

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPO MOURÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

HIGOR BELAFRONTA DE ANDRADE

Produto Educacional

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ELETRODINÂMICA PARA
DEFICIENTES VISUAIS**

**CAMPO MOURÃO
2020**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPO MOURÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

HIGOR BELAFRONTA DE ANDRADE

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ELETRODINÂMICA PARA
DEFICIENTES VISUAIS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Polo 32 MNPEF), campus Campo Mourão, como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Roseli Constantino Schwerz.

Coorientador: Prof. Me. Paulo Henrique Sabo.

**CAMPO MOURÃO
2020**

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Andrade, Higor Belafrente de

Atividades experimentais de eletrodinâmica para deficientes visuais / Higor Belafrente de Andrade. – Campo Mourão, 2020.
1 arquivo eletrônico (27 f) : PDF ; 1,2 MB.

Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia: f. 28

1. Estudantes com deficiência visual. 2. Eletrodinâmica. I. Schwerz, Roseli Constantino II. Sabo, Paulo Henrique. III. Título.

CDD (22.ed.) 530.07

Biblioteca da UTFPR - Câmpus Campo Mourão

Bibliotecária/Documentalista:
Andréia Del Conte de Paiva – CRB-9/1525

Apresentação

Seguindo as orientações das Diretrizes Curriculares da Educação Básica, o Ensino de Física deve ser voltado para uma educação cidadã, que ressalte a importância do enfoque conceitual, além das equações matemáticas, levando em conta que o conhecimento científico é uma construção humana com significados históricos e sociais. Para isso, os professores precisam deixar a visão ditadora do livro didático, bem como, a memorização de modelos, conceitos e definições, excessivamente, matemáticas, que são tomadas como verdades definitivas.

Nesse sentido, o ensino da Eletrodinâmica, assim como alguns conteúdos de Física, é permeado de deficiências, principalmente, na rede pública de ensino, destacando-se as salas lotadas, número reduzido de aulas, formação e remuneração do professor inadequada e/ou falha, recursos precários, entre tantas outras. Obviamente, tudo isso, desmotiva e dificulta a aprendizagem dos alunos, em especial, os alunos deficientes visuais.

Sob esse aspecto, no contexto do ensino para pessoas com deficiência, o Ministério da Educação ressalta que as “condições físicas das escolas, mobília e infraestrutura, devem ser implantadas, visando facilitar a mobilidade e autonomia do aluno deficiente visual dentro do ambiente escolar” (BRASIL, 2012). Por isso, acreditamos que o uso do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) corrobora com a Educação Inclusiva, pois visa a parceria dos professores especializados com outros profissionais, para juntos, elaborarem recursos/materiais, a fim de buscar uma educação flexível, que vise o aprendizado de todos os alunos. Mas, de acordo com Ribeiro (2017, p.11), “nota-se que o desenvolvimento educacional dos alunos com deficiência visual, ainda, é muito dificultado, mesmo diante de tantos avanços na sociedade atual, ou seja, muitas barreiras precisam ser rompidas para que se possa, realmente, alcançar a verdadeira inclusão para esses alunos”(RIBEIRO, 2017, p.11).

Pensando nisso e em como inserir esse conteúdo em sala de aula, desenvolvemos um kit didático, com atividades experimentais de

eletrodinâmica para deficientes visuais, a fim de abranger, também, os alunos videntes, sendo um recurso alternativo destinado aos professores da disciplina de Física no Ensino Médio. Com ele, por meio da mediação do professor, espera-se que os alunos, de forma tátil, possam compreender a constituição do átomo e a função do elétron, assim como a condutividade; entenda o funcionamento da corrente elétrica, tensão e resistência; identifique associações em série e paralelas e como se comportam as correntes e tensões em cada associação e por fim realize as medições estudadas e entenda o comportamento de cada grandeza.

De acordo com os pressupostos da aprendizagem significativa, Paula e Bida (2008), defendem que sua efetivação depende da atuação do professor que “deve levar em conta que o aluno é o sujeito do conhecimento e não mero receptor de informações. Por isso, é válido todo o esforço no sentido de envolver os alunos, tornando as aulas momentos de interação e aprendizagem”. Mas, para isso, Moreira (2011, p.711) nos diz que o aluno “além de aprender de maneira significativa, deve ser crítico e questionador desse conhecimento, para saber lidar com as incertezas e mudanças da vida contemporânea” (MOREIRA, 2011, p.711).

Ressalta-se, ainda, que, para desenvolver um trabalho eficaz da sequência, o professor deve acompanhar e seguir cada tópico a seguir descritos, sendo os mesmos passíveis de adaptação pelo professor, uma vez que facilite a sua aplicação.

1 INTRODUÇÃO A ELETRODINÂMICA

Olá alunos, este referencial teórico tem como objetivo auxiliá-los na realização de experimentos envolvendo a eletrodinâmica direcionada aos alunos deficientes visuais. Sejam todos bem-vindos e bons estudos!

Você sabe responder?

Em um dia muito frio, ninguém gosta de tomar banho, não é mesmo? Mas, é preciso, por questão da higiene pessoal, e para esse banho, é ideal uma água bem quente. Você já se perguntou: Por que a água do chuveiro esquenta? Note que ele tem chave “Verão e Inverno”, deixando a água mais quente ou mais fria, você sabe como é o seu funcionamento?

Para responder a essas questões, vamos estudar alguns assuntos relacionados à eletricidade, como condutividade, corrente elétrica, tensão e resistência elétrica.

1.1 Condutividade

Para entender corrente elétrica se faz necessário entender a estrutura do átomo. Começamos alguns levantamentos:

- Você já tomou um choque elétrico? Em que situação?

- Você sabe o que são materiais “condutores” e “isolantes”? O metal, a borracha, a madeira, a água da torneira ou do mar são bons ou maus condutores elétricos? Nós (seres humanos) somos condutores?

Imagine um fio desencapado que conduz energia elétrica. Para não ocorrer nenhum acidente, quando alguém pegar nesse fio, é preciso enrolar uma fita adesiva especial no local desencapado, é a chamada fita isolante. Ela, como o próprio nome diz, isola a corrente elétrica, ou seja, não a conduz.

Um condutor conduz cargas elétricas. Os metais são bons condutores, como o cobre, muito utilizado nas fiações elétricas. A água, não pura (contendo sais minerais), e, conseqüentemente, corpos que possuem água, também, são bons condutores. Mas, como acontece essa condução? Para responder essa pergunta, é necessário entender um pouco sobre o átomo. Um átomo é composto de prótons (+) e nêutrons (cargas neutras) que se localizam no chamado núcleo do átomo e, ao redor desse núcleo, temos os elétrons (-)

distribuídos em várias camadas (de valência), os que estão mais próximos do núcleo estão firmemente presos, enquanto os mais distantes, que estão na última camada de valência, tem uma menor interação com o núcleo e estão praticamente livres, para vagar pelos outros átomos do material, esses elétrons são chamados de elétrons de valência.

Sabemos que existem os maus condutores, que chamamos de isolantes. Você já deve conhecer alguns, como por exemplo, borracha, madeira seca, plástico, vidro, palha, entre outros. Neste caso, os elétrons não conseguem se movimentar, porque estão intimamente ligados ao núcleo.

Para compreendermos melhor, vamos realizar uma atividade com o professor (Atividade 1) analisando a estrutura de um átomo de Lítio.

O Lítio é classificado na tabela periódica como um metal e é um excelente condutor. Ele é um metal encontrado na natureza, principalmente, em rochas e utilizado para obtenção de ligas metálicas ou em pilhas (não recarregáveis).

O átomo de Lítio tem em seu núcleo três prótons e três nêutrons. Ao redor, nas camadas eletrônicas, ele tem três elétrons. Como o número de elétrons e prótons é o mesmo, tem-se um átomo neutro.

A primeira camada do lítio, mais próxima ao núcleo, está totalmente preenchida, com dois elétrons. A segunda camada permitiria 8 elétrons, mas só tem um. Elétrons na última camada estão mais distantes do núcleo e, assim, tem “menor ligação” com ele (força eletrostática entre cargas positivas –prótons do núcleo – e cargas negativas – elétrons na eletrosfera). Então, o elétron do lítio, por exemplo, é chamado de **elétron livre** e é o primeiro a se “desprender” de quando submetido a alguma força elétrica.

Se imaginarmos um fio condutor, feito, obviamente, de materiais condutores, esses elétrons, quando ligados a uma fonte de tensão (pilha, ou bateria) se movimentam de forma ordenada, em uma única direção, fazendo parte do que chamamos de corrente elétrica.

1.2 A diferença de potencial e sua relação com a corrente elétrica

Como podemos ter um movimento ordenado dos elétrons, ou, como podemos gerar uma corrente elétrica?

Vamos fazer uma analogia com o movimento de esferas em um plano (Atividade 2 com o professor). Quando as esferas estão paradas em um plano horizontal (sem inclinação), como podemos fazer com elas se movimentem? Se você inclinar esse plano, gerando uma diferença de altura essa esfera terá movimento de descida. Quanto maior a inclinação, mais rapidamente as esferas se movimentam. Na mecânica, estudamos as energias envolvidas nesse processo. A esfera sai de um potencial gravitacional maior (termo gravitacional usado pois depende da força de atração gravitacional da Terra sobre os objetos) para chegar em um potencial menor. Há uma diferença de potencial gravitacional em relação à parte de cima de a parte de baixo da rampa. Lembrando que durante esse deslocamento, parte desta energia potencial inicial se transforma em energia cinética (esfera adquire velocidade).

No caso de um circuito elétrico, o que faz com que os portadores de carga se movimentem através dos fios e dispositivos de um circuito elétrico, também, é um desnível de potencial, o **potencial elétrico** (não há potencial gravitacional neste caso, pois não tem a ver com altura). A diferença potencial elétrica entre duas extremidades de um condutor está relacionada com a força elétrica que um portador de carga é submetido quando percorre um circuito. Quanto maior essa diferença de potencial, assim como na rampa, mais rápido esses portadores de carga se movem e, assim, maior é a **corrente elétrica**. E se as cargas se movem em um único sentido, há uma **corrente contínua**.

Em nosso cotidiano, você já viu algo sobre diferença de potencial elétrico? Como ele é denominado geralmente em nosso dia a dia?

A diferença de potencial (ddp) elétrico é chamada em nosso cotidiano de tensão. Nunca reparou que os eletrodomésticos sempre vêm a indicação de tensão, como 127 V ou 220 V? Também, tem as pilhas e baterias, nelas vem indicada a diferença de potencial elétrica, ou tensão, entre suas extremidades, que são 1,5 V e 12 V, respectivamente. Desse modo, quem pode, por exemplo, fazer o trabalho de “empurrar” as cargas ao longo de um circuito, mantendo uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades dele, são essas **fontes de tensão**. Além disso, quando um equipamento necessita de uma determinada corrente elétrica para funcionamento, podemos associar várias pilhas, por exemplo, a fim de ter uma tensão suficiente para isso. Lembramos, também, que a energia elétrica que temos disponível na tomada, pode gerar

uma corrente elétrica, que denominados de **corrente alternada**, que somente será abordada em outro momento da disciplina de Física.

Então, se ligamos um fio em uma pilha do positivo para o negativo, teremos uma diferença de potencial e, conseqüentemente, o movimento de elétrons, ou seja, corrente elétrica. No entanto, ligando o fio diretamente, como mencionado, teremos um curto circuito, no qual a corrente elétrica com alto valor pode causar um superaquecimento. Desse modo, para evitar que isso aconteça, é necessário que haja algum dispositivo elétrico entre os terminais da fonte, como um resistor.

Falando sobre resistores, vamos fazer a segunda parte da atividade 2, com uma rampa contendo alguns obstáculos para o movimento das esferas. Nesse caso, as esferas perdem energia ao se chocar com os pregos ao longo do caminho. Eles criam uma resistência ao movimento, transformando parte da energia potencial gravitacional inicial em energia sonora, principalmente, e energia térmica, quase imperceptível para nós.

No caso da eletricidade, existem dispositivos que são utilizados justamente para “desacelerar” os portadores de carga e não permitir que a corrente elétrica seja tão alta, a fim de causar um curto-circuito. São os chamados resistores elétricos, que podem ter diferentes formatos e ser de constituído de diferentes materiais. Eles muitas vezes, fazem no circuito a função de regular a corrente elétrica para um valor específico (mantendo a mesma tensão no circuito). Nos resistores, os portadores de carga colidem com a estrutura cristalina do material, fazendo esse material aquecer.

Em boa parte das casas, existe um aparelho elétrico que é utilizado para transformar energia elétrica em energia térmica. Saberia dizer qual é? O que há dentro dele para ter a função que tem?

O chuveiro elétrico é um exemplo de equipamento que transforma energia elétrica em energia térmica por meio de um resistor. Ele transforma energia elétrica em energia térmica, que chamamos de efeito Joule.

1.3 Associação de resistores e relação com corrente elétrica

Em um circuito elétrico, pode haver um ou mais resistores. Às vezes, precisamos de determinados valores de resistências que não conseguimos

usar apenas um resistor, então, podemos fazer associações entre eles, como, por exemplo, as associações em série e as associações em paralelo. Como são essas associações? Como se comporta a corrente elétrica em cada uma delas (Atividade 3).

Qualquer caminho por onde os elétrons possam fluir é chamado de um circuito elétrico. Em um circuito de **associação em série**, todos os dispositivos, lâmpadas, nesse caso, são ligados ponta a ponta, um na sequência do outro, formando um único caminho por onde os elétrons podem fluir. Resumidamente, na associação de resistores em série, os elétrons terão um único caminho para percorrer, passando todos os elétrons pelos mesmos resistores, quando os elétrons passam pelo resistor há uma queda de tensão (transformação de energia), o que não ocorre nos fios (supostamente sem resistência). Já no circuito de **associação em paralelo**, os terminais dos resistores estão em contato direto, os elétrons irão se dividir pelo circuito, tendo dois caminhos diferentes para os elétrons percorrerem.

Entendendo isso, podemos responder à pergunta inicial: Você sabe como funciona o chuveiro e suas funções de temperatura?

Ao abrir o registro, você está liberando a entrada de água com muita pressão na parte interna do chuveiro, essa água é liberada lentamente pelos pequenos orifícios do chuveiro, ou seja, começa a acumular água no interior do chuveiro. Essa água acumulada empurra o diafragma, imagine que seria uma chapinha onde estão fixos os conectores elétricos do chuveiro, então, a água empurra esse diagrama até a parte superior, onde esse está ligado na diferença de potencial (tensão), é esse contato que faz ligar o chuveiro, faça o teste na sua casa, ao ligar o chuveiro, note que primeiro sai uma quantidade de água fria e depois ele é ligado começando a aquecê-la.

Após ligado, a corrente elétrica passa a percorrer a resistência interna do chuveiro e a esquentar a água. Mas, o que regula a temperatura da água no verão e inverno?

Imagine que dentro do chuveiro temos dois caminhos para a corrente, se você optar pela chave na posição de “verão”, a corrente irá percorrer toda a resistência do chuveiro. Sabemos que pela Lei de Ohm, que a resistência e corrente são inversamente proporcionais, então se a resistência aumenta, a corrente diminui, ou seja, com a resistência maior, terá mais espaço para os

elétrons circularem, esquentando menos o resistor e a água fica a uma temperatura agradável (morna). Utilizando o exemplo anterior dos dois caminhos dentro do chuveiro, agora com a chave na posição de “inverno”, a corrente irá percorrer uma parte da resistência interna e não todo o resistor como visto anteriormente (com a chave no verão), então com a resistência menor, a corrente será maior, elevando a temperatura do resistor e, conseqüentemente, a da água que sai do chuveiro.

Ao fechar o registro, você desliga o chuveiro, porque a água acumulada em seu interior irá escorrer pelos orifícios do chuveiro e o diafragma volta a posição inicial, não tendo mais contato com a tensão elétrica da parte superior do chuveiro.

1.4 Circuitos elétricos

Um caminho por onde elétrons fluem é chamado de circuito elétrico. Para se ter um fluxo contínuo de elétrons, temos que ter um circuito elétrico sem interrupções.

Em um circuito em série, todos os dispositivos são ligados ponta a ponta, formando um caminho único por onde os elétrons podem fluir e uma interrupção nesse circuito resulta na interrupção da corrente, pois o circuito estará aberto. A diferença de potencial (tensão) em uma associação em série é a soma das tensões em cada um dos resistores.

Em um circuito em paralelo, os resistores são conectados em paralelo. E o caminho para a corrente fluir está completo se apenas um dos resistores estiver conectado, formando assim dois caminhos separados, onde um não depende do outro, sendo a tensão a mesma. Já a corrente se divide entre os dois resistores, sendo determinada pela soma das correntes nos resistores e seu valor equivalente será menor do que a menor resistência do circuito.

Atividades Práticas

2 ATIVIDADE 1 (MODELO ATÔMICO)

O modelo atômico foi abordado neste trabalho, visto que para o debate sobre os conceitos de corrente elétrica e condutividade, é necessário que o aluno tenha conhecimento da estrutura de um átomo, sua composição e posições que ocupam.

Para isso, foi feito um modelo atômico tátil, que utilizou quatro bolinhas de isopor para compor o núcleo, onde duas delas foram coladas na areia para dar uma diferença das outras duas. Ao redor, utilizou-se cola quente para fazer as camadas de valência e, posteriormente, realizou-se a pintura (uma vez que este material pode ser utilizado para alunos videntes). Pensando na comodidade do aluno deficiente visual, por fim, colocamos a escrita em Braile.

Inicialmente, comece explicando aos os alunos sobre o conteúdo a ser trabalhado, a Eletrodinâmica. Na sequência, dê por alguns minutos o Modelo Atômico para o aluno tatear e imaginar o que possa ser.

Figura 1- Montagem tátil do Modelo Atômico.



Fonte: Autoria própria (2020).

Após um tempo de observação, o professor pode ir questionando o aluno sobre suas observações, como, por exemplo:

1-Você notou que tem seis bolinhas com relevos diferentes no centro? O que representam?

2-O que podem ser essas linhas circulares ao redor do centro?

3 – Se fosse para gente tirar um elétron desses que estão aí, qual seria o mais fácil de “desgrudar” do átomo.

Em seguida de cada uma das observações do aluno, o professor pode explicar sobre os conceitos científicos envolvidos em cada uma delas.

Após a realização das perguntas, explique que, para o entendimento e realização das atividades práticas, faz-se necessário entender a teoria, começando desde a estrutura do átomo. Nesse momento, explique o que seria o Modelo Atômico de Rutherford-Bohr, ficando livre para comentar sobre outros modelos anteriores a esse. É importante manter o aluno em contato com o material o tempo todo, para ele dizer o que é compreendido.

Nesse novo contato, após a explicação (e leitura do braille), com o aluno tateando o Modelo Atômico, pergunte se ele é capaz de responder as mesmas perguntas já solicitadas, mas, agora, com embasamento científico. Então, refaça as mesmas perguntas realizadas anteriormente, a fim de perceber a assimilação do conteúdo teórico pelo aluno, por meio do tato e da explicação.

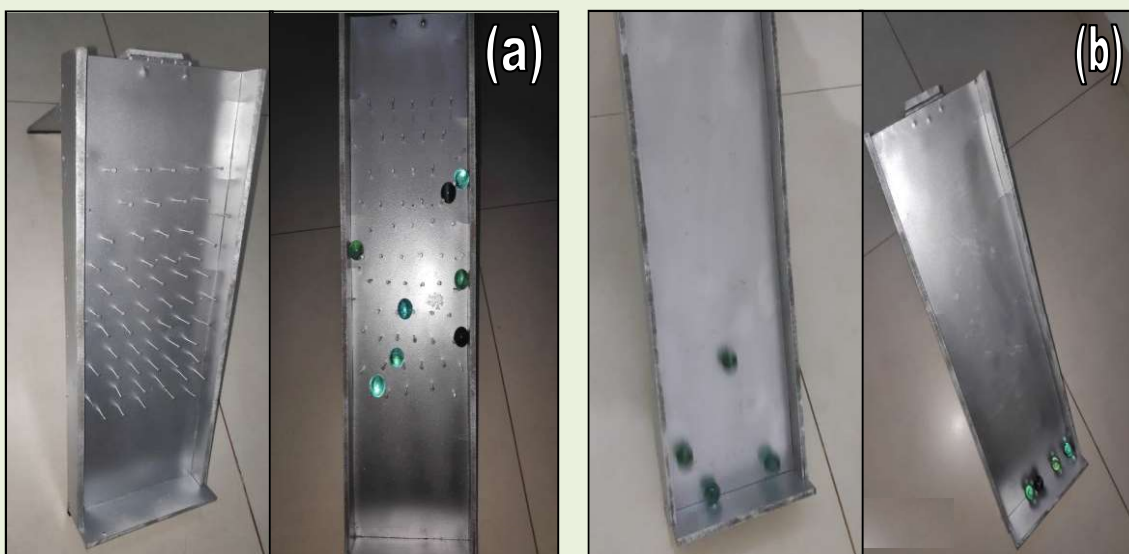
3 ATIVIDADE 2 (CORRENTE ELÉTRICA, DIFERENÇA DE POTENCIAL E RESISTÊNCIA).

O objetivo desta atividade é que o aluno trabalhe os conceitos de diferença de potencial elétrico, corrente elétrica e resistência elétrica e seja capaz de fazer analogias com a diferença de potencial gravitacional, movimentação de bolinha de gude e a resistência de movimento por meio de pregos em uma superfície.

Para isso, foram montados dois experimentos inclináveis de madeira e, em um deles, foi colocado pregos para simbolizar a resistência. Posteriormente, usou-se bolinhas de gude, que ao serem colocadas nos experimentos, representam as correntes elétricas passando pelo fio. Para finalizar uma pequena tira de borracha, foi colocada para gerar o atrito e deixar o experimento estável e inclinado.

Nessa atividade, explique que o aluno entenderá como funciona a corrente elétrica, a tensão e a resistência, então dê os dois experimentos inclináveis para o contato tátil, peça que ele manuseie todo o experimento, buscando maiores informações.

Figura 2- Planos inclinados (a) com e (b) sem para estudo da influência das alturas e presença dos pregos no movimento das bolinhas.



Fonte: Autoria própria (2020).

Enquanto o aluno manuseia os experimentos, pergunte:

- 1-Você sabe o que é tensão, corrente e resistência?
- 2-Cite exemplos sobre o que você acha que venha a ser cada grandeza.
- 3- Como relacioná-las com o experimento em suas mãos?

No primeiro momento (Parte A) Entregue a rampa sem pregos ao aluno e peça para deixar a rampa na horizontal e entregue às bolinhas de gude a ele. Em seguida, peça para o aluno deixar a rampa na horizontal, ou seja, sem inclinação, e, na sequência, peça que ele coloque bolinhas de gude sob a rampa. Depois, pergunte a ele se elas se movimentam, ele vai dizer que não. Peça para ele notar que elas não se movimentam, pois não existe inclinação, ou seja, não existe uma diferença de altura.

Durante toda realização do experimento, auxilie o aluno, mas, deixando que ele conduza a atividade. Pergunte: se você inclinar essa rampa, será que acontece algo com as bolinhas de gude?

Na sequência, peça que incline a rampa, com uma pequena altura e ele perceberá que as bolinhas de gude vão se deslocar pela rampa, aí o professor complementa que: essa inclinação (altura) é a Diferença de Potencial que gera a tensão dos circuitos.

Então, complemente essa primeira etapa da atividade explicando o que é a Diferença de Potencial (Tensão) fazendo relação com a inclinação da rampa.

Depois, inicie a segunda etapa do exercício questionando sobre as bolinhas de gude:

Muito bem, na atividade anterior você percebeu sonoramente que quanto maior a altura de inclinação, mais rápido as bolinhas de gude descem, agora que você entendeu sobre a diferença de potencial, responda:

1-Qual a função das bolinhas de gude? Você pensou nisso? Conseguiu identificar?

2-O que seria esse fluxo das bolinhas de um lado para o outro da rampa?

Deixe o aluno pensar e converse com ele sobre essas questões. Explique que corrente elétrica é o movimento dos elétrons de uma extremidade a outra. Então, quando temos uma diferença de potencial (inclinação da rampa) gera-se um fluxo de bolinhas de gude (corrente elétrica), assim as bolinhas de gude representam os elétrons que fluem pela rampa.

Neste momento (Etapa B), entregue a rampa com pregos e as bolinhas de gude ao aluno. Peça, novamente, que com esta outra rampa (com pregos), faça uma inclinação e deixe novamente descer as bolinhas. E questione:

1-O som de colisão das bolinhas se tornou frequente?

2-O tempo de descida das bolinhas de gude é o mesmo do que analisado no experimento anterior?

3- O que atrapalha a descida das bolinhas de gude?

Observe com essas questões, se o aluno consegue relacionar os pregos com os resistores. Então, explique que, nos circuitos, o resistor tem a função de atrapalhar a passagem de corrente e, com isso, acaba se aquecendo. Exemplo: lâmpada incandescente, chuveiro. Então, nesse experimento, os pregos fazem o papel do resistor, dificultando a passagem das bolinhas de gude (corrente elétrica). Além disso, perde parte da energia cinética durante as colisões, assim como os elétrons perdem energia quando passam por um dispositivo elétrico. No chuveiro elétrico, por exemplo, os elétrons perdem energia ao colidir com a estrutura cristalina do resistor (feito de um material que impõe uma resistência ao movimento dos elétrons). Assim, a energia elétrica é transformada em energia térmica, conhecida como efeito Joule.

No nosso experimento, a energia cinética se transforma em energia térmica, imperceptível, e em energia sonora, a mais observável nesse exemplo.

Além disso, torna-se interessante, antes de finalizar esta atividade 2, fazer um bate papo, novamente, com o aluno sobre os conteúdos estudados, para saber sobre o conhecimento assimilado.

4 ATIVIDADE 3 (ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE E PARALELO).

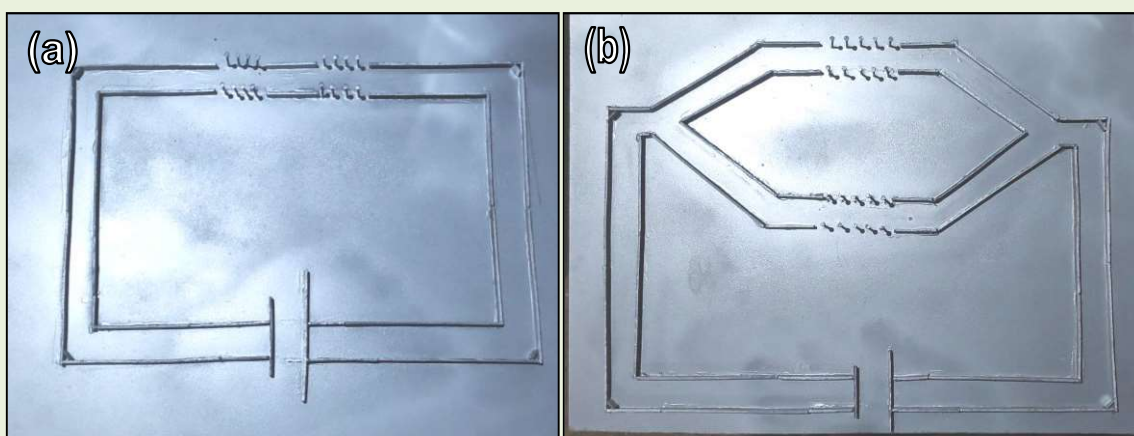
Tem como objetivo o entendimento da associação em série e paralelo, onde tanto o aluno deficiente visual e/ou o aluno vidente consigam entender quando o circuito está em série e paralelo.

Para a montagem desse experimento, colou-se em uma tábua de madeira, vários palitinhos de sorvetes simbolizando o caminho a ser percorrido pelas bolinhas de gude (corrente elétrica) e no lugar dos resistores, colocou-se, novamente, os pregos, seguindo a analogia da atividade 2.

Nessa atividade, antes de começar a explicar o conteúdo teórico, novamente, deixe o aluno manusear os dois experimentos, tirar algumas conclusões.

Em seguida, peça para que ele comece analisando os dois circuitos montados em um pedaço de madeira com palitinhos de sorvete.

Figura 3- Associações de resistores sendo (a) em série e (b) paralelo para percepção dos alunos a diferença tátil entre as duas associações.



Fonte: Autoria própria (2020).

Após ele manusear um tempo, comece perguntando:

- 1- O que te chama atenção no circuito?
- 2- Consegue identificar qual o circuito em série e em paralelo?
- 3- Enquanto ele anda com as bolinhas pelo circuito, explique que ele tem elétrons em movimento (corrente elétrica), passando por um circuito com dois resistores que estão na sequência um do outro,

simbolizando associação em série. Após esse experimento, dê a placa de associação em paralelo ao aluno.

4- Você reparou que em um deles você terá dois caminhos para percorrer? Sabe dizer previamente o porquê?

5- Concluindo, quais as diferenças entre a nossa “corrente elétrica” em um circuito elétrico em série e em paralelo?

Note se o aluno entendeu a função dos pregos nos circuitos. Na sequência, entregue 4 (quatro) ou 6 (seis) bolinhas de gude para o mesmo, e o deixe manusear. Nesse momento, somente a placa da associação em série, onde ele já sabe que tem um único caminho para ser percorrido, passando por pregos (simbolizando 2 (dois) resistores), peça que coloque as bolinhas de gude no circuito e comece a empurrá-las com o dedo. Note que os pregos estão em sequência, representando a associação em série, e que nessa associação, a corrente não divide, percorrendo o mesmo caminho.

Agora, utilizando a outra placa (circuito em paralelo), ele já deve ter percebido que diferente da anterior (circuito em série), essa terá o caminho dividido, peça que coloque as bolinhas de gude novamente no circuito e as empurre.

Fique auxiliando o aluno, enquanto ele realiza o experimento, pois as bolinhas de gude podem sair do circuito e ele necessitará de ajuda.

Ao finalizar o circuito, pergunte se ele notou que agora os pregos não estão como antes e sim paralelos (um de frente para o outro), e as bolinhas de gude (corrente elétrica) acabam por se dividir, ou seja, conclui-se que na associação em série a corrente não divide e na associação em paralelo ela se divide, pois tem dois caminhos para percorrer.

5 ATIVIDADE 4

Nesta atividade, vamos realizar as medições de Resistência, Corrente e Tensão com o aluno.

Materiais:

- *Protoboard* em escala aumentada.
- Plaquinhas impressas em 3D com os resistores.

Primeiro, dê ao aluno as plaquinhas com resistores para que ele possa tatear, em seguida, a placa de *protoboard* em escala aumentada.

Figura 4- Protoboard em escala aumentada.



Fonte: Autoria própria (2020).

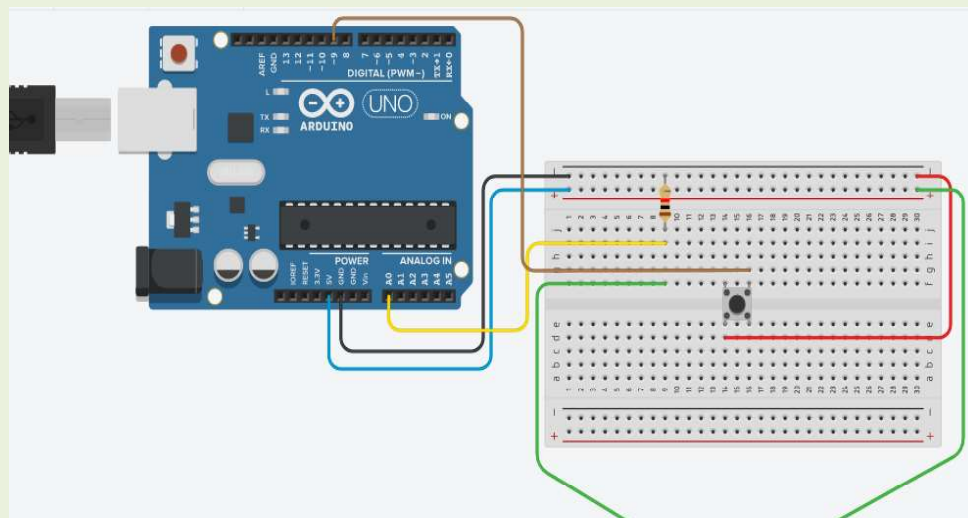
Figura 5- Resistores acoplados a plaquinha 3D.



Fonte: Autoria própria (2020).

Comente toda a estrutura envolvida na proto-board, do qual está ligada em uma *proto-board* tradicional, onde temos um botão que, ao ser pressionado, enviará as informações para o Arduino que está programado para realizar as leituras enviando as informações de Resistência, Tensão e Corrente para o Software Idle (Python) instalado e configurado no notebook, que transforma as medidas em leituras audíveis.

Figura 6 – Esquema de montagem do circuito na *protoboard* convencional para funcionamento, onde os fios de cor verde na figura simbolizam as ponteiros de medição.



Fonte: Autoria própria (2020) utilizando o site: tinkercad.com

Figura 7- Programação do Arduino para realizar as medições do experimento.

```
"Programação Arduino - Mestrando Higor Belafronte de Andrade"
"Universidade Tecnológica Federal do Paraná -UTFPR"

//inclusão das bibliotecas
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Inicializa o display no endereço 0x27
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);

//Definição das variáveis
int estadoBoton1 = 0;
int aPinLeitura = A0;
int R1 = 0;
float val = 0;
int Vin = 5;
float Vout = 0.0;
int R2 = 1000;
float RC;
float I;
//Código para mostrar o sinal ômega(unidade de medida de
resistência)
byte ohmChar[8] = {
  B00000,
  B00100,
  B01010,
  B10001,
  B10001,
  B01010,
  B11011,
  B00000
};
```

```

void setup() {

  Serial.begin(9600); //Inicializa a Serial
  lcd.begin(20, 4); //Inicializa o LCD
  pinMode(8, INPUT_PULLUP); //Pino de entrada para o botão sem
  usar resistor
  lcd.createChar(1, ohmChar); // Cria o símbolo ômega
}

void loop() {

  val = 1.0*analogRead(aPinLeitura); //Aquisição analógica de
  valores pelo pino A0
  Vout = (val*Vin)/1024; // Fórmula para calcular o Vout
  R1 = (R2*(Vin-Vout))/Vout; //Fórmula do divisor de tensão

  // RC = R1/1000; //Fórmula para mostrar o valor com K

  //Rotina para imprimir na Serial
  // Serial.print("Val = ");
  // Serial.print(val);
  // Serial.print(" ");
  // Serial.print("Vout = ");
  // Serial.print(Vout);
  // Serial.println("V");
  // Serial.print("R1 = ");
  // Serial.print(R1);
  // Serial.println("R");
  // Serial.print("I=");
  // Serial.print(I);
  // Serial.println("A");
  //Se não tiver resistor "Insira resistor"
  if(val<60){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Insira resistor");
    //Serial.println("Insira resistor");
  }

  //Seo resitor estiver presente, mostra o valor no LCD
  if(val>60){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Valor: ");
    lcd.print(R1);
    lcd.write(1);
    //Serial.print("Valor: ");
    //Serial.print(R1);
    //Serial.println("ohms");
  }
}

```

```
//Se o valor do resistor for maior que 1000, mostra 1K
if (R1>=1000){
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("  ou: ");
  lcd.print(RC,1);
  lcd.print("K");
  //Serial.print("  ou: ");
  //Serial.print(RC);
  //Serial.println("K");

  lcd.write(1);
}
}
I = (Vout/R1)*1000; //Calcula a corrente(I)

//Rotina para mostrar Tensão e corrente ao pressionar o botão
estadoBoton1 = digitalRead(8);
if (estadoBoton1 == LOW ) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Vout: ");
  lcd.print(Vout);
  lcd.print("V");
  Serial.print(R1);
  Serial.println(" ohms");

  //Serial.print("Vout: ");
  Serial.print(Vout);
  Serial.println(" Volts");

  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("I: ");
  lcd.print(I);
  lcd.print("mA");
  //Serial.print("I: ");
  Serial.print(I);
  Serial.println(" miliAmper");

  delay(4000);
  delay(1000);
}
delay(1000);
}
```

Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 8- Programação do IDLE para converter as medidas em som.

```

"Programação IDLE para converter as medidas em som"
"Mestrando Higor Belafronte de Andrade"
"Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR"

import serial
import pyttsx3

engine = pyttsx3.init()
engine.setProperty('rate',200) #120 words per minute
engine.setProperty('volume',1.0)
engine.setProperty('voice', 'HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Speech\Voices\Tokens\espeak')

#voices = engine.getProperty('voices')
#for voice in voices:
#    #print(voice, voice.id)
#    #print(voice.id)
#    #engine.setProperty('voice', voice.id)
#    #engine.say("olá")
#    #engine.runAndWait()

ser=serial.Serial()
ser.baudrate = 9600
ser.port = 'COM3'
ser.open()
if (ser.is_open==True):
    while(1):
        frase=ser.read_until()
        #print(frase)
        #print(str(frase))
        frase2=str(frase).replace("b'","").replace("\r\n","").strip()
        print(frase2)
        engine.say(frase2)
        engine.runAndWait()
else:
    print("porta não configurada")

```

Fonte: Autoria própria (2020).

Inicialmente, vamos ensinar o aluno a realizar as medidas, antes das associações em série e paralelo. Dê uma plaquinha com um resistor ao aluno e peça para que ele monte um circuito simples.

Após realizada a montagem do circuito simples, peça para o aluno apertar o botão contido na *proto board* ligada ao Arduino, e o aluno irá ouvir as medidas de Resistência, Corrente e Tensão.

Então, para confirmarmos se essas medidas estão corretas, utilize um multímetro que é um equipamento eletrônico que serve para medir grandezas elétricas, utilizado para fazer a medição da resistência elétrica, tensão ou corrente contínua e da tensão ou corrente alternada. No centro do aparelho,

existe uma chave rotativa é ela que ativa o tipo de medição a ser realizada com o Multímetro.

Figura 9- Multímetro Digital.



Fonte: Google.

Pode-se usar um Multímetro para testar fusíveis, baterias, sistema de som, nos carros, nas indústrias pode ser utilizado no processo de manutenção de equipamentos industriais. Como é possível notar, é um aparelho simples e prático, que pode ser utilizado em diferentes setores para medir diferentes grandezas elétricas.

Para o aluno deficiente visual entender como é aplicado o Multímetro, no circuito dê a ele o circuito que consta o A (Amperímetro) e V (Voltímetro), é importante explicar e que ele entenda que para se medir corrente é necessário entrar com o medidor no circuito.

O Amperímetro serve para medir a intensidade da corrente elétrica na unidade de amperes (A). O Voltímetro é usado para medir a diferença de potencial (d.d.p), entre dois pontos em um circuito elétrico ou eletrônico, ou seja, medir a tensão na unidade de Volts (V). O Ohmímetro tem a função de medir a resistência elétrica de um único componente (resistor, por exemplo) ou um circuito eletrônico, tendo sua resistência equivalente, sua unidade é o Ohms (Ω).

Na sequência, dê as plaquinhas com resistores e peça para o aluno montar os dois circuitos (série e paralelo) na placa aumentada e, ainda, desconectado da fonte ensine o aluno a medir a resistência resultante (equivalente).

Após essa breve conversa, peça para medir a tensão na fonte, medir a tensão no R1, no R2 e novamente o professor pode questionar:

- O que vocês observam sobre os valores de tensão medidos nessa associação em série? Está de acordo com a atividade anterior?

Note se o aluno chegou à conclusão que $V_1 + V_2 = V_T$ (voltagem total).

Se der alguma diferença, lembre-se que mesmo que os fios e conexões (seja do circuito ou do medidor) sejam de metal, são bons condutores, então eles sempre terão uma resistência, muito pequena, mas que pode influenciar nas medidas. Na associação em série a tensão (V) se divide nos resistores.

Agora, ligue a fem na associação em paralelo e peça que ele faça as mesmas medidas. Meça v_1^1 e v_2^2 e ver que é a mesma nos resistores. Na associação em paralelo a tensão (V) se mantém constante.

Faça os mesmos questionamentos e procedimentos realizados com a associação de resistores em série. Ao fim, faça uma comparação entre as duas associações quanto as relações entre tensão e corrente elétrica.

Obs.: Foi realizada uma pesquisa para que a corrente fique entre $100\mu\text{A}$ e 1mA , pois são os limiares da sensação, não prejudicando o ser humano em choque elétrico, evitando qualquer desconforto na realização do experimento por parte do aluno.

O professor pode e deve auxiliar nas medidas, afinal, assim como um aluno vidente demora algumas aulas para fazer as medidas sem ajuda, um aluno com deficiência visual também.

¹ v_1 tensão no resistor 1

² v_2 tensão no resistor 2

Conclusão

Esperamos que essas atividades possam ser um importante instrumento para a compreensão dos conceitos da eletrodinâmica, uma vez que é tátil e de fácil manuseio, dando um olhar mais claro aos alunos deficientes visuais e videntes, tornando, assim, o ensino de física incluso, dinâmico e prático.

Esperamos, também, que essas atividades venham corroborar com o professor, podendo fazer uso em suas aulas. Que seja realmente trabalhado de maneira a facilitar o ensino-aprendizagem, uma vez que as atividades não se baseiam em métodos visuais e são de fácil assimilação, porque o aluno consegue tatear e ouvir, assimilando a teoria aplicada pelo professor com a prática em suas mãos, podendo se apropriar do conteúdo de eletrodinâmica da mesma forma que os demais alunos, sem ser prejudicado pelas estratégias visuais.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Especial. **Programa Nacional de Apoio à Educação de Deficientes Visuais**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/index.php?option=content&task=view&id=30&Itemid=157>. Acesso em dez. 2018.

MOREIRA M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo (SP): Editora Livraria da Física; 2011.

PAULA, G. M. C; BIDA, G. L. **A Importância da Aprendizagem Significativa**. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1779-8.pdf>. Acesso em dez. 2019.

RIBEIRO, L. O. M. **A inclusão do aluno com deficiência visual em contexto escolar: afeto e práticas pedagógicas**. Revista Educação, Artes e Inclusão, v.13, nº1. Santa Catarina, 2017. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/arteinclusao/article/view/9287/pdf>. Acesso em dez. 2019.