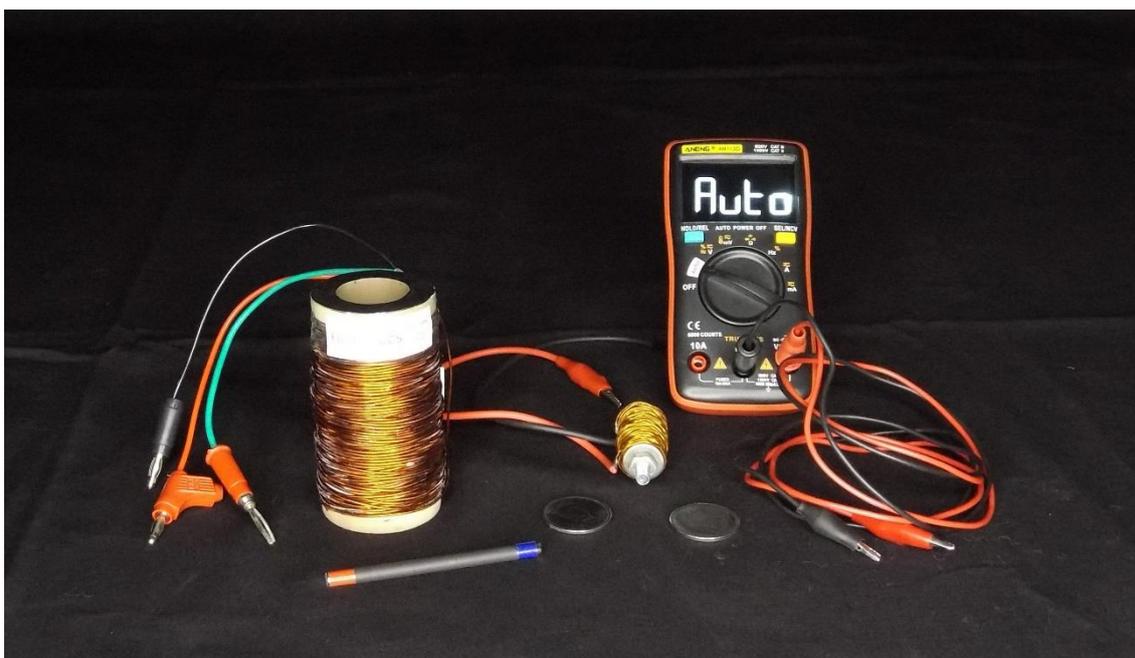


Figura 6: A bobina maior, à esquerda, consiste de 2 X 250 voltas de fio esmaltado, enrolado num tubo de PVC. A bobina menor foi enrolada em um parafuso com porca (em torno de 50 voltas de fio). O cilindro com extremidades vermelha e azul é um ímã de neodímio.

As extremidades desta bobina podem ser conectadas ao multíteste, ajustado para Auto, ou para VCC. Se o ímã cilíndrico (extremidade vermelha: polo Norte) for introduzido rapidamente na bobina, o multíteste apresentará (por um tempo curto) uma leitura de tensão, positiva ou negativa, dependendo de qual das extremidades do ímã entra primeiro na bobina. Este dispositivo permite a exploração da lei de Faraday. Os professores são aconselhados a utilizar este conjunto associado a um simulador, por exemplo, o excelente “Lei de Faraday” – PHET - https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_pt_BR.html

Adicionalmente, como a leitura do multíteste precisa ser acompanhada pelos estudantes, é sugerido o uso de uma câmera e um projetor multimídia, no caso de grandes audiências. Para grupos de até 5 ou 6 estudantes, não há esta necessidade.

6- Forças magnéticas sobre condutores. Motor elétrico.

Este dispositivo (figura 7) foi fabricado a partir de um ímã de neodímio, retirado de um disco rígido de computador fora de uso, bem como uma fonte CC e uma lâmpada, apresentadas na figura 5. A lâmpada, além de limitar a corrente a valores razoáveis, dá um indicativo de quando há – ou não – passagem de corrente.

O pequeno cubo de madeira, com orifícios no centro de suas faces, permite o ajuste de setas (feitas com palitos de espetinho para churrasco), setas estas que materializam as direções e sentidos das três grandezas envolvidas: força magnética, campo magnético e corrente elétrica.

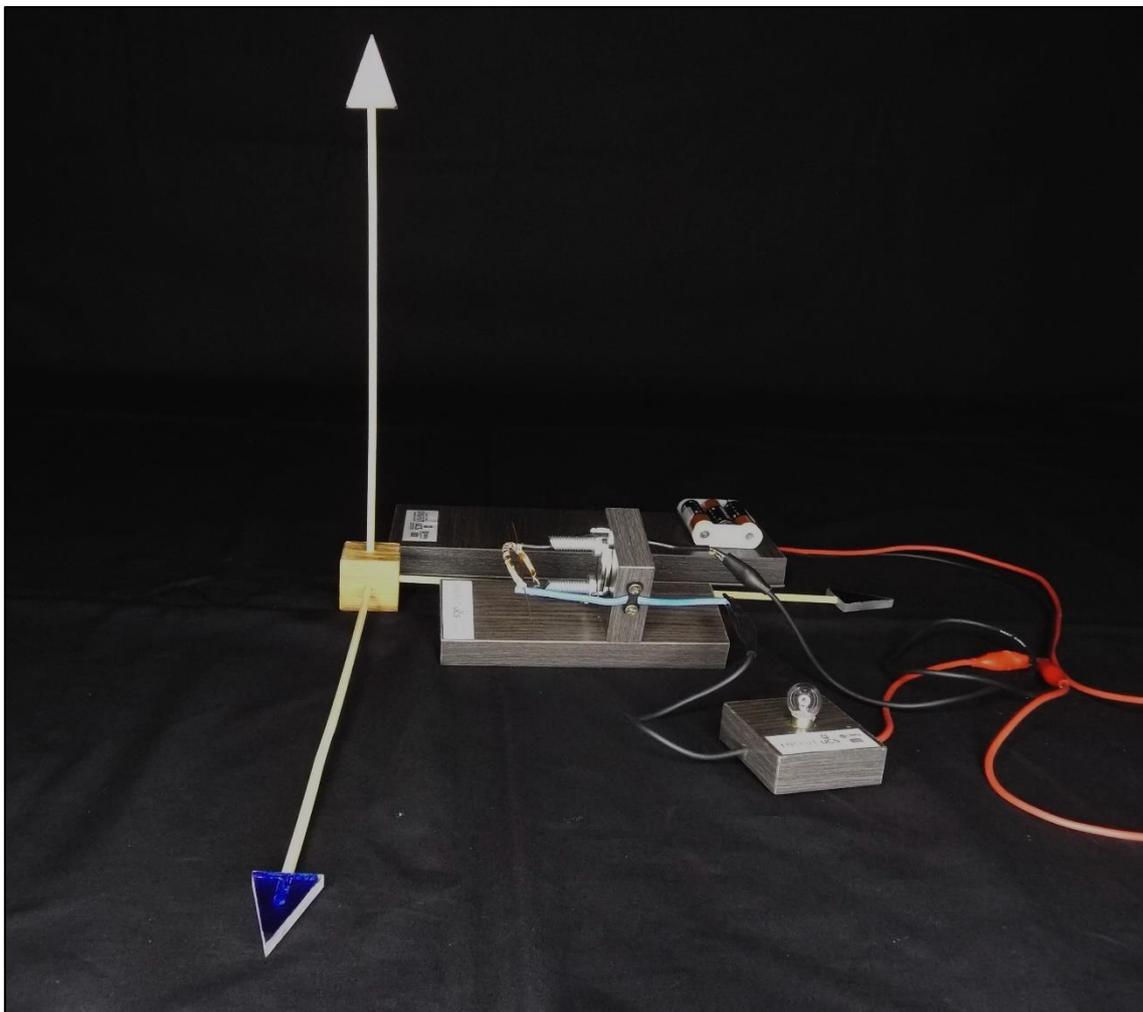


Figura 7: Motor elétrico.