



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS - DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 28

JULIO CORDEIRO GUIMARÃES

PRODUTO EDUCACIONAL

**O ENSINO DE ELETRODINÂMICA: ARTICULANDO PRÁTICAS
EXPERIMENTAIS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO E SIMULAÇÕES
COMPUTACIONAIS NO TINKERCAD**

ALFENAS / MG

2023

JULIO CORDEIRO GUIMARÃES

**O ENSINO DE ELETRODINÂMICA: ARTICULANDO PRÁTICAS
EXPERIMENTAIS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO E SIMULAÇÕES
COMPUTACIONAIS NO TINKERCAD**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: O Ensino de Eletrodinâmica: Articulando Práticas Experimentais com materiais de baixo custo e simulações computacionais no TINKERCAD, desenvolvida no âmbito do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 28 – UNIFAL / Universidade Federal de Alfenas, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em ensino de Física.

Orientadores:

Orientador1: Prof. Dr. Luciano Soares Pedroso.

Orientador 2: Prof. Dr. José Antônio Pinto.

ALFENAS / MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente Deus pela saúde e por estar sempre crescendo nessa caminhada.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Luciano Soares Pedroso e meu coorientador Prof. Dr. José Antônio Pinto por serem conselheiros em cada etapa desse processo, pelo comprometimento, companheirismo, disponibilidade e profissionalismo em toda jornada, pelas contribuições, pois elas foram essências para a realização desse trabalho. Aos professores do Programa de mestrado da UNIFAL polo 28, pelas contribuições na minha vida profissional. A coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

À minha família, pelo companheirismo e paciência e a meus amigos de turma e de estudos, que ajudaram muito nessa caminhada.

À minha família e amigos pelo apoio e pelo incentivo, aos meus pais Maria Helena e José Julio pela educação que sempre me ensinaram.

1.0 PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional é um objeto de aprendizagem (por ex. pequeno livro, manual de atividades, sequência didática, software, jogo educativo, etc.) desenvolvido com base em trabalho de pesquisa científica que visa disponibilizar contribuições para a prática profissional de professores da Educação Básica, futuros professores, professores do Ensino Superior e Formadores de professores, e para aqueles que estejam interessados na proposta didática sejam capazes de utilizá-la sem uma necessária consulta à dissertação que originou o desenvolvimento do Produto Educacional. Geralmente, o produto apresenta uma proposta de ensino ou de formação de professores que foi desenvolvida pelo(a) mestrando(a) e seu (sua) orientador(a). O produto educacional apresenta-se como uma forma de tornar pública a pesquisa realizada durante o mestrado profissional e caracteriza-se como um recurso com estratégias educacionais que favorece a prática pedagógica. A elaboração do produto pedagógico implica um processo formativo contínuo, no qual a pesquisa é o alicerce (FREIRE et al., 2017). O nosso público-alvo da pesquisa são estudantes do ensino médio e Técnico e buscamos como estratégia de ensino a sequência didática.

2.0 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a quantidade de conteúdos que compõe as obras didáticas de Física é excessiva, e que a quantidade de aulas semanais é pequena, por isso os professores têm que selecionar quais os conteúdos que devem abordar sendo que, na maioria das vezes, esses conteúdos são vistos de forma muito rápida, levando os estudantes a uma compreensão superficial dos conceitos envolvidos (ROSA, C; ROSA, A, 2005).

Neste sentido, o acesso a simulações computacionais de qualidade pode contribuir para solucionar algumas questões no ensino das Ciências da Natureza, principalmente a Física. De fato, os estudantes que estão a formar e desenvolver o seu pensamento sobre determinados conceitos científicos encontram problemas típicos que podem ser resolvidos por ambientes simulados, desde que bem orientados por seus professores com metodologias adequadas a este fim. (FIOLHAIS, TRINDADE, 2003, p. 264).

Segundo ERTHAL, GASPAR, 2006, p. 346, muitas são as críticas que costumam ser feitas ao currículo de Física do Ensino Médio em nossas escolas. Talvez a mais contundente seja o seu desligamento da realidade vivencial do aluno, o que tem como consequência a produção de textos e materiais didáticos tão ou ainda mais desligados dessa realidade (ERTHAL, GASPAR, 2006, p. 346).

Por conseguinte, é extremamente relevante elaborar Sequências Didáticas (SD) com experimentos que se utilizem de materiais de baixo custo com qualidade e que possibilitem a coleta de dados confiáveis e se utilizem de medições com boa precisão e exatidão. Este é certamente o caminho mais viável para a consolidação da experimentação como alternativa real no ensino de Física. (SILVA, PEDROSO E PINTO, 2020, p. 109)

Diante disto, justifica-se o uso articulado de experimentação real e simulações computacionais no ensino de Física como ferramenta auxiliar ao processo ensino-aprendizagem ou como sendo o próprio processo da construção do conhecimento científico, na contribuição positiva no processo de formação do cidadão, pois principalmente nas escolas públicas, os estudantes vem tendo grandes dificuldades em assimilar de forma significativa alguns conceitos que são estudados em Física, devido à pouca quantidade de aulas oferecidas e a falta de laboratórios que possam unir a teoria à prática, dificultando ou até mesmo minimizando a construção do conhecimento por parte do estudante. Vale ressaltar neste momento que os cálculos matemáticos que rodeiam uma questão de Física também são importantes, porém não podem ser a única forma de se ensinar ou mesmo a única maneira de comprovar uma situação científica envolvida em um fenômeno. Diante desse cenário propormos sequências didáticas

significativas com o intuito de propiciar um aprendizado com significado e para que o próprio estudante possa elaborar e manipular seus experimentos, além do uso de simulações computacionais que de forma expressiva possam consolidar as unidades curriculares estudadas, pois apesar do grande número e diversidade de propostas pedagógicas respaldadas em resultados de pesquisa em Ensino de Física, boa parte dessas propostas não chega às salas de aula, haja visto as críticas assinaladas pela literatura nacional da área em questão (CARVALHO e VANNUCHI, 1996; MEGID e PACHECO, 1998; OSTERMANN e MOREIRA, 2001¹; MACHADO e NARDI, 2006²): pouca repercussão das novas propostas curriculares no âmbito escolar, diz respeito às concepções alternativas dos estudantes, pequeno número de experiências pedagógicas sobre novas abordagens, recursos e metodologias, ausência de atividades experimentais e outros

Diante do exposto, é intenção desta pesquisar corroborar com outros pesquisadores que afirmam que o uso da experimentação articulado às simulações computacionais propiciam uma aprendizagem significativa de conceitos científicos e, para além das pesquisas abalizadas, trataremos experimentos com materiais de fácil acesso e baixo custo, amparados em SD que abordem situação do cotidiano, pois estamos sempre convivendo com fenômenos relacionados com aquecimento de matérias e variações de temperatura que utilizam a eletricidade; motores elétricos e suas conversões em energia cinética, principalmente hoje por causa dos carros elétricos; geração de eletricidade por reações químicas em baterias; iluminação por LED e como os tipos de ligações entre essas lâmpadas econômicas estão presentes em nosso cotidiano; dissipação da energia elétrica em condutores por causa da má qualidade dos materiais empregados em sua fabricação provocando demasiada resistência elétrica dos fios metálicos que conduzem essa eletricidade além de que todos os equipamentos elétricos e eletrônicos que conhecemos possuem um circuito seja ele com conexões em série, em paralelo ou mesmo de forma mista; além das transformações de energia elétrica em sonora por nossos autôfalantes e de forma inversa pelos microfones.

3.0 REFERENCIAL TEÓRICO

Muitas transformações ocorrem o tempo todo no mundo graças à tecnologia. Podemos considerar tecnológico o lugar em que os seres que nele vivem têm acesso aos objetos mais recentes que foram encontrados pela comunidade científica. Por diversos fatores, a tecnologia pode ajudar muito as pessoas, por exemplo, se forem utilizados certos métodos para diagnóstico, é possível antecipar o resultado e preservar uma vida. A sociedade brasileira vem, aos poucos, adaptando a tecnologia às escolas públicas de modo que esta chegue às salas de aula com o máximo de benefícios.

Com relação à aprendizagem significativa e também com relação aos ambientes virtuais “existe uma aceitação quase universal do enunciado de que o conhecimento é libertador das potencialidades das pessoas. Estamos nos referindo ao conhecimento que promove a articulação entre o ser humano e o seu ambiente, entre ele e seus semelhantes e consigo próprio. O conhecimento que promove a autonomia, conecta este ser humano com o seu meio cultural no que diz respeito a crenças, valores, sentimentos, atitudes, etc. E na medida que o indivíduo é autônomo, a partir desta sua estrutura de conhecimentos, ele é capaz de captar e apreender outras circunstâncias de conhecimentos assemelhados e de se apropriar da informação, transformando-a em conhecimento (TAVARES, 2003, p.55).

Dessa forma, a aprendizagem no ensino de Física, deve se tornar significativa para que sejam desenvolvidas habilidades e competências de cada estudante sujeito desse processo, trazendo um ensino contextualizado a partir do seu cotidiano.

A Unidade Curricular (UC) de Física para muitos estudantes do ensino médio não é fácil e ainda há muitos deles que afirmem que ela não tem ligação com o seu cotidiano. Um agravante se anuncia ao se analisar a situação de algumas escolas públicas, que mesmo possuindo um laboratório experimental onde é possível constatar, demonstrar leis e suas teorias científicas, este é pouco, ou quase nunca, frequentado pelos estudantes. Sabe-se que existem uma série de competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos estudantes e que o laboratório experimental contribui para uma aproximação da essência da Ciência e, no caso especial desse trabalho, da Física.

O surgimento de máquinas e equipamentos mais avançados proporciona, nos dias de hoje, novas ferramentas para serem aplicadas ao ensino, especialmente para a área de exatas, com uma grande opção de softwares e computadores com tecnologia avançada, além de outros equipamentos e que está remodelando a construção do conhecimento nesse campo.

A simples utilização de um software que abarque conceitos de Física não implica que o estudante tenha edificado seu conhecimento, é necessária qualidade na metodologia de utilizá-lo e isso vai depender muito de como os educadores irão assimilar, adaptar à sua realidade e

repassar essas informações aos seus estudantes, sendo necessário que os professores compreendam a utilização metodológica dessas novas ferramentas de ensino, pois, se não estiverem ativos e seguros o processo, pode ser tornar uma troca do giz e papel pela tela do computador.

3.1. AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Os experimentos conduzidos nas aulas práticas podem modificar essa forma equivocada de pensar e mostrar a presença da Ciência e em especial da Física no cotidiano de todos nós. Ao pensar a Ciência e conseqüentemente a Física como parte do cotidiano das pessoas, é possível identificar a importância dos experimentos e o uso do laboratório.

O princípio das ciências físicas está na articulação dos conceitos, leis e teorias. Para compreender os papéis da experimentação no ensino de ciências é preciso levar em conta os seguintes elementos: - Observa-se que o aluno, na prática da Física, aprende a utilizar esquemas, a servir-se de relações matemáticas (principalmente a não se enganar nos cálculos). É preciso considerar a importância das linguagens simbólicas na aprendizagem da Física. Através dos trabalhos práticos e das atividades experimentais, o aluno deve se dar conta de que para desvendar um fenômeno é necessária uma teoria. Além disso, para obter uma medida e também para fabricar os instrumentos de medida é preciso muita teoria. Pode-se dizer que a experimentação pode ser descrita considerando-se três polos: o referencial empírico; os conceitos, leis e teorias; e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em física. As atividades experimentais têm o papel de permitir o estabelecimento de relações entre esses três polos. (SÉRÉ, et.al, 2003, P. 05).

Entende-se, portanto, que a Física através das experimentações que possam ser realizadas em sala de aula ou nos laboratórios, utilizadas como estratégia possibilita a aprendizagem da UC de forma prática e concreta. Acredita-se que as atividades práticas desenvolvidas de forma simples em sala de aula podem auxiliar o professor a estimular os estudantes para a aprendizagem pela contextualização do conceito científico, facilitando a assimilação de novos conhecimentos de forma ainda mais significativa.

3.2 MAKER: UMA NOVA ABORDAGEM PARA TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO.

De acordo com autores como RAABE E GOMES (2018) as tecnologias na educação necessitam de uma reformulação para que os educandos sintam estímulo no processo de aprendizagem. Os modelos de laboratórios de informática convencionais já estão ultrapassados e necessitam de renovação, visando a ampliação do uso das tecnologias na educação. Quando surgiram os laboratórios os educandos não tinham acesso à internet como tem hoje em dia, os laboratórios eram utilizados para realização de pesquisas, elaboração de vídeos, para baixar

músicas. Atualmente os educandos conseguem realizar essas atividades com maior rapidez em seus celulares, o que desestimula a utilização dos laboratórios de informática.

Segundo os autores RAABE e GOMES, o termo *MAKER* surge como nova abordagem das tecnologias na educação:

Nos últimos anos, uma nova forma de utilização da tecnologia em processos educativos emergiu a partir da popularização da cultura Maker. Maker é um termo que remete geralmente a pessoas que costumam construir coisas (faça você mesmo), consertar objetos, compreender como estes funcionam, em especial os produtos industrializados. A reunião destas pessoas em comunidades passou a criar bases para o que veio a se chamar de Movimento Maker, que desenvolveu um conjunto de valores próprios e que tem chamado a atenção de educadores pelo potencial de engajar os estudantes em atividades de aprendizagem muito diferentes da educação tradicional. (RAABE e GOMES, P.02,2018)

Mediante a nova abordagem das tecnologias na educação, surgem assuntos que pautam a necessidade de inserir os estudantes nos contextos como construtores, necessitando desta forma uma reformulação dos laboratórios de informática em espaços tecnológicos na educação.

Iniciativas que buscam levar a cultura Maker para escola tem-se multiplicado, inicialmente nos países de primeiro mundo, e mais notoriamente partir de 2015 no Brasil. As atividades maker geralmente estão associadas a construção objetos com uso de tecnologia. As atividades possuem propósitos diversos que incluem o uso de equipamentos de fabricação digital como impressoras 3d, cortadoras laser e também kits de robótica, programação, costura, marcenaria e outras técnicas. O Maker aborda a tecnologia de a possibilitar que os estudantes se apropriem das técnicas que o permitam se tornar produtor de tecnologia e não apenas consumidor. Para isso, é fundamental uma abordagem interdisciplinar integrando conhecimentos e práticas de diferentes áreas do conhecimento. Seymour Papert é considerado por MARTINEZ e STAGER (2016) como o “pai do movimento maker”. Sua obra fundamentou o construcionismo, que se apoia no construtivismo de Piaget (1974), mas avança ao enfatizar que a construção do conhecimento ocorre mais efetivamente quando o aprendiz está engajado conscientemente na construção de um objeto público e compartilhável. (RAABE e GOMES, P.5, 2018)

Projetos experimentais surgem em vários países e, no Brasil, não é diferente pois o intuito principal é levar atividades de curta ou média duração para escolas, afinal o *Maker* está relacionado diretamente com as atividades práticas, em que os educandos são os protagonistas do processo de elaboração.

A aprendizagem prática converge para um aprendizado que prioriza a criatividade, inventividade e produtividade dos aprendizes, que são protagonistas no desenvolvimento do seu próprio conhecimento. Do ponto de vista pedagógico, a maioria das atividades Maker se fundamentam na abordagem Construcionista (PAPERT, 1980), que enaltece os benefícios do envolvimento do estudante em projetos em que ele assume o protagonismo e promove a criação de algum objeto que possa ser socializado. As decorrências desta abordagem são profundas na organização de atividades educacionais. Segundo STAGER (2013), antes mesmo do surgimento dos Fab Labs como espaços de aprendizagem, Papert já havia obtido sucesso em criar uma escola baseada nos princípios do movimento Maker. Ele criou um espaço de aprendizagem em uma instituição para recuperação de menores infratores no qual os aprendizes podiam produzir conhecimento através do ato de construir coisas. Uma iniciativa fundamental para reunir pesquisadores sobre o Maker na Educação foi a formação da rede FabLearn. (RAABE e GOMES, P.6,2018)

Os espaços *Maker* se fundamentam no construcionismo, funcionando de forma diferente das práticas pedagógicas usadas em aulas expositivas. A metodologia utilizada nas práticas instrucionistas se baseiam em levar informações aos estudantes, já no modelo de construcionismo os estudantes participam ativamente dos processos de desenvolvimento, ficando os professores responsáveis pelo ensino a manusear os equipamentos a serem utilizados, tais como fresas, impressora 3D, notebooks entre outros, nesse contexto os educandos serão os protagonistas. Claro que a presença do professor continua indispensável pois ele participara da condução, orientação e desenvolvimento desses espaços.

3.3 SIMULAÇÕES DE EXPERIÊNCIAS COMO FERRAMENTA DE DEMONSTRAÇÃO VIRTUAL EM AULAS DE TEORIA DE FÍSICA

A utilização dos laboratórios para o ensino nem sempre é possível, visto que seria necessário, uma gama de utensílios e espaços propícios para desenvolver as atividades de forma prática com materiais concretos, surgindo então as possibilidades da utilização de computadores para desenvolver simulações de experiências de física, permitindo dessa forma o ensino de forma ampla, contextualizada e significativa. Nesse contexto para aquisição de dados, utilizam também programas de simulações.

Com o uso de programas de simulacao torna-se viável realizar experimentos que só seriam possíveis de serem feitos em laboratorios muito bem equipados. A utilizacao destes mundos virtuais, pode também ajudar a esclarecer aspectos, as vezes sutis, de um sistema físico. (YAMAMOTO E BARBETA,2001,P.215)

Os computadores na educação podem ser considerados como meio de ensino precursor:

A máquina de ensinar de Skinner, cujo modelo baseava-se nos princípios psicologicos estabelecidos a partir do exame experimental do comportamento no campo do programa do reforço ou condicionamento operante. Skinner propôs um metodo de aprendizagem por ensino programado usando maquinas de ensinar, no qual o ensino e caracterizado como um programa de recompensas oportunamente administradas. Com o objetivo de modelar a conduta do aluno, a ele sao proporcionados estímulos. Se o aluno acerta as respostas, recebe reforços positivos. (YAMAMOTO e BARBETA, 2001, P.216)

Na atualidade, estamos inseridos num mundo dominado pelas informações e processos que se modificam com enorme rapidez. Tornando assim o ensino repassado pelas escolas obsoleto. Nesse contexto com a utilização dos computadores e simulações os estudantes são ensinados a buscarem pelos conhecimentos. Os estudantes buscarão pelos conhecimentos, através de exercitarem a capacidade de

procurar e selecionar as informações, resolver problemas e aprender de maneira independente.

As maneiras de uso dos computadores como recurso didático, podem ser classificados da seguinte forma: tutoriais, de exercícios ou prática, demonstrações, simulações e jogos.

No entanto, segundo tutoriais: os programas atuam como "tutores", fornecendo informações e a seguir procurando verificar, por meio de perguntas, se o aluno compreendeu o tópico abordado, constituindo-se numa versão computacional da instrução programada; exercícios ou práticas: os programas apresentam problemas de uma determinada área para serem resolvidos pelo aluno, sendo muito usados para revisão de assuntos vistos em classe e que envolvam memorização e repetição; demonstrações: que permitem ao aluno visualizar na tela do computador o que ocorre quando se alteram variáveis num determinado processo, permitindo que possa realizar diferentes observações em pouco tempo; simulações: que permitem reproduzir na tela do computador o comportamento de um dado sistema. (YAMAMOTO e BARBETA, 2001, P.219)

As simulações no ensino de física foram introduzidas na FEI (Faculdade de Engenharia Industrial) por meio de simulações realizadas com microcomputador em aulas de laboratório, onde os programas foram desenvolvidos na própria instituição.

Um dos programas desenvolvidos foi para simular em computador um pêndulo simples animado em tempo real, que permite ao estudante variar parâmetros como o comprimento do fio e aceleração da gravidade. Através da utilização de um cronômetro do próprio programa e controlado pelo aluno, este pode estudar o comportamento do período de oscilação do pêndulo em função dos diferentes parâmetros físicos. O outro experimento simulado foi sobre oscilações amortecidas, e consiste basicamente de um sistema mola/massa sujeito a um amortecimento causado pela imersão da massa em um meio viscoso. O programa gera para um certo conjunto de dados, os gráficos de posição, velocidade e aceleração da massa oscilante, em função do tempo. As condições de amortecimento subcrítico, crítico e supercrítico podem ser verificadas através da variação dos parâmetros do experimento. (YAMAMOTO e BARBETA, 2001, P.219)

Neste sentido, percebe-se que as simulações computacionais são uma ferramenta poderosa para o ensino de Física na educação básica. Elas permitem que os estudantes visualizem e interajam com conceitos e fenômenos físicos de maneira mais concreta e intuitiva, auxiliando e ampliando o interesse e a sua compreensão em relação ao conteúdo.

Além disso, as simulações computacionais permitem que os estudantes experimentem com diferentes variáveis e cenários, o que pode ajudá-los a desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. Elas também podem ser usadas para complementar o ensino tradicional em sala de aula e fornecer aos professores e estudantes uma experiência de aprendizado mais rica e envolvente.

4.0 METODOLOGIA

Em nossa pesquisa utilizamos a associação da metodologia de construção de experimentos e simulações computacionais, metodologia de pesquisa e metodologia de ensino.

Construímos cinco sequências didáticas (SD) com experimentação e simulações computacionais em cada uma delas, para facilitar o ensino aprendizagem dos estudantes na área de eletrodinâmica, exceto a SD 02, que foi feita apenas à experimentação, pois o programa computacional que utilizamos não tem a funcionalidade de fazer esse tipo de simulação.

Em um primeiro momento dividimos os estudantes em duplas para que eles se ajudem, tanto na montagem e também para que haja em um primeiro momento uma troca de informações a respeito dos conteúdos que estão sendo estudados, sendo que nesse tipo de abordagem estimulamos a discussão durante toda a fase de construção dos experimentos, permitindo que os estudantes prevejam o comportamento das estruturas dos componentes. Essa metodologia de aplicação tem a capacidade de despertar a motivação do estudante e sustentar seu compromisso com o aprendizado, acreditamos que o estudante é motivado a encontrar uma solução para um problema real, nas várias etapas do processo, que de alguma forma representa o sucesso do método de ensino e que se for bem-sucedido, o desafio atrairá a atenção do estudante. A seguir apresentamos as SD produzidas.

5.0 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

5.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 01: AFERINDO A TENSÃO E A CORRENTE ELÉTRICA ESTABELECIDAS EM CIRCUITOS ALIMENTADOS POR BATERIAS CASEIRAS.

Julio Cordeiro Guimarães
julio.guimaraes@sou.unifal-mg.edu.br

RESUMO

O surgimento de máquinas e equipamentos mais avançados proporciona nos dias de hoje novas ferramentas para serem aplicadas ao ensino, especialmente para a área de exatas, com uma grande opção de softwares e computadores com tecnologia avançada, além de outros equipamentos e que está remodelando a construção do conhecimento nesse campo. A aplicação de programas computacionais não implica que o estudante tenha edificado seu conhecimento, é necessária qualidade na sua maneira de utilizar e vai depender muito de como os educadores irão assimilar e repassar essas informações aos estudantes, sendo necessário que os professores compreendam a utilização dessas novas ferramentas de ensino, pois se não estiverem seguros o processo pode ser tornar uma troca do giz e papel pela máquina.

Diante disto viemos propor estudos através de sequencias didáticas com experimentos e simulações com o uso do aplicativo Tinkercad para tentar solucionar o problema que os estudantes do ensino médio estão tendo em assimilar conhecimentos de conceitos de corrente elétrica e seus conceitos principais de forma simples e pratica, fazendo com que os mesmos além de irem construindo seus conhecimentos, estarão colocando em pratica o que está sendo visto na teoria.

Palavras-chave: Ensino de Física; Corrente Elétrica; Experimentos Reais; Simulações Computacionais; Tinkercad.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais há evidências de que principalmente nas escolas públicas o estudante vem tendo grandes dificuldades em assimilar de forma significativa alguns conceitos que são estudados em Física, devido à pouca quantidade de aulas oferecidas e a falta de um laboratório ou mesmo um espaço adequado que possa unir a teoria à prática, dificultando a construção do

conhecimento pelo estudante. Percebe-se, em vários autores da área, que a maioria dos professores usam apenas giz e quadro para expressar conceitos de maneira simples em sala de aula, o que não é mais, ou talvez nunca tenha sido o suficiente para a verdadeira aprendizagem significativa por parte dos estudantes, pois não aguça a sua curiosidade tornando-os desmotivados em aprender e, notadamente, não o envolve na edificação dos conceitos tratados nas aulas, matematizando de forma acentuadas todo o conteúdo ali tratado. Lembrando que os cálculos também são importantes, porém não podem ser a única forma de aprendizado. Diante desse cenário propomos a elaboração e aplicação de algumas sequências didáticas oportunizando ao professor e seus estudantes a construção dos seus próprios aparatos experimentais além de assegurar a criação de hipóteses ao utilizarem-se de simulações computacionais de forma articulada a estes experimentos, consolidando a unidade curricular de Eletrodinâmica.

Esta sequência didática de ensino visa estudar os conceitos de corrente e circuitos elétricos. Nela procuramos planejar de forma a minimizar o tempo para explicações expositivas, e procuramos priorizar as atividades com a participação ativa dos estudantes, utilizando experimentos e simulações com o Tinkercad que é um aplicativo gratuito e de fácil acesso a todos, além de experimentos simples que todos possam fazer em casa ou em sala de aula.

Iremos estudar conceitos de corrente que é o movimento das cargas através de condutores, além de entender o que é um circuito, intensidade de corrente e associação de pilhas, além de estabelecer o movimento da carga em um condutor.

A corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas em um condutor que é submetido a uma diferença de potencial (ddp). Quando um campo elétrico é estabelecido em um condutor qualquer, as cargas livres aí presentes entram em movimento sob a ação desse campo. Dizemos que este deslocamento de cargas constitui uma corrente elétrica. Sua unidade é o Ampere (A). Quanto maior corrente, mais energia elétrica está envolvida. Já a resistência elétrica seria o análogo ao atrito na mecânica de Newton, isto é, uma dificuldade no movimento das cargas elétricas. É pela resistência elétrica que temos a dissipação de calor, ou transformação de energia elétrica em energia térmica. O chuveiro elétrico, a estufa elétrica são bons exemplos de utilização da resistência elétrica para aquecimento, em que este efeito é desejado. Porém, mesmo quando não desejamos a presença da resistência, ela existe. Todo o circuito apresenta um fator de perda de energia por calor. Nos circuitos é comum termos muitos elementos resistivos.

A conservação de corrente no circuito depende do fornecimento contínuo de energia. Normalmente, isso é feito por um gerador de um dispositivo que converte energia mecânica ou

química em energia elétrica. A bateria é um gerador químico de corrente contínua, caracterizado por um eletrodo positivo fixo e um eletrodo negativo. Em uma hidrelétrica, o polo de seu gerador muda o sinal (polaridade) 60 vezes por segundo, gerando 60 ciclos de “corrente alternada” (frequência igual a 60 Hz) por segundo.

Já a pilha elétrica que foi uma invenção de Luigi Galvani (1737-1798), biólogo italiano, que constatou em seu laboratório que as pernas de rãs, mesmo mortas, ainda apresentavam contrações musculares quando em contato com metais. Galvani interpretou esse fenômeno como sendo causado pelo que chamou de ‘eletricidade animal’.

Para o físico italiano Alessandro Volta (1745- 1827), o fenômeno ocorria devido à eletricidade comum, produzida pelo contato entre dois metais diferentes.

Para provar a sua teoria, empilhou discos de cobre e de zinco, separados por uma solução ácida (eletrólito), que, devido a seu formato, ficou conhecido como “Pilha de Volta”. A ele é atribuída a invenção da pilha elétrica, no ano de 1800. Na pilha temos os polos positivos (catodo) e o polo negativo (anodo), sendo que os elétrons fluem do polo negativo para o polo positivo. A força eletromotriz pode ser compreendida como a quantidade de trabalho que um gerador realiza para mover as cargas elétricas entre dois pontos de um circuito. As baterias são capazes de realizar trabalhos sobre partículas eletricamente carregadas, transformando diferentes formas de energias em energia elétrica. Na pilha ocorre o processo de oxirredução espontâneo, no qual um dos metais sofre oxidação, liberando elétrons e no outro ocorre redução, recebendo elétrons.

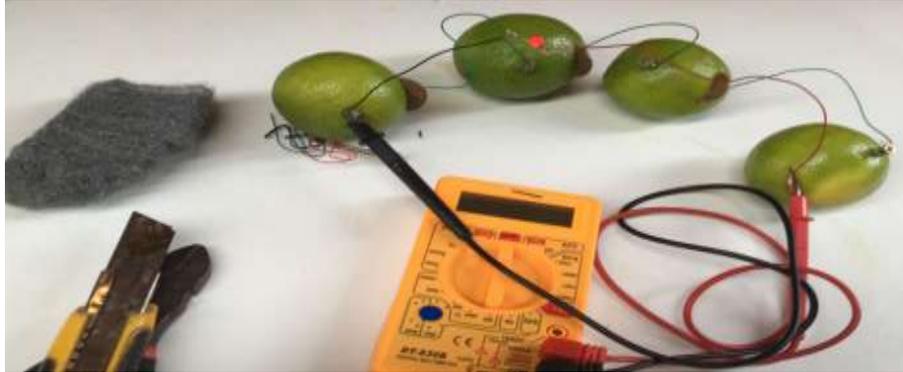
Vamos também usar o TINKERCAD nas nossas sequências que é um aplicativo idealizado pela Fundação Autodesk, o Tinkercad é um software gratuito que possui várias funções, podendo ser utilizado como um software de modelagem, para verificar tamanhos de objetos em 3D, entender sobre alguns componentes eletrônicos, dentre outras funções. Embora ele seja um software ideal para quem está iniciando no ramo de modelagem 3D, não deixa a desejar quando utilizado por usuários avançados que buscam uma solução rápida para pequenas mudanças. O principal ponto positivo do Tinkercad é uma composição de formas mais complexas utilizando formas geométricas mais simples. Além disso, o software permite adicionar componentes eletrônicos pré-modelados em tamanho real em sua modelagem, proporcionando agilidade e muito mais eficiência ao seu projeto.

METODOLOGIA

PILHA DE LIMÃO.

Problematização inicial: Como funcionam as baterias e pilhas elétricas?

Imagem (1): Pilha de limão



Fonte: O Autor.

Materiais utilizados:

- 04 Limões
- 04 Moedas R\$0,05 (cobre)
- 04 Parafusos de Zinco
- 01 Multímetro
- 01 LED Vermelho
- Palha de aço
- Fios
- Estilete

Imagem (2): Materiais utilizados



Fonte: O Autor.

Inicialmente, pegue um limão e fixe o parafuso nele, deixando uma parte para fora. Depois utilize a palha de aço para retirar a oxidação das moedas, raspando os dois lados até tirar a parte escura na superfície - limosidade. No outro lado do limão (conforme a imagem 3) a uma distância de aproximadamente dois dedos do parafuso, faça um pequeno rasgo com estilete ou faca (Tome cuidado!), e acrescente a moeda deixando uma parte para fora (os metais não podem se tocar). Depois faça as ligações do parafuso e da moeda ao LED conforme a imagem 3.

Imagem (3): Montagem do experimento



Fonte: O Autor.

Escolha uma escala de tensão DC que meça até 20 volts. Essa bateria gera aproximadamente 1,8 volt. Se colocada em curto, pode gerar correntes de até 0,3 mA.

Realize as medidas da intensidade da corrente elétrica e a Diferença de potencial (DDP) dessa montagem.

Agora realize esse experimento ligando dois, depois três e por último quatro limões em série e verifique a voltagem de cada conjunto com o uso do multímetro e verifique de acordo com a tabela 1 quantos limões serão necessários para acender o LED.

Tabela 1 – Tensão e corrente LED

LED		
Cor do LED	Tensão em Volts (V)	Corrente em miliamperes (mA)
Vermelho	1,8V – 2,0V	20 mA
Amarelo	1,8V – 2,0V	20 mA
Laranja	1,8V – 2,0V	20 mA
Verde	2,0V – 2,5V	20 mA
Azul	2,5V – 3,0V	20 mA
Branco	2,5V – 3,0V	20 mA

Fonte: O Autor.

Utilize um pedaço de fio de aproximadamente 20 cm enrolando-o a extremidade do parafuso e da moeda. Se sentir dificuldade para fixar os fios na moeda utilize um pedaço de fita adesiva ou mesmo um prendedor de roupas. Tome cuidado para não cobrir a área da moeda que ficará em contato com o limão.

Conecte o fio que sai da moeda do primeiro limão ao parafuso do segundo limão enrolando-os na sua extremidade e depois conecte o fio que sai da moeda do segundo ao terceiro limão enrolando na extremidade do parafuso e assim sucessivamente.

Agora conecte o fio do parafuso do primeiro limão ao terminal menor do LED, sendo a negativa (ânodo) e o fio da moeda do quarto limão ao terminal maior (catodo). Observe se o LED ascende.

Imagem (4): Experimento montado



Fonte: O Autor.

Faça as medições da DDP e Corrente em cada um dos casos e complete a tabela:

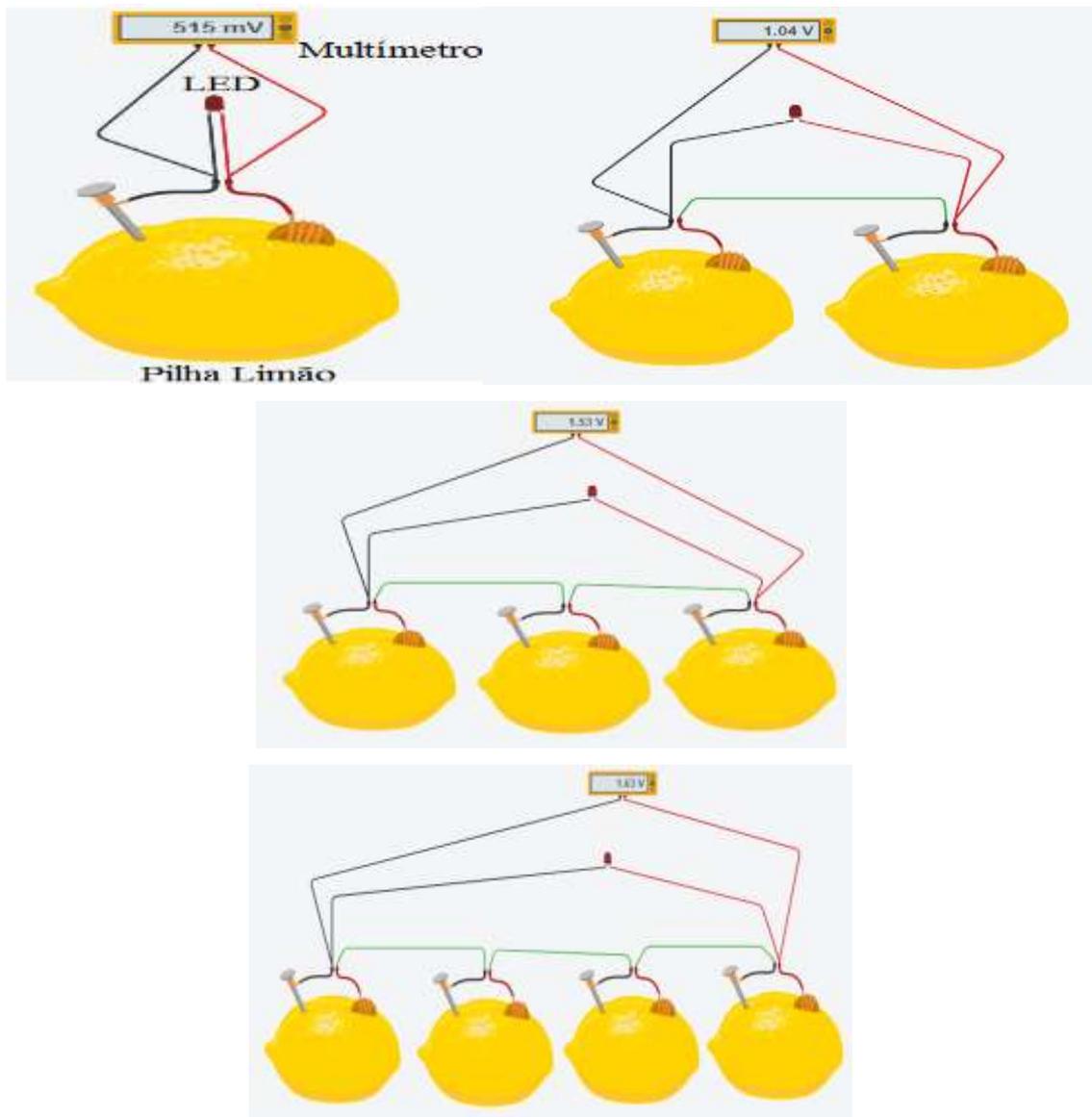
Quantidade limões	DDP (mV)	Corrente (mA)
1		
2		
3		
4		

SIMULAÇÃO DO EXPERIMENTO DE CORRENTE ELÉTRICA NO TINKERCAD.

Faça as montagens com as ligações como mostram as figuras abaixo. Ligações com um, dois, três e quatro limões, observando a quantidade de limões necessários para acender o Led

Agora realize esse experimento ligando dois, depois três e por último quatro limões em série e verifique a voltagem de cada conjunto com o uso do multímetro e verifique de acordo com o Tabela (1) quantos limões serão necessários para acender o LED realizando as medidas da intensidade da corrente elétrica e a Diferença de potencial (DDP).

Imagem (5): Montagem das simulações no Tinkercad



Fonte: O Autor.

Faça as medições da DDP e Corrente em cada um dos casos e complete a tabela:

Quantidade limões	DDP (mV)	Intensidade Corrente (mA)
1		
2		
3		
4		

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS

1 - O que ocorre quando conectamos o fio do multímetro nas pontas dos fios do parafuso e da moeda? Agora inverta as cores dos fios do multímetro em relação à moeda e o parafuso. O que se observa? Como se explicaria esse fato?

2 - Você conhece outros tipos de frutas ou legumes que poderiam funcionar como uma bateria caseira?

3 - O que faz o LED acender? A corrente ou a tensão (DDP)? Como se explicaria sua resposta?

Repita as medidas realizadas de DDP e Corrente utilizando uma, duas, três e quatro legumes ou fruta que você achar que possa acender o LED e complete a tabela abaixo.

Quantidade limões	DDP (mV) (limão)	DDP (mV) (legume ou outra fruta usada)	Corrente (mA) (limão)	Corrente (mA) (legume ou outra fruta usada)
1				
2				
3				
4				

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS:

- 1 - O que se pode concluir com a construção das duas baterias caseiras? Qual a melhor delas?

- 2 - Qual bateria caseira manteria um LED aceso por mais tempo? Qual o motivo dessa sua resposta?

- 3 - Qual delas conseguiria acender o LED com mais intensidade de brilho? Qual o motivo dessa sua resposta?

- 4 - Será que uma dessas montagens com três frutas ou legumes conseguem ligar/funcionar o motorzinho? Experimente e depois relate o motivo.

- 5 - Agora você saberia explicar o princípio de funcionamento da bateria do seu smartphone?

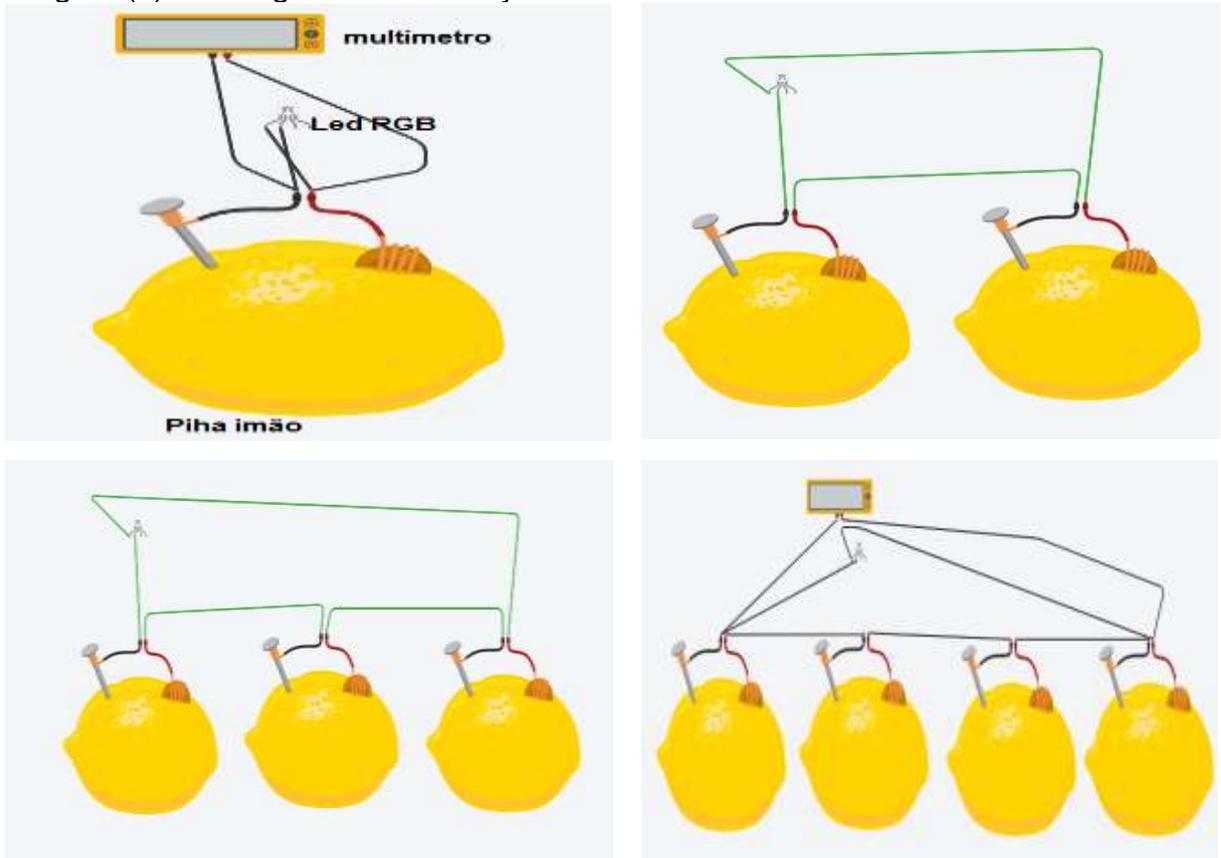
- 6 - Agora, pegue um pouco de sal de cozinha e um copo com água. Acrescente o sal na água e misture bem. Após a mistura, coloque os terminais (polo positivo e negativo) – você deve descobrir quais são estes polos com o uso do multímetro na escala mV - da sua pilha caseira no copo com a mistura. O que se observa? O composto muda de cor? Qual o motivo dessas suas respostas?

SIMULAÇÃO DO EXPERIMENTO DE CORRENTE ELÉTRICA NO TINKERCAD.

Faça as montagens com as ligações como mostram as figuras abaixo. Ligações com um, dois, três e quatro limões, observando a quantidade de limões necessários para acender o Led

Agora realize esse experimento ligando dois, depois três e por último quatro limões em série e verifique a voltagem de cada conjunto com o uso do multímetro e verifique de acordo com a tabela 1 quantos limões serão necessários para acender o LED realizando as medidas da intensidade da corrente elétrica e a Diferença de potencial (DDP).

Imagem (6): Montagem das simulações no Tinkercad.



Fonte: O Autor.

Faça as medições da DDP e Corrente em cada um dos casos e complete a tabela:

Quantidade limões	DDP (mV)	Intensidade Corrente (mA)
1		
2		
3		
4		

Responda em poucas palavras

1 - O que ocorre quando conectamos o fio do multímetro nas pontas dos fios do parafuso e da moeda? Agora inverta as cores dos fios do multímetro em relação à moeda e o parafuso. O que se observa? Como se explicaria esse fato?

2 - Você conhece outros tipos de frutas ou legumes que poderiam funcionar como uma bateria caseira?

3 - O que faz o LED acender? A corrente ou a tensão (DDP)? Como se explicaria sua resposta?

Repita as medidas realizadas de DDP e Corrente utilizando uma, duas, três e quatro legumes ou fruta que você achar que possa acender o LED e complete a tabela abaixo.

Quantidade limões	DDP (mV) (limão)	DDP (mV) (legume ou outra fruta usada)	Corrente (mA) (limão)	Corrente (mA) (legume ou outra fruta usada)
1				
2				
3				
4				

Responda em poucas palavras:

1 - O que se pode concluir com a construção das duas baterias caseiras? Qual a melhor delas?

2 - Qual bateria caseira manteria um LED aceso por mais tempo? Qual o motivo dessa sua resposta?

3 - Qual delas conseguiria acender o LED com mais intensidade de brilho? Qual o motivo dessa sua resposta?

4 - Será que uma dessas montagens com três frutas ou legumes conseguem ligar/funcionar o motorzinho? Experimente e depois relate o motivo.

5 - Agora você saberia explicar o princípio de funcionamento da bateria do seu smartphone?

6 - Agora, pegue um pouco de sal de cozinha e um copo com água. Acrescente o sal na água e misture bem. Após a mistura, coloque os terminais (polo positivo e negativo) – você deve descobrir quais são estes polos com o uso do multímetro na escala mV - da sua pilha caseira no copo com a mistura. O que se observa? O composto muda de cor? Qual o motivo dessas suas respostas?

Responda o questionário no link: <https://forms.gle/6hoHbSAD8tDYTFZW9>

REFERÊNCIAS:

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, beatriz; Física 3, ensino médio. Corrente elétrica; 1 ed. São Paulo: Scipione, 2006.

Show de Física. Instituto de Física da Universidade de São Paulo; 2021. <https://portal.if.usp.br/showdefisica/pt-br/node/332>. Acesso. Visitado em 29 de julho de 2021.

5.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 02: PERCEPÇÃO DO CALOR PRODUZIDO PELA CORRENTE ELÉTRICA: DANDO VISIBILIDADE AO EFEITO JOULE.

Julio Cordeiro Guimarães
julio.guimaraes@sou.unifal-mg.edu.br

RESUMO

No nosso cotidiano, estamos sempre convivendo com fenômenos relacionados com aquecimento de matérias e variações de temperatura. Diante disso construímos essa sequência didática com o intuito de estudar na prática esses fenômenos usando o efeito Joule, construindo um experimento de baixo custo e com materiais que possivelmente deve se ter em casa e desenvolvendo esse experimento, facilitará o estudo do fenômeno abordado.

O efeito Joule é um fenômeno eletromagnético muito presente na vida diária e que muitas tecnologias utilizam este efeito, o objetivo principal é gerar calor de forma rápida e segura através da eletricidade e iremos entender alguns dos dispositivos do dia a dia que fazem uso do efeito Joule.

O objetivo desse trabalho é fazer com que o estudante principalmente das escolas públicas tenha mais contato com a prática, pois eles carecem de uma explicação do fenômeno físico em estudo, apoio técnico e científico, pois os conteúdos estudados não são tão simples.

Palavras-chave: Ensino de Física; Corrente Elétrica; Experimentos Reais; Efeito Joule.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais há evidências de que principalmente nas escolas públicas o estudante vem tendo grandes dificuldades em assimilar de forma significativa alguns conceitos que são estudados em Física, devido à pouca quantidade de aulas oferecidas e a falta de um laboratório ou mesmo um espaço adequado que possa unir a teoria à prática, dificultando a construção do conhecimento pelo estudante. Percebe-se, em vários autores da área, que a maioria dos professores usam apenas giz e quadro para expressar conceitos de maneira simples em sala de aula, o que não é mais, ou talvez nunca tenha sido o suficiente para a verdadeira aprendizagem significativa por parte dos estudantes, pois não aguça a sua curiosidade tornando-os desmotivados em aprender e, notadamente, não o envolve na edificação dos conceitos tratados nas aulas, matematizando de forma acentuadas todo o conteúdo ali tratado. Lembrando que os

cálculos também são importantes, porém não podem ser a única forma de aprendizado. Diante desse cenário propomos a elaboração e aplicação de algumas sequências didáticas oportunizando ao professor e seus estudantes a construção dos seus próprios aparatos experimentais além de assegurar a criação de hipóteses ao utilizarem-se de simulações computacionais de forma articulada a estes experimentos, consolidando a unidade curricular de Eletrodinâmica.

Esta sequência didática de ensino visa estudar os conceitos relacionados ao efeito Joule. Nela procuramos planejar de forma a minimizar o tempo para explicações expositivas, e procuramos priorizar as atividades com a participação ativa dos estudantes, utilizando experimentos simples que todos possam fazer em casa ou em sala de aula.

Iremos estudar conceitos do efeito Joule que é um fenômeno do aquecimento dos materiais quando atravessados por uma corrente elétrica e, conseqüentemente, sofrem um aumento de temperatura.

Geralmente, qualquer dispositivo eletrônico que gere calor quando a corrente flui por um resistor irá gerar calor por meio do efeito Joule. Alguns exemplos são os Chuveiro, as Pranchas de cabelo (chapinhas), as Sanduicheiras, as Churrasqueiras elétricas e fornos elétricos, que fazem a transformação de energia elétrica em energia térmica para que possam funcionar. Ou aplicação do efeito joule é na construção de fusíveis, que são dispositivos usados para limitar a corrente que passa em um circuito elétrico, como por exemplo, em um automóvel, em uma residência, em um aparelho elétrico. O nome é dado em homenagem ao Físico Britânico James Prescott Joule (1818-1889).

Esse fenômeno ocorre porque os elétrons da corrente encontram as partículas condutoras. Os elétrons colidem com o átomo no condutor, e parte da energia cinética (energia cinética) do elétron é transferida para o átomo, aumentando assim seu estado de agitação, aumentando assim sua temperatura. Portanto, a energia elétrica é convertida em energia térmica (calor). Esse fenômeno usamos no nosso dia a dia através dos resistores que são dispositivos cuja função é impedir a passagem de corrente elétrica e utilizar o efeito Joule para converter energia elétrica em calor. Entendemos a dificuldade de passar a corrente como um resistor. O material mais comum na fabricação de resistores é o carbono.

Observação: Caros estudantes, quando forem fazer esse experimento muito cuidado, pois a palha de aço se aquece muito podendo trazer acidentes. Então faça o experimento em algum lugar que não tenha risco.

METODOLOGIA

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL: Você saberia explicar o funcionamento do ferro elétrico de passar roupas?

Materiais utilizados:

- 01 Palha de aço (bem fina)
- 01 Suporte de pilhas;
- 01 fita bem fina de papel alumínio;
- 02 Pilhas
- 01 Tesoura
- Fios

Imagem (1): Materiais utilizados no experimento



Fonte: O Autor.

Imagem (2): Montagem do experimento



Fonte: O Autor.

Monte o circuito conforme a imagem (2).

Inicialmente, conecte um pedaço de fio numa extremidade do polo positivo (fio vermelho) e outro pedaço de fio no polo negativo (fio preto) do suporte de pilha.

Com auxílio de uma tesoura, descarnar as pontas dos dois fios de cobre que irá tocar na palha de aço.

Pegue um pedaço pequeno de palha de aço, abra-a bem – espalhando a malha de aço - e coloque-a no chão; quanto mais finos forem os fios da palha de aço, melhor serão os resultados (fique atento e atenta a isso pois vamos lhe perguntar sobre essa situação mais adiante).

Cuidado: Na montagem da palha de aço, tome o cuidado de não apoiar em algum lugar que possa pegar fogo como por exemplo: tapetes, carpetes, madeira, compensados, plásticos etc., ou tampouco próximo a inflamáveis como álcool, querosene, gasolina, bebida destilada, óleo, perfumes, desodorantes etc. Recomenda-se que se faça sobre um piso (ou mesa) de cimento ou pedra. Verifique sempre se não há algo que possa queimar por perto.

Encoste as extremidades livres dos fios desencapados na palha de aço, em um local de modo que fiquem próximos um do outro. Caso a palha de aço não se queime com apenas uma encostada, faça pequenos movimentos com os fios, mantendo sempre uma distância pequena entre eles.

Imagem (3): Experimento Montado



Fonte: O Autor.

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS

- O que aconteceu à palha de aço?
- Quem permitiu a condução de energia?

- c) Neste circuito elétrico, quem forneceu a energia para iniciar o processo na palha de aço?
- d) Essa energia, que era elétrica, transformou-se em energia_____. Como isso foi possível?
- e) Neste experimento o consumo das pilhas é alto, pois a corrente elétrica não tem resistência no percurso, ou seja, o circuito está em curto! O que essa afirmação quer dizer, conforme você observou no experimento?
- f) A espessura dos fios da palha de aço teria alguma influência nos resultados desse experimento? Procure testar sua resposta fazendo com que a palha de aço fique com seus fios bem juntos.

Responda o questionário no link: <https://forms.gle/UpFNKf3yYNGwUUiq5>

REFERÊNCIAS:

Prepara Enem Goiânia; 2021. <https://www.preparaenem.com/fisica/o-efeito-joule.htm>. Acesso em 10 de julho de 2021.

HELERBROCK, Rafael. "Efeito Joule"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/efeito-joule.htm>. Acesso em 10 de julho de 2021.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, beatriz; Física 3, ensino médio. Corrente elétrica; 1 ed. São Paulo: Scipione, 2006.

5.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 03: MONTAGEM DE UM CIRCUITO FONTE-RESISTOR-LED (FRL): RECONHECENDO O COMPORTAMENTO DOS RESISTORES ÔHMICOS

Julio Cordeiro Guimarães
Julio.guimaraes@sou.unifal-mg.edu.br

RESUMO

Toda usina hidrelétrica, seja qual for o tipo, desperdiça sob a forma de calor, até 20% da energia produzida. No trajeto entre a usina e o consumidor, ocorre uma dissipação da energia elétrica devido à resistência elétrica dos fios metálicos que conduzem eletricidade. Para entender melhor o que acontece viemos através dessa sequência didática introduzir esses conceitos para que o estudante saiba melhor o que acontece na prática em relação às leis de Ohm que nos permitem calcular importantes grandezas físicas, como tensão, corrente e resistência dos mais diversos componentes presentes em um circuito, que estão ao nosso redor. Diante disso vamos trabalhar essas leis procurando mostrar a validade das mesmas e como funcionam com experimentos simples e com simulações através do Tinkercad, para tentar mostrar com mais clareza essas leis.

Palavras-chave: Ensino de Física; Leis de Ohm; Resistencia; Experimentos Reais; Simulações Computacionais; Tinkercad.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais há evidências de que principalmente nas escolas públicas o estudante vem tendo grandes dificuldades em assimilar de forma significativa alguns conceitos que são estudados em Física, devido à pouca quantidade de aulas oferecidas e a falta de um laboratório ou mesmo um espaço adequado que possa unir a teoria à prática, dificultando a construção do conhecimento pelo estudante. Percebe-se, em vários autores da área, que a maioria dos professores usam apenas giz e quadro para expressar conceitos de maneira simples em sala de aula, o que não é mais, ou talvez nunca tenha sido o suficiente para a verdadeira aprendizagem significativa por parte dos estudantes, pois não aguça a sua curiosidade tornando-os desmotivados em aprender e, notadamente, não o envolve na edificação dos conceitos tratados nas aulas, matematizando de forma acentuadas todo o conteúdo ali tratado. Lembrando que os cálculos também são importantes, porém não podem ser a única forma de aprendizado. Diante

desse cenário propomos a elaboração e aplicação de algumas sequências didáticas oportunizando ao professor e seus estudantes a construção dos seus próprios aparatos experimentais além de assegurar a criação de hipóteses ao utilizarem-se de simulações computacionais de forma articulada a estes experimentos, consolidando a unidade curricular de Eletrodinâmica.

Esta sequência didática de ensino visa estudar os conceitos de resistência elétrica, resistividade elétrica de um condutor e as leis de Ohm. Nela procuramos planejar de forma a minimizar o tempo para explicações expositivas e procuramos priorizar as atividades com a participação ativa dos estudantes, utilizando experimentos simples e simulações computacionais com o Tinkercad que é um programa computacional de modelagem gratuito, amigável e de fácil acesso a todos, além de experimentos de circuitos elétricos simples que todos possam construir em casa ou em sala de aula.

Iremos estudar resistência elétrica que é definida como a capacidade que um corpo tem de opor-se à passagem da corrente elétrica. A unidade de medida da resistência no SI é o Ohm (Ω), em homenagem ao físico alemão George Simon Ohm, e representa a razão entre a tensão e a corrente elétrica que flui por um circuito (Volt/Ampère).

Quando um condutor é submetido a uma diferença de potencial, ele passa a ser percorrido por uma corrente elétrica, que é constituída pelo movimento de elétrons livres no interior do condutor. Quando esses elétrons livres entram em movimento, começam a colidir entre si e com os átomos do condutor. Quanto maior o número de colisões, maior a dificuldade encontrada pela corrente elétrica em “atravessar” o condutor. Essa dificuldade de movimento das cargas é que caracteriza a resistência elétrica.

A resistência elétrica varia conforme o comprimento, a largura e a natureza do material do condutor, além da temperatura a que ele é submetido. Todos esses fatores são relacionados por uma equação conhecida como Segunda Lei de Ohm:

$$R = \frac{\rho l}{A} \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo que:

R – é a resistência elétrica do material;

ρ – é a resistividade e possui valores diferentes para cada tipo de material;

l – é o comprimento do condutor;

A – é a área de seção transversal do condutor.

De acordo com a equação, vemos que a resistência é diretamente proporcional ao comprimento l do condutor, ou seja, quanto maior o comprimento, maior será a resistência. Ela

também é inversamente proporcional à área do condutor, pois, quanto maior a área, mais fácil é a passagem dos elétrons e, conseqüentemente, menor a resistência do material.

Propomos o estudo das leis de Ohm que determinam se a corrente elétrica em um condutor é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada e são princípios fundamentais para a eletrônica analógica.

A primeira Lei de Ohm diz que a resistência elétrica também pode sofrer variação conforme a variação da tensão e da corrente elétrica de um condutor. Isso ocorre porque, quanto maior a intensidade da corrente elétrica (i), menor a dificuldade que os portadores de carga enfrentam para movimentar-se, ou seja, menor a resistência. A diferença de potencial V entre as extremidades de um condutor é proporcional à corrente que o atravessa. A resistência é a constante de proporcionalidade entre eles e pode ser definida a partir da Primeira Lei de Ohm como:

$$R = \frac{V}{i} \quad \text{Equação (2)}$$

Essa Lei só é válida para materiais que possuem resistência elétrica constante, conhecidos como resistores ôhmicos, que são aqueles cuja resistência elétrica é mantida constante para quaisquer valores de tensão que sejam aplicados em seus terminais.

A Segunda Lei de Ohm corresponde aos fatores que interferem na resistência elétrica. Essa lei estabelece que a resistência depende da espessura e comprimento do condutor e do material de que ele é constituído, indicando ainda que é diretamente proporcional ao comprimento do condutor e inversamente proporcional a sua espessura.

A equação que expressa a segunda lei de Ohm é a seguinte:

$$R = \frac{\rho l}{A} \quad \text{Equação (3)}$$

Em que:

R: resistência

ρ : resistividade do condutor

L: comprimento

A: área de secção transversal

Ressalta-se que somente algumas faixas de temperatura de campo elétrico são válidas para essa lei. Ou seja, não inclui alguns dispositivos à base de semicondutores como diodos e transistores que considerados não ôhmicos.

Devemos observar nesse trabalho que o LED é uma maneira de mostrar que a corrente que passa pelo condutor é mais forte ou mais fraca, porém não é o mesmo efeito ohm de um

resistor, mas sim de transição eletrônica gerando luz. O LED está sendo usado apenas como um sensor para mostrar se a corrente é maior ou menor, mas não como resistor. Porque não podemos confundir e achar que trocando o resistor altera a resistência, mas também alterou a resistência do LED o que não é verdade, o que alterou foi a corrente que passa pelo LED e essa corrente que passa por ele terá outro efeito que é o de foto emissão que irá gerar um brilho, ou seja o LED está ali apenas como um sensor.

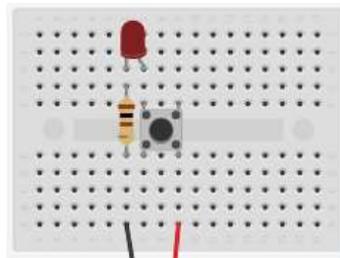
Vamos também usar o TINKERCAD nas nossas sequências que é um aplicativo idealizado pela Fundação Autodesk, o Tinkercad é um software gratuito que possui várias funções, podendo ser utilizado como um software de modelagem, para verificar tamanhos de objetos em 3D, entender sobre alguns componentes eletrônicos, dentre outras funções. Embora ele seja um software ideal para quem está iniciando no ramo de modelagem 3D, não deixa a desejar quando utilizado por usuários avançados que buscam uma solução rápida para pequenas mudanças. O principal ponto positivo do Tinkercad é uma composição de formas mais complexas utilizando formas geométricas mais simples. Além disso, o software permite adicionar componentes eletrônicos idealizado em tamanho real em sua modelagem, proporcionando agilidade e muito mais eficiência ao seu projeto.

METODOLOGIA

1º LEI DE OHM.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL: Como a lanterna do meu smartphone acende?

Imagem (1): Circuito simples



Fonte: O Autor.

Materiais utilizados

- 01 Placa protoboard
- 02 Pilha,
- 01 Suporte de pilhas
- 01 LED vermelho
- 01 Resistor 100 Ohm
- Fios
- 1 Push Button
- Multímetro

Imagem (2): Materiais utilizados



Fonte: O Autor.

Abaixo segue tabela de cores para identificação de resistores.

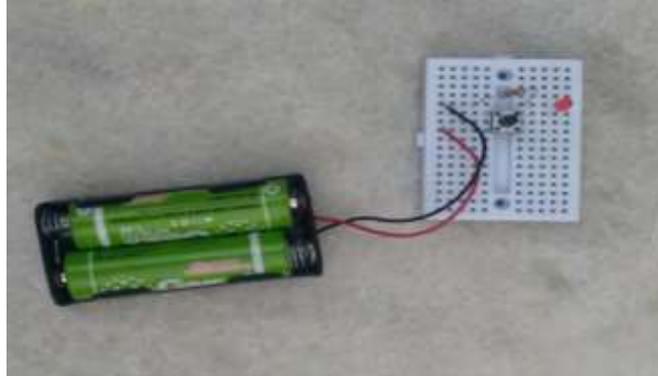
Tabela 1: Tabela cores para identificação resistores.

Cor	1 ^o Faixa	2 ^o Faixa	N ^o de zeros/multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	
Marrom	1	1	1	
Vermelho	2	2	2	
Laranja	3	3	3	
Amarelo	4	4	4	
Verde	5	5	5	
Azul	6	6	6	
Violeta	7	7	7	
Cinza	8	8	8	
Branco	9	9	9	
Dourado			x 0,1	
Prata			x 0,01	
Sem cor				± 20%

MONTAGEM DO EXPERIMENTO:

Realize a montagem conforme a imagem (3).

Imagem (3): Montagem do experimento



Fonte: O Autor.

Inicialmente, conecte um LED (vermelho) em um dos furos da placa protoboard e, em seguida, coloque um resistor na mesma trilha em série com a terminal menor (catodo) do LED. No outro terminal maior (anodo) do LED conecte o Push Button (botão) de modo que os dois terminais a esquerda do botão fiquem conectados ao LED e os outros dois terminais à direita do botão fiquem em outra trilha da protoboard.

Conecte as duas pilhas no suporte. Observe a posição correta de conectar.

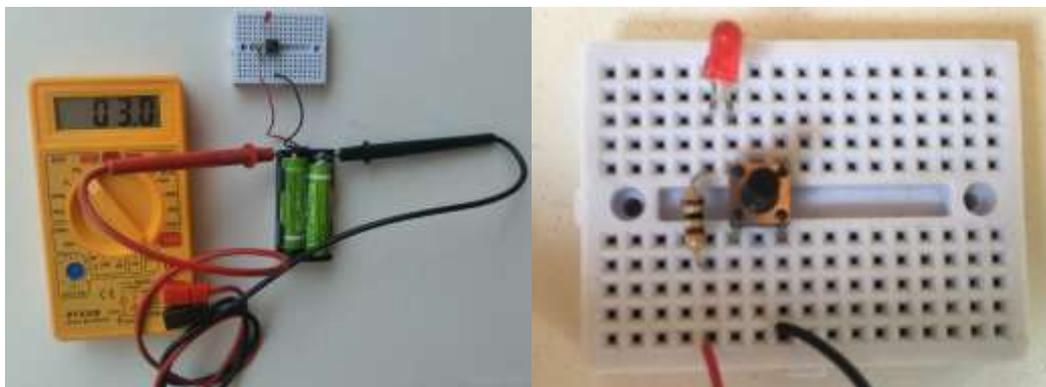
Agora, conecte o fio preto (negativo) do suporte da bateria na mesma trilha da protoboard de modo que fique em série com o resistor e, em seguida, conecte ao fio positivo do suporte da bateria ao terminal a direita do botão que não estão na mesma trilha do terminal maior do LED.

Com auxílio do multímetro realize a medida da força eletromotriz dessa bateria.

Realize a medida de DDP (Tensão) nas pilhas com o botão desligado:

(Lembrar de ligar multímetro no DCV/ 20 para melhor precisão nas medições).

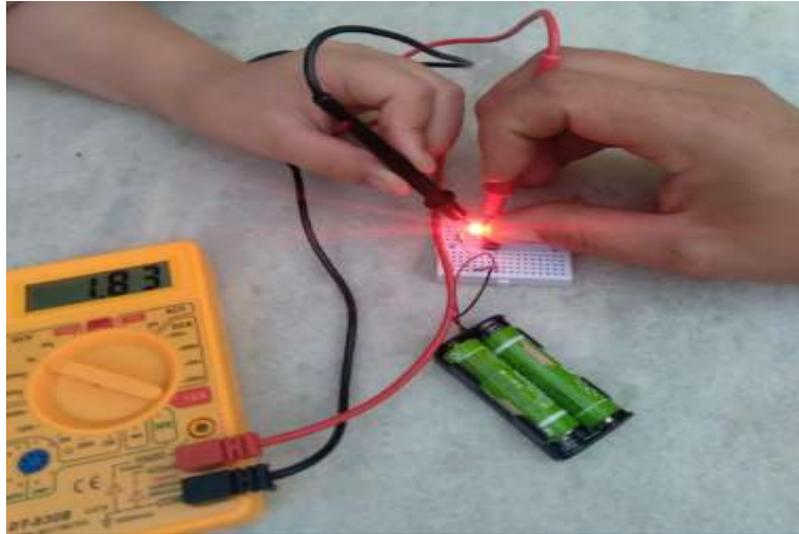
Imagem (4): Realização medida de tensão nas pilhas



Fonte: O Autor.

Realize medida de DDP sobre o resistor e o LED com o botão ligado/pressionado.

Imagem (5): Realização medida de tensão sobre resistor e LED.



Fonte: O Autor.

Preencha a tabela a seguir: anote os resultados na tabela abaixo

U (V) Pilhas	U_R (V) Resistor	U_{Led} (V) LED	$U (V) = U_R + U_{Led}$ Total

Com o multímetro na função Amperímetro realize a medida de corrente no circuito nos seguintes pontos:

Entre a Pilha e o Resistor (com o botão ligado):

Depois, entre o LED e a Pilha (com o botão ligado).

Anote os resultados na tabela abaixo.

$I_{Pilha-Resistor}$ (mA)	$I_{LED-Pilha}$ (mA)

Agora depois de concluído o experimento faça a montagem e as medições que foram feitas anteriormente, mas agora usando o Tinkercad, e preencha as tabelas.

U (V) Pilhas	U_R (V) Resistor	U_{Led} (V) LED	$U (V) = U_R + U_{Led}$ Total

Com o multímetro na função Amperímetro realize a medida de corrente no circuito nos seguintes pontos:

Entre a Pilha e o Resistor (com o botão ligado):

Depois, entre o LED e a bateria (com o botão ligado):

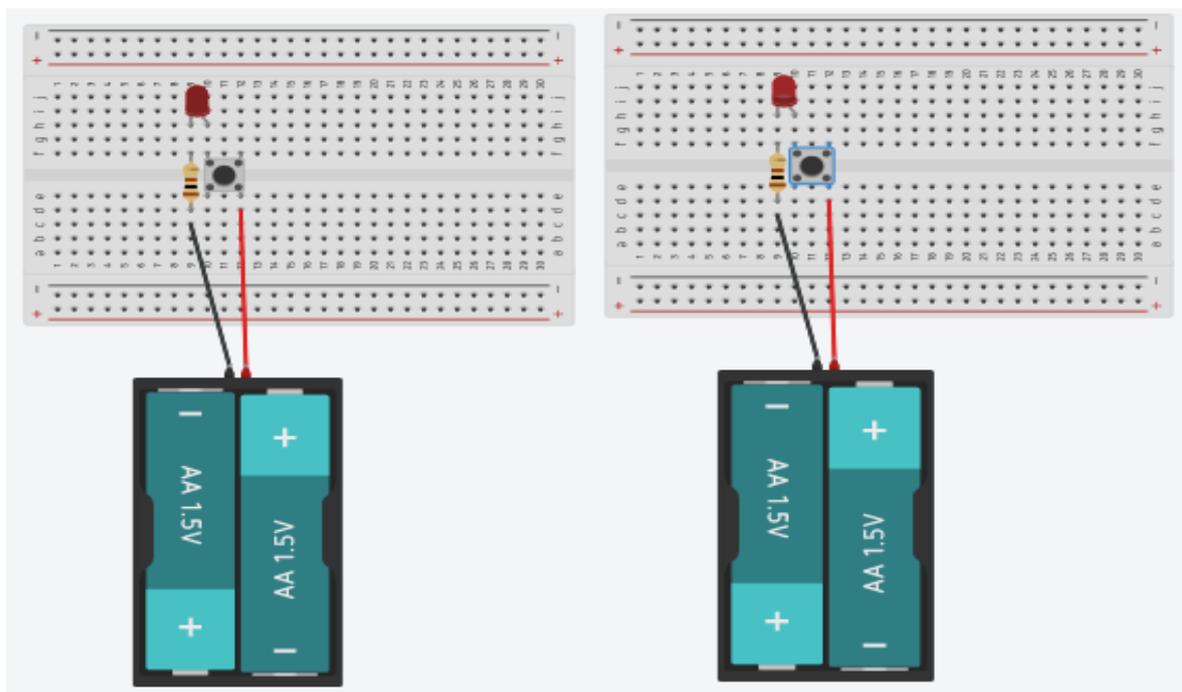
$I_{Pilha-Resistor}$ (mA)	$I_{Resistor-Pilha}$ (mA)

Depois que terminar de fazer todo o experimento e preencher as tabelas, refaça novamente todos os procedimentos, só que agora usando o Tinkercad.

1º LEI DE OHM.

Faça a montagem do circuito conforme figura abaixo:

Imagem (6): Montagem simulação no Tinkercad



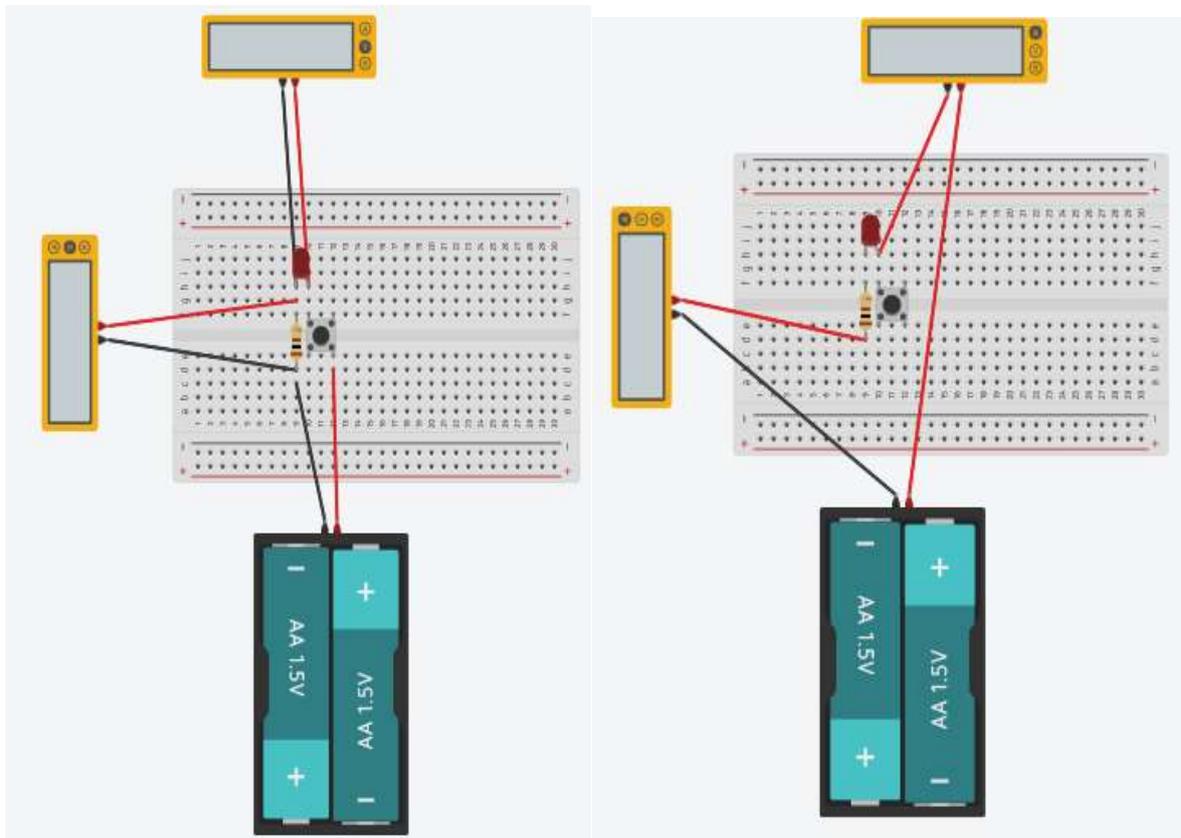
Circuito aberto

Circuito fechado

Fonte: O Autor.

Medições de tensão e corrente respectivamente:

Imagem (7): Realização medições de tensão e corrente respectivamente no Tinkercad



Fonte: O Autor.

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS

1 - O que ocorre enquanto o LED acende?

2 - A corrente elétrica que circula no circuito tem diferença de valor quando é realizada a medida em pontos diferentes?

3 - A partir dos dados DDP (Tensão) medidos no circuito em funcionamento é possível dizer por que a DDP fornecida pelas pilhas quando o circuito está funcionando é diferente da DDP gerada pelas pilhas antes do funcionamento do circuito. Justifique sua resposta utilizando-se de conceitos de eletricidade.

4 - Substitua o LED de 100Ω por outro de valor maior (pode ser à sua escolha). O que se observa com a intensidade de brilho do LED? Qual o motivo da sua resposta?

5 - Utilizando-se do multímetro, na função AMPERÍMETRO (mA) você é capaz de dizer o que ocorre com a corrente elétrica que flui pelo circuito (LED-resistor) nos dois casos – com o resistor de 100Ω e com o outro resistor de maior valor, quando o botão está ligado?

6 - Agora você é capaz de responder à pergunta inicial?

Como a lanterna do meu smartphone acende?

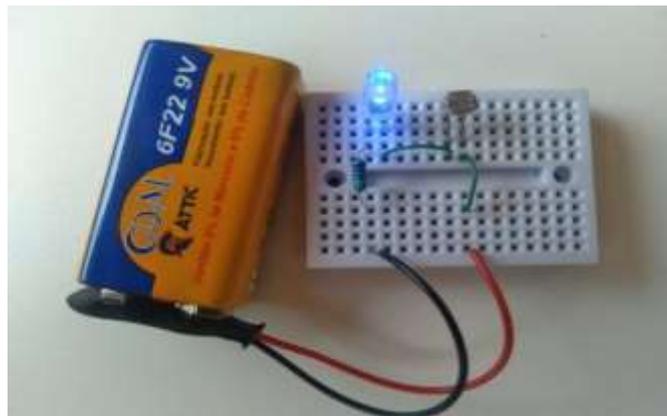
2º LEI DE OHM

Circuito com o fotoresistor controlando o brilho do LED.

Problematização inicial: como as lâmpadas dos postes da Cemig acendem e apagam sozinhas?

Ou: como o smartphone desliga a tela quando eu o aproximo de meu ouvido?

Imagem (8): Circuito Misto



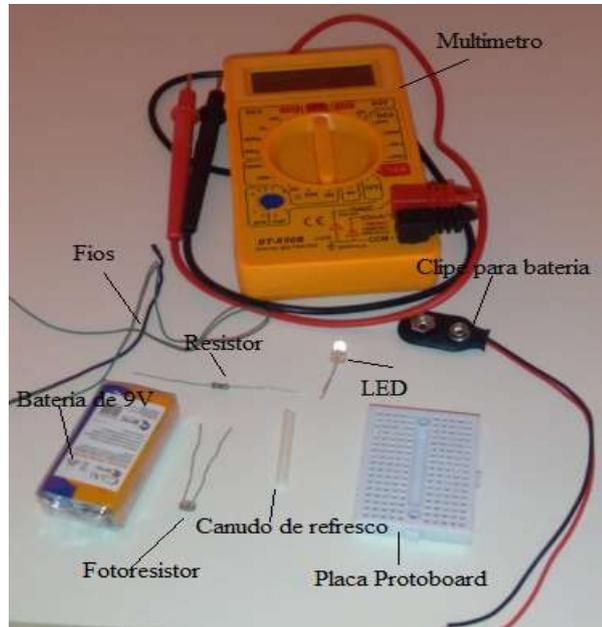
Fonte: O Autor.

Materiais utilizados

- 01 Resistor de 470Ω – não pode ser de valor menor!!;
- 01 Fotoresistor (LDR) de 5mm;
- 01 LED branco;
- 01 Placa Protoboard;
- 01 Clipe para bateria;
- 01 Bateria de 9V;
- 01 Canudo de refresco (Aproximadamente 5 mm diâmetro)
- Fios
- Fita isolante.

- Multímetro.

Imagem (9): Materiais utilizados



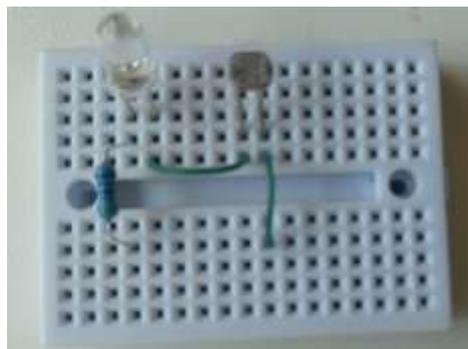
Fonte: O Autor.

Inicialmente, conecte um LED (branco) em um dos furos da placa protoboard e, em seguida, coloque o resistor na mesma trilha em série com o terminal menor (catodo) do LED. No outro terminal maior (anodo) do LED conecte o fotoresistor de modo que fique em série com o LED.

Feito isso, conecte a bateria ao suporte e, em seguida, conecte o fio positivo da bateria (vermelho) o terminal do fotoresistor. Já o fio negativo (preto) da bateria será conectado o terminal do resistor.

Usando pedaços de fio faça as duas ligações como descritas abaixo na placa protoboard.

Imagem (10): Esquema ligação na placa Protoboard



Fonte: O Autor.

Após terminar a montagem e colocar a bateria o LED acenderá. Aproxime o dedo sobre a superfície do fotoresistor de modo que a luminosidade seja impedida de incidir sobre ele e observe que o brilho do LED irá diminuir.

Imagem (11): Experimento montado



Fonte: O Autor.

Utilize o canudo de refresco cortando 4 pedaços no tamanho de 1cm, 2cm, 3cm e 5 cm respectivamente;

Utilize a fita isolante para envolver os 4 pedaços de canudo a fim de escurecê-los para que diminua ao máximo a passagem de luz. Certifique-se que a fita está encobrindo todo o canudo, inclusive parte superior;

Desconecte a bateria do circuito;

Realize a medida de resistência sobre o fotoresistor (zero cm – sem canudo);

Coloque o canudo medindo 1cm sobre Fotoresistor e refaça a medida.

Realize os procedimentos anteriores e preencha a tabela a seguir para as respectivas medidas dos canudos:

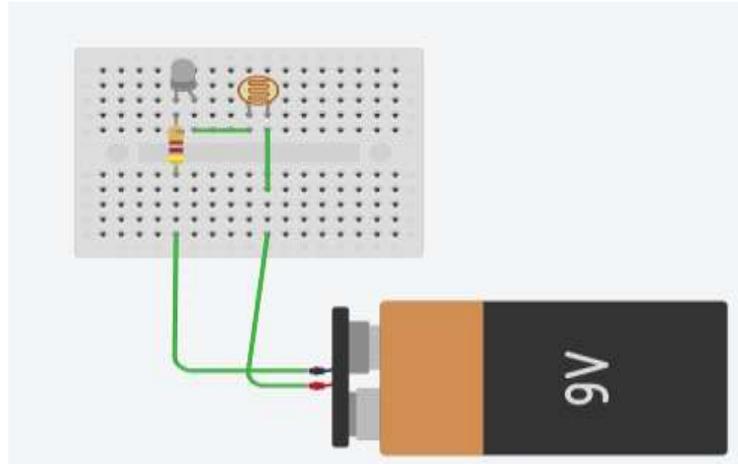
L (cm)	0 (sem canudo)	Canudo 1 cm	Canudo 2 cm	Canudo 3 cm	Canudo 4 cm	Canudo 5 cm
R (Ω)						

Faça o gráfico do comprimento (L) versus a resistência (R), gráfico $L \times R$, relativo à tabela anterior.

Aqui você pode utilizar uma folha de caderno ou mesmo o Excel.

DEPOIS QUE TERMINAR DE FAZER TODO O EXPERIMENTO E PREENCHER AS TABELAS, REFAÇA NOVAMENTE TODO OS PROCEDIMENTOS, SÓ QUE AGORA USANDO O TINKERCAD.

Imagem (12): Montagem circuito no Tinkercad

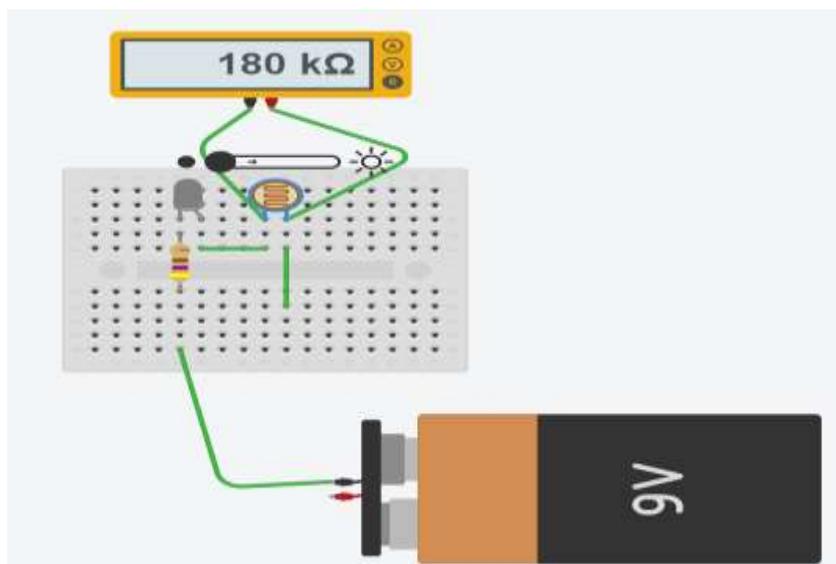


Fonte: O Autor.

Faça as medições descritas usando o multímetro e preencha a tabela abaixo.

	Pouca luminosidade	Média luminosidade	Muita luminosidade
R (Ω)			

Imagem (13): Realização medidas resistência no Tinkercad



Fonte: O Autor.

Agora descreva se os resultados estão de acordo com os experimentos feitos.

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS

1 - Ao trocar os canudos, sobre o fotoresistor, o que ocorreu com o brilho do LED?

2 - Coloque o canudo de 5 cm sobre o resistor e conecte o multímetro na função OHMÍMETRO (Ω) e vá variando a escala até obter um resultado aceitável. Agora, vá aproximando e depois afastando a mão da extremidade aberta – por onde entra a luz ambiente - do canudo. O que você observa no Ohmímetro? Como isso é possível?

3 - O que ocorre com a resistência do fotoresistor quando colocamos os canudos de diversos tamanhos sobre ele?

4 - Acontece o mesmo com o valor da intensidade da corrente e a DDP (tensão) que atravessa o LED?

5 - Descreva a curva que você obteve no gráfico. Você esperava este resultado? Explique.

Responda o questionário no link: <https://forms.gle/jU9sLEgWrC3MCYm7>

REFERÊNCIAS:

Código de Cores Para Resistores. Rio Grande sul: PUCRS online. https://www.inf.pucrs.br/~calazans/undergrad/laborg/cod_cores_res.html. Visitado em 01 de setembro de 2021.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, beatriz; Física 3, ensino médio. Circuitos elétricos de corrente continua; 1 ed. São Paulo: Scipione, 2006.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. "O que é resistência elétrica?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-resistencia-eletrica.htm>. Acesso em 01 de setembro de 2021.

5.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 04: INVESTIGANDO O COMPORTAMENTO DA TENSÃO E DA CORRENTE ELÉTRICA NOS ELEMENTOS DE UM CIRCUITO

Julio Cordeiro Guimarães
julio.guimaraes@sou.unifal-mg.edu.br

RESUMO

Todos os equipamentos elétricos e eletrônicos que conhecemos, possuem um circuito, seja ele com componentes conectados em série, em paralelo ou em sua grande maioria na forma mista. Nessa sequência didática, vamos apresentar circuitos com componentes conectados em série ou mesmo em paralelo, compreendendo suas principais características, diferenças, algumas de suas aplicações, vantagens e desvantagens. Para um melhor aprendizado é importante que você tenha um certo conhecimento sobre alguns conceitos básicos da eletricidade, tais como o que é um circuito elétrico, tensão, corrente entre outros.

Diante disto viemos propor estudos através de sequências didáticas com experimentos e simulações com o uso do aplicativo Tinkercad para tentar solucionar o problema que os estudantes do ensino médio estão tendo em assimilar conhecimentos de circuitos elétricos em paralelo, série e misto e seus conceitos principais de forma simples e prática, fazendo com que os mesmos além de irem construindo seus conhecimentos, estarão colocando em prática o que está sendo visto na teoria.

Palavras-chave: Ensino de Física; Circuitos Elétricos; Experimentos Reais; Simulações Computacionais; Tinkercad.

INTRODUÇÃO

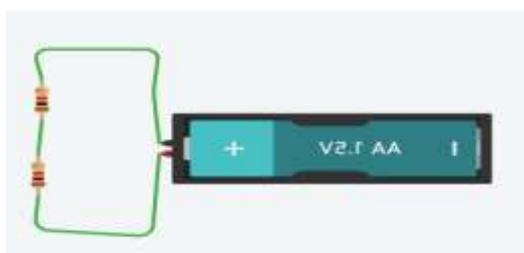
Nos dias atuais há evidências de que principalmente nas escolas públicas o estudante vem tendo grandes dificuldades em assimilar de forma significativa alguns conceitos que são estudados em Física, devido à pouca quantidade de aulas oferecidas e a falta de um laboratório ou mesmo um espaço adequado que possa unir a teoria à prática, dificultando a construção do conhecimento pelo estudante. Percebe-se, em vários autores da área, que a maioria dos professores usam apenas giz e quadro para expressar conceitos de maneira simples em sala de aula, o que não é mais, ou talvez nunca tenha sido o suficiente para a verdadeira aprendizagem significativa por parte dos estudantes, pois não aguça a sua curiosidade tornando-os

desmotivados em aprender e, notadamente, não o envolve na edificação dos conceitos tratados nas aulas, matematizando de forma acentuadas todo o conteúdo ali tratado. Lembrando que os cálculos também são importantes, porém não podem ser a única forma de aprendizado. Diante desse cenário propomos a elaboração e aplicação de algumas sequências didáticas oportunizando ao professor e seus estudantes a construção dos seus próprios aparatos experimentais além de assegurar a criação de hipóteses ao utilizarem-se de simulações computacionais de forma articulada a estes experimentos, consolidando a unidade curricular de Eletrodinâmica.

Esta sequência didática de ensino visa estudar os conceitos de circuitos elétrico em série, paralelo e misto. Nela procuramos planejar de forma a minimizar o tempo para explicações expositivas, e procuramos priorizar as atividades com a participação ativa dos estudantes, utilizando experimentos e simulações com o Tinkercad que é um aplicativo gratuito e de fácil acesso a todos, além de experimentos simples que todos possam fazer em casa ou em sala de aula.

Iremos estudar conceitos de circuito elétrico em série, como o próprio nome já diz é um circuito com dois ou mais receptores que estão sendo alimentados em série um com o outro, ligados em sequência, havendo apenas um único caminho para a passagem de corrente elétrica. Uma outra forma de visualizar um circuito em série é que os receptores têm apenas um ponto em comum entre eles, ou seja, não há nenhum ponto de derivação.

Figura (1): Circuito em série com dois resistores



Fonte: O Autor.

Em um circuito em série, corrente e tensão se comportam de maneira diferentes sobre as cargas do circuito. O fluxo de elétrons, corrente elétrica, no circuito sempre será o mesmo sobre as cargas, isso porque há apenas um único caminho para a passagem desses elétrons. Porém a diferença de potencial, tensão, sobre as cargas será diferente, se as resistências das cargas não forem iguais. A tensão elétrica sobre cada resistor será diferente uma em relação a outra devido à resistência ser diretamente proporcional à tensão, ou seja, quanto maior a resistência, maior será a tensão, isso porque a corrente sempre é a mesma para todas as cargas. Na associação de resistores, quando eles estão em série o valor dessas resistências se somam,

logo a associação de resistores em série, quanto mais cargas em série tiver no circuito, maior será a resistências total.

Uma das aplicações mais comuns de um circuito em série são os circuitos de LED que ficam nas árvores de natal, chamados de pisca-pisca. Esse é o motivo pelo qual quando apenas uma das lâmpadas se queima todo aquele circuito para de funcionar. Isto acontece porque o circuito é interrompido, neste caso não haverá passagem de corrente para as demais lâmpadas. Uma aplicação muito comum em elétrica predial é ligação de um sensor de presença ou relé fotoelétrico estarem ligados a uma lâmpada, se não estivessem em série com o sistema, haveria uma passagem alternativa para a lâmpada acender, permanecendo ligada ou mesmo desligada constantemente.

Uma de suas vantagens é a associação em série dos resistores para aumentar o valor da resistência total do circuito, além de usar dispositivos elétricos e eletrônicos em série com cargas, como chaveamento, ligando ou desligando.

As principais desvantagens é que ao ligar os resistores em série, qualquer um deles que queime ou pare de funcionar irá abrir o circuito, conseqüentemente interrompendo o funcionamento dos demais. Além do mais, devido a tensão variar de um resistor para o outro, eles não trabalharão com máxima potência.

Já o circuito em paralelo também é composto por duas ou mais cargas, porém diferente do circuito em série, todas essas cargas possuem o mesmo ponto em comum, ou seja, há um ponto de derivação para todas elas, fazendo com que o fluxo da corrente elétrica separe proporcionalmente para cada carga, de acordo com o valor de sua resistência.

Temos como as principais características de um circuito paralelo que tanto a corrente e tensão elétrica no circuito irão se comportar de maneira diferente. No caso da tensão elétrica, será sempre a mesma para todos as cargas do circuito, ou seja, a mesma tensão entregue pela fonte. Já a corrente elétrica não será a mesma nas cargas, exceto se tiverem duas com o mesmo valor de resistência. Isso também se deve a uma relação matemática, sabendo que a tensão é a mesma em todas as cargas, a corrente elétrica irá variar de acordo com a resistência, pois são grandezas inversamente proporcionais. Esse circuito é aplicado em circuitos de instalações elétricas industrial e predial, onde todas as tomadas e lâmpadas estão em paralelo, redes de distribuição, equipamentos elétricos e eletrônicos. O circuito em paralelo é mais utilizado em instalações elétricas prediais e industriais, isso porque uma de suas vantagens, é a tensão elétrica em todas as cargas será a mesma, 127V; 220V; 380V dependendo da necessidade ou do circuito.

Pelo fato da tensão ser a mesma em cima dos resistores, elas irão dissipar a máxima potência, e caso uma das cargas pararem de funcionar as demais continuam funcionamento normalmente.

Uma das desvantagens é um maior consumo, pois se dissipa uma maior potência, devido a corrente elétrica se dividir de maneira proporcional para manter a mesma tensão na carga, sendo assim o aumento de cargas em paralelo pode ser um problema.

Podemos concluir que as principais diferenças entre circuito série e paralelo, é a forma com que tensão e corrente se comportam. Circuito em série a corrente é a mesma e tensão diferente sobre as cargas, já em circuito paralelo será ao contrário, mesma tensão e corrente diferente para as cargas. Outra diferença que podemos citar é que se no circuito em série uma das cargas pare de funcionar todas as demais também irão parar, pois o circuito será interrompido. Porém no circuito em paralelo às cargas funcionam de maneira independente, se uma parar de funcionar as demais irão manter o seu funcionamento normalmente, isso porque a corrente sempre terá um caminho alternativo.

Vamos também usar o TINKERCAD nas nossas sequências que é um aplicativo idealizado pela Fundação Autodesk, o Tinkercad é um software gratuito que possui várias funções, podendo ser utilizado como um software de modelagem, para verificar tamanhos de objetos em 3D, entender sobre alguns componentes eletrônicos, dentre outras funções. Embora ele seja um software ideal para quem está iniciando no ramo de modelagem 3D, não deixa a desejar quando utilizado por usuários avançados que buscam uma solução rápida para pequenas mudanças. O principal ponto positivo do Tinkercad é uma composição de formas mais complexas utilizando formas geométricas mais simples. Além disso, o software permite adicionar componentes eletrônicos idealizados em tamanho real em sua modelagem, proporcionando agilidade e muito mais eficiência ao seu projeto.

METODOLOGIA

CIRCUITOS EM SÉRIE, PARALELO E MISTO.

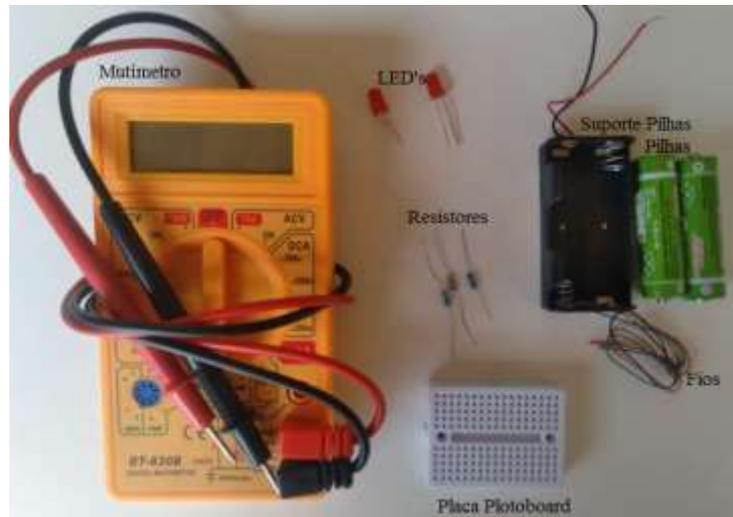
PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL: Quando queima uma lâmpada LED do pisca-pisca da árvore de natal por que os demais LED do mesmo circuito não acender? (Lembrar que isso não ocorre mais nos pisca-pisca mais modernos)

ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE.

Materiais utilizados

- 01 Placa Protoboard
- 03 Resistores (valores diferentes)
- 02 Pilhas
- 01 Suporte de pilhas
- 2 LED de mesma cor e tamanho
- Fios
- Multímetro

Imagem (1): Materiais utilizados no experimento.



Fonte: O Autor.

Inicialmente escolha três resistores diferentes e usando o multímetro faça a medida da resistência de cada um, dos três e depois de dois a dois e por último dos três juntos, sempre em serie e complete a tabela abaixo:

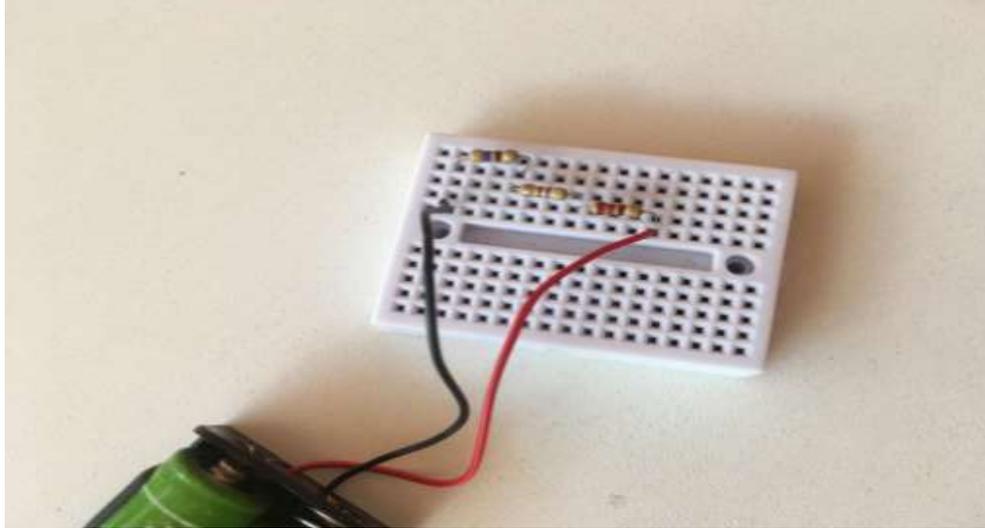
	R 1	R 2	R 3	R1 + R2	R1 + R3	R2 + R3	R1 + R2 + R3
R (Ω)							

AGORA RESPONDA:

O que você observou nas medições acima?

Agora monte na placa protoboard o circuito de acordo com o esquema a seguir, colocando os resistores na ordem em que você fez as medições na tabela acima.

Imagem (2): Circuito em Série com resistores



Fonte: O Autor.

Realize as medidas de corrente no circuito.

Conecte os resistores nos furos da placa protoboard seguindo a configuração da Imagem (2).

Observe que todos os três resistores estão conectados em série.

Realize a medida de queda de tensão sobre os resistores e preencha a tabela a seguir:

	Resistor 1	Resistor 2	Resistor 3	Total
R (Ω)				$R_T =$
U (V)				$U_T =$
I (mA)				$I_T =$

Retire um dos resistores e verifique qual o valor da corrente que circula no circuito. O que você encontrou?

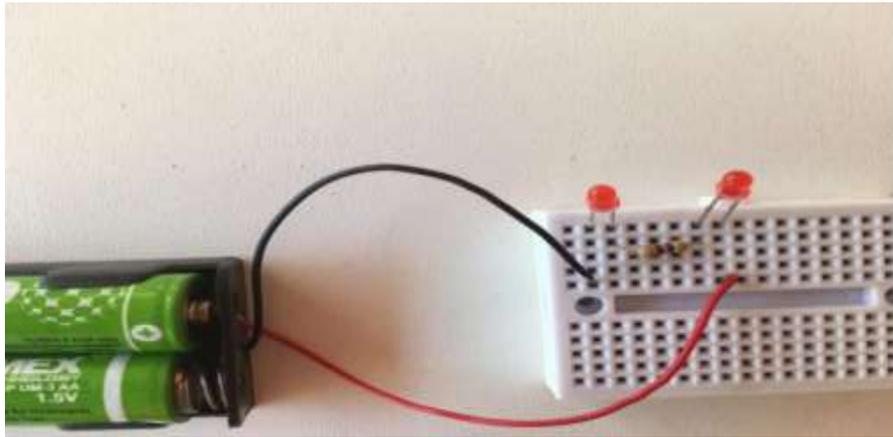
Verifique por meio das equações se os valores correspondem com os valores medidos.

$$U = R \cdot I ; R_T = R_1 + R_2 + R_3 \dots ; U_T = U_1 + U_2 + U_3 \dots$$

Sabendo que o LED tem uma resistência interna muito pequena substitua dois dos três resistores por dois LED da mesma cor e tamanho.

Retire o resistor R1 e faça a substituição por um LED. Para realizar a substituição você deve conectar o terminal menor do LED (catodo) no furo de modo que fique em série com fio preto negativo. Já o outro terminal maior (anodo) do LED1 deve ser conectado no furo da mesma trilha do resistor. Faça o mesmo para o LED2, porém conectando a terminal maior (anodo) ao fio vermelho da bateria e o terminal menor (catodo) na mesma trilha do outro resistor. Conforme Imagem abaixo.

Imagem (3): Circuito em Série com LED e Resistor.



Fonte: O Autor.

Realize a medida da corrente no circuito. Qual o valor encontrado? ____A.

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS

a) O que ocorre com a corrente elétrica do circuito em uma ligação em série? Quando os resistores estão associados em série a corrente elétrica é a mesma ou diferente no circuito elétrico?

b) E com a DDP (Tensão)?

c) Considerando que os LED sejam da mesma cor, o brilho deles é o mesmo no circuito? Qual o motivo da sua resposta?

d) Ao retirar um dos LED do circuito o outro permanece acesso? Qual o motivo da sua resposta?

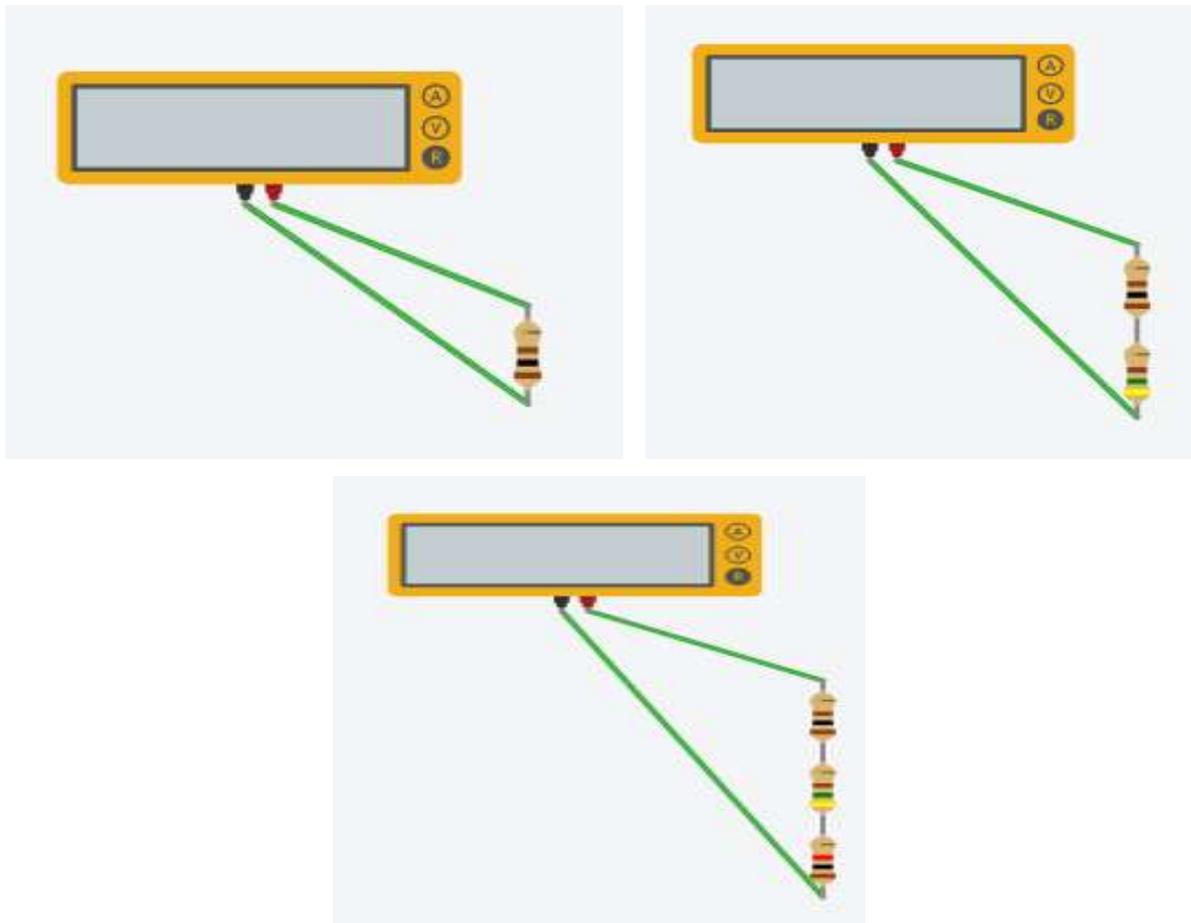
AGORA FAÇA OS MESMOS PROCEDIMENTOS ACIMA, SÓ QUE USANDO O TINKERCAD.

Inicialmente escolha três resistores diferentes e usando o multímetro faça a medida da resistência de cada um dos três e depois de dois a dois e por último dos três juntos, sempre em serie e complete a tabela abaixo:

	R 1	R 2	R 3	R1 + R2	R1 + R3	R2 + R3	R1 + R2 + R3
R (Ω)							

Abaixo temos um esquema de como medir a resistência em resistores.

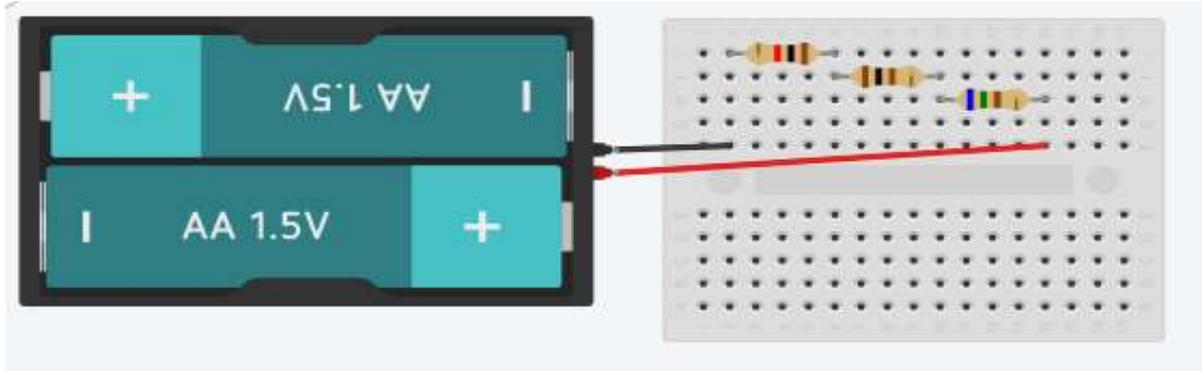
Imagem (4): Como realizar medida resistência em resistores



Fonte: O Autor.

Faça a montagem do circuito conforme figura abaixo:

Imagem (5): Circuito em Série com resistores construído no Tinkercad



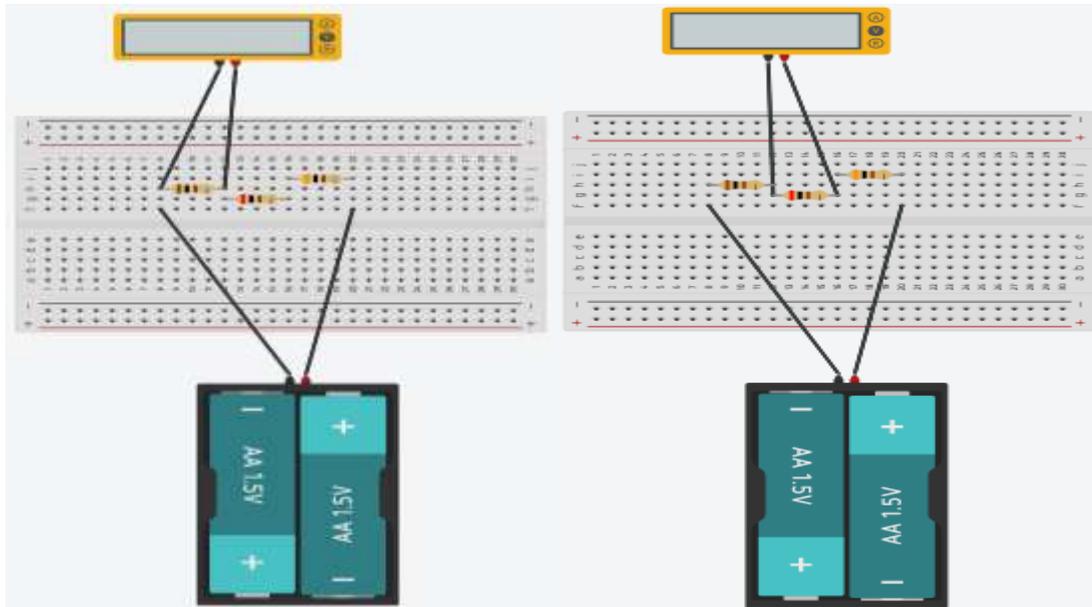
Fonte: O Autor.

Realize a medida de queda de tensão sobre os resistores. E preencha a tabela a seguir:

	1	2	3	Total
R (Ω)				$R_T =$
U (V)				$U_T =$
I (mA)				$I_T =$

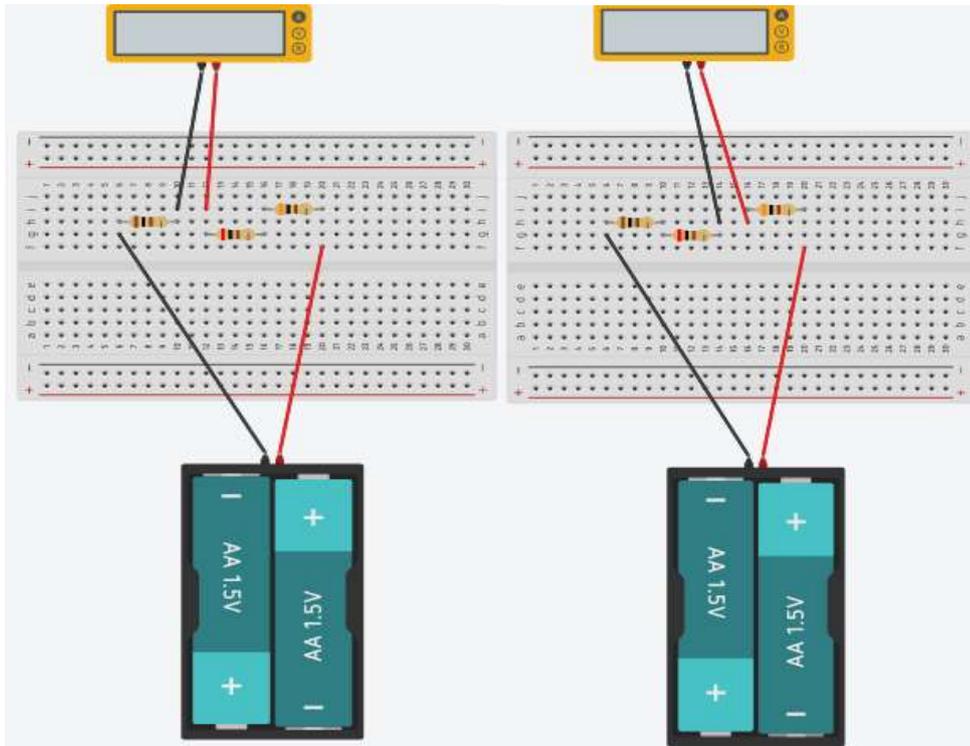
Retire um dos resistores e verifique qual o valor da corrente que circula no circuito. O que você encontrou?

Imagem (6): Esquema medição de Tensão (V) em cada resistor no Tinkercad



Fonte: O Autor.

Imagem (7): Esquema medição de Corrente (A) nos resistores



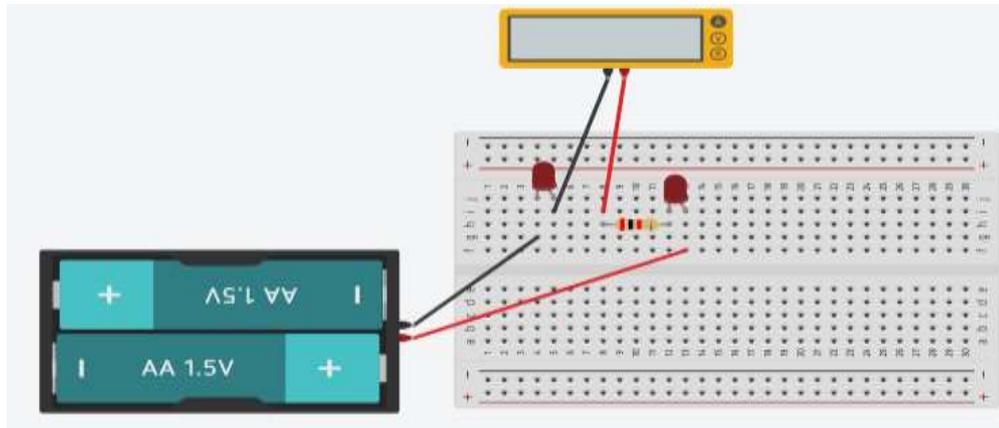
Fonte: O Autor.

Verifique por meio das equações se os valores correspondem com os valores medidos.

$$U = R \cdot I ; R_T = R_1 + R_2 + R_3 \dots ; U_T = U_1 + U_2 + U_3 \dots$$

Retire o resistor R1 e faça a substituição por um LED. Para realizar a substituição você deve conectar o terminal menor do LED (catodo) no furo de modo que fique em série com fio preto negativo. Já a outro terminal maior (anodo) do LED1 deve ser conectada no furo da mesma trilha do resistor. Faça o mesmo para o LED2, porém conectando o terminal maior (anodo) ao fio vermelho da bateria e o terminal menor (catodo) na mesma trilha do resistor, Conforme Imagem abaixo.

Imagem (8): Esquema medição de Corrente (A) no circuito



Fonte: O Autor.

Realize a medida da corrente no circuito. Qual o valor encontrado? ____A.

Os resultados foram parecidos com os do experimento?

ASSOCIAÇÃO EM PARALELO.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL: Ao queimar uma das lâmpadas da nossa casa as demais lâmpadas quando acionadas acendem?

Materiais utilizados

- 01 Placa protoboard
- 01 Bateria,
- 01 Clipe para bateria;
- 03 Resistores 330 Ω .
- 03 LED
- Fios
- Multímetro

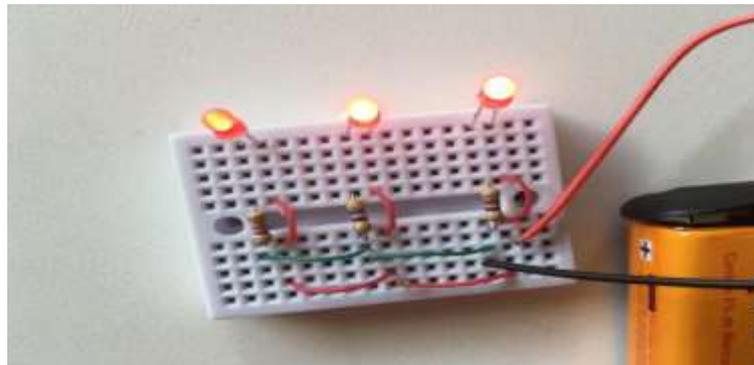
Imagem (9): Materiais utilizados no experimento.



Fonte: O Autor.

Monte na placa protoboard o circuito de acordo com o esquema a seguir:

Imagem (10): Montagem Circuito em Paralelo



Fonte: O Autor.

Escolha 03 LED do mesmo tamanho e cor.

Conecte os LED nos furos da placa protoboard seguindo a configuração da Imagem (10)

Depois conecte um resistor na mesma trilha em série com o terminal menor (catodo) para cada um dos LED.

No outro terminal maior (anodo) dos LED conecte um fio em um dos furos da trilha de modo que fique em série com o LED.

Conecte, também, INTERLIGANDO os fios saindo do resistor do LED1 ao furo na placa logo abaixo do resistor do LED2. Do resistor do LED2 conecte ao resistor do LED3.

Em seguida faça o mesmo para o fio que sai do terminal maior do LED1 (anodo) ao LED2 e depois ao LED3 colocando nos furos mais abaixo na placa conforme a imagem (10) de modo que não fique em furos na mesma trilha com os fios negativos (catodo).

E por fim, conecte o fio negativo do suporte da bateria em um dos furos dos fios que interligam os resistores (anodo) e, depois conecte o fio negativo da bateria em um dos furos dos fios que interligam o LED (catodo) de modo que fiquem em série.

Realize as medidas de DDP e corrente elétrica no circuito.

Preencha a tabela a seguir:

	1	2	3	Total
U (V)				$U_T =$
I (mA)				$I_T =$

Determine a resistência elétrica do circuito utilizando as equações:

$$U = R \cdot I ; \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots ; I_T = I_1 + I_2 + I_3 \dots$$

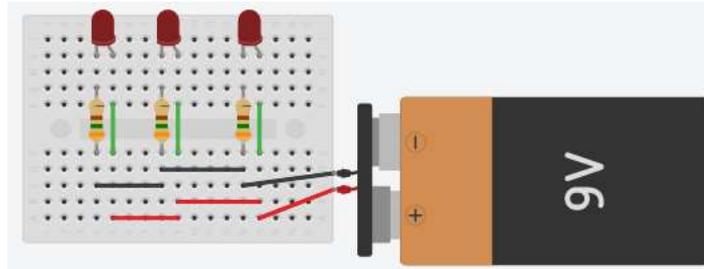
RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS

- Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido diretamente com o Multímetro na função Ohmímetro?
- Quando os LED estão associados em paralelo a corrente elétrica é a mesma em cada um?
- E a DDP (Tensão)?
- Ao retirar ou queimar um dos LED o que acontece com os demais no circuito?
- Considerando que os LED sejam da mesma cor, o brilho deles é o mesmo no circuito?

AGORA FAÇA OS MESMOS PROCEDIMENTOS ACIMA, SÓ QUE USANDO O TINKERCAD.

Monte na placa protoboard o circuito de acordo com o esquema a seguir:

Imagem (11): Circuito em paralelo construído Tinkercad



Fonte: O Autor.

Escolha 03 LED 350 Ohm do mesmo tamanho e cor.

Conecte os LED nos furos da placa protoboard seguindo a configuração da imagem (11)

Depois conecte um resistor na mesma trilha em série com o terminal menor (catodo) para cada um dos LED.

No outro terminal maior (ânodo) dos LED conecte um fio em um dos furos da trilha de modo que fique em série com o LED.

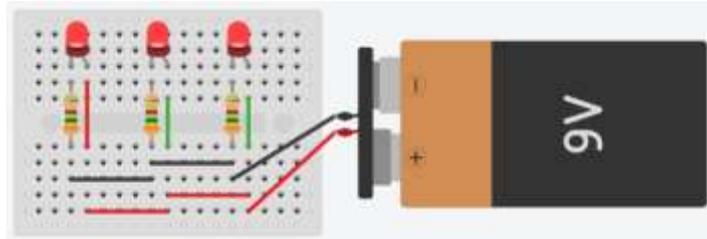
Conecte, também, INTERLIGANDO os fios saindo do resistor do LED1 ao furo na placa logo abaixo do resistor do LED2. Do resistor do LED2 conecte ao resistor do LED3.

Em seguida faça o mesmo para o fio que sai do terminal maior do LED1 (ânodo) ao LED2 e depois ao LED3 colocando nos furos mais abaixo na placa conforme a imagem (11) de modo que não fique em furos na mesma trilha com os fios negativos (catodo).

E por fim, conecte o fio negativo do suporte da bateria em um dos furos dos fios que interligam os resistores (ânodo) e, depois conecte o fio negativo da bateria em um dos furos dos fios que interligam o LED (catodo) de modo que fiquem em série.

Após terminar a montagem do circuito elétrico inicie a simulação e verifique se os LED acenderam.

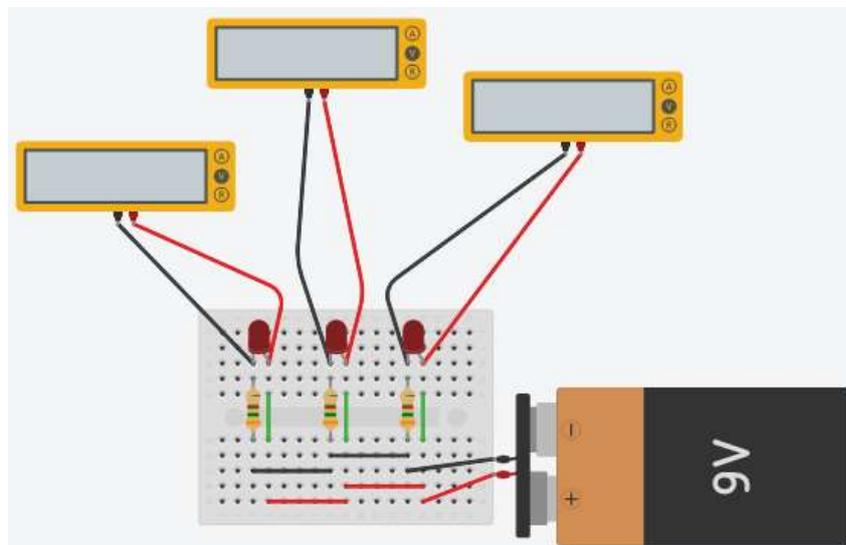
Imagem (12): Circuito em execução no Tinkercad.



Fonte: O Autor.

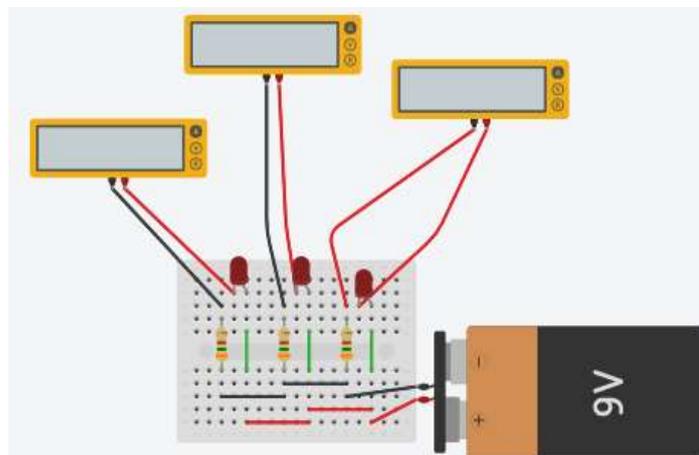
Realize as medidas de DDP, Resistencia e corrente elétrica no circuito.

Imagem (13): Esquema realização medição tensão.



Fonte: O Autor.

Imagem (14): Esquema realização medição corrente



Fonte: O Autor.

Preencha a tabela a seguir:

	1	2	3	Total
U (V)				$U_T =$
I (mA)				$I_T =$

Determine a resistência elétrica do circuito utilizando as equações:

$$U = R \cdot I ; \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots ; I_T = I_1 + I_2 + I_3 \dots$$

Os valores encontrados na simulação foram os mesmos do experimento? (Justifique)

ASSOCIAÇÃO MISTA.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL: Como funciona a organização do circuito elétrico realizado nas residências para que funcionem independentes?

Materiais utilizados.

- 03 Resistores de 330Ω ou $1K\Omega$;
- 03 LED's Vermelho
- 01 Placa Protoboard;
- 01 Bateria de 9V;
- 01 Clipe para bateria;
- Fios
- Multímetro

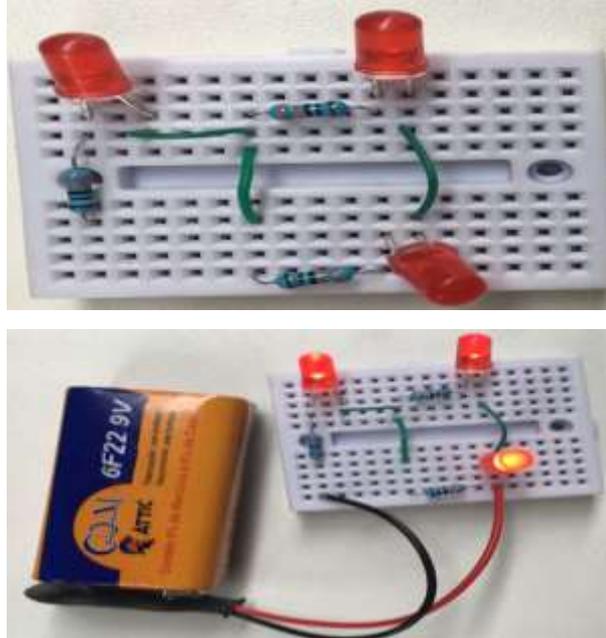
Imagem (15): Materiais utilizados no experimento.



Fonte: O Autor.

Monte na placa protoboard o circuito de acordo com o esquema a seguir:

Imagem (16): Circuito Misto



Fonte: O Autor.

Monte o circuito conforme a imagem. Comece primeiro conectando o LED1 nas trilhas da placa protoboard. Em seguida conecte o resistor R1 na perna menor (catodo) do LED1. Respeitando a polaridade do mesmo. Em seguida conecte um fio na perna maior (anodo) do LED1 em um dos furos da placa.

Agora, no fio saindo do terminal maior (anodo) do LED1 conecte em uma das extremidades do resistor R2 (Não tem polaridade) e na outra extremidade do resistor conecte em um dos furos da placa de modo que fique em série como terminal menor (catodo) do LED2 e, posterior, no outro terminal maior (anodo) do LED2 conecte um fio até um dos furos da placa ficando em série com o terminal maior (anodo) do LED3 e no outro terminal menor (catodo) conecte o resistor R3 em um dos furos da placa.

Para finalizar conecte a bateria de 9V ao suporte. Depois conecte o fio do positivo da bateria a um dos furos da placa de modo que fique em série com o terminal maior (anodo) do LED3. O outro fio negativo da bateria conecte em série com o resistor R1.

Caso os LED não acendam, verifique a polaridade dos LED se foram conectados corretamente e as suas posições nas placas a fim de que tenha completado o circuito.

Realize as medidas de DDP, resistência equivalente e corrente elétrica no circuito no LED1, LED2, LED3

Preencha a tabela a seguir:

	1	2	3	Total
U (V)				$U_T =$
I (mA)				$I_T =$
R (Ω)				$R_{Eq} =$

Determine a corrente elétrica que passa no LED1 e LED2 e verifique se corresponde com o valor encontrado com Multímetro no circuito:

Utilize as equações abaixo

$$U = R \cdot I ; \quad \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{2}{R_2} + \frac{3}{R_3} \dots ;$$

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS.

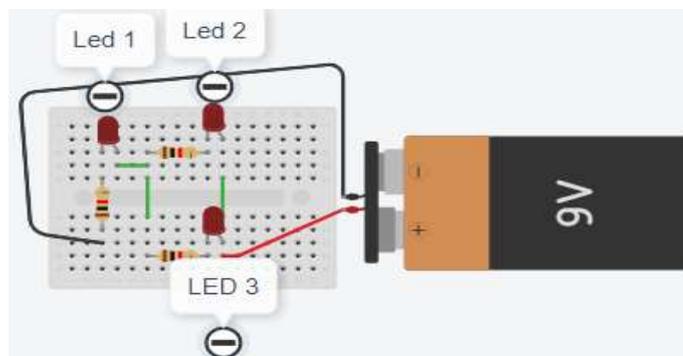
a) No circuito esquematizado qual dos LED brilhará com mais intensidade? Justifique fisicamente sua resposta.

b) O que acontece com o brilho dos LED se retirarmos o LED3? Justifique usando-se de conceitos Físicos sua resposta.

AGORA FAÇA OS MESMOS PROCEDIMENTOS ACIMA, SÓ QUE USANDO O TINKERCAD.

Monte na placa protoboard o circuito de acordo com o esquema a seguir:

Imagem (17): Circuito Misto no Tinkercad



Fonte: O Autor.

Monte o circuito conforme a imagem. Comece primeiro conectando o LED1 nas trilhas da placa protoboard. Em seguida conecte o resistor R1 no terminal menor (catodo) do LED1.

Respeitando a polaridade do mesmo. Em seguida conecte um fio no terminal maior (anodo) do LED1 em um dos furos da placa.

Agora, no fio saindo do terminal maior (anodo) do LED1 conecte em uma das extremidades do resistor R2 (Não tem polaridade) e na outra extremidade do resistor conecte em um dos furos da placa de modo que fique em série com o terminal menor (catodo) do LED2 e, posterior, no outro terminal maior (anodo) do LED2 conecte um fio até um dos furos da placa ficando em série com o terminal maior (anodo) do LED3 e na perna outro terminal menor (catodo) conecte o resistor R3 em um dos furos da placa.

Para finalizar conecte a bateria de 9V ao suporte. Depois conecte o fio do positivo da bateria a um dos furos da placa de modo que fique em série com o terminal maior (anodo) do LED3. O outro fio negativo da bateria conecte em série com o resistor R1.

Caso os LED não acendam, verifique a polaridade dos LED se foram conectados corretamente e as suas posições nas placas a fim de que tenha completado o circuito.

Realize as medidas de DDP, resistência equivalente e corrente elétrica no circuito no LED1, LED2, LED3

Preencha a tabela a seguir:

	1	2	3	Total
U (V)				$U_T =$
I (mA)				$I_T =$
R (Ω)				$R_{Eq} =$

Determine a corrente elétrica que passa no LED1 e LED2 e verifique se corresponde com o valor encontrado com Multímetro no circuito:

Utilize as equações abaixo

$$U = R \cdot I ; \quad \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{2}{R_2} + \frac{3}{R_3} \dots ;$$

Os valores encontrados na simulação foram os mesmos do experimento? (Justifique).

Responda o questionário no link: <https://forms.gle/h5Fs61ymGYDLYrgLA>

REFERÊNCIAS:

MATTEDE, Henrique; Diferenças entre circuito série e paralelo. Mundo da Elétrica, Belo Horizonte, 2014. <https://www.mundodaeletrica.com.br/diferencas-entre-circuito-serie-e-paralelo/>. Acessado em 02/09/2021

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, beatriz; Física 3, ensino médio. Circuitos elétricos de corrente contínua; 1 ed. São Paulo: Scipione, 2006.

5.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 05: CONTROLANDO O BRILHO DO LED E A ROTAÇÃO DO MOTOR UTILIZANDO-SE DE UM POTENCIÔMETRO E UM LDR.

Julio Cordeiro Guimarães
julio.guimaraes@sou.unifal-mg.edu.br

RESUMO

A energia elétrica gerada nas usinas é muito importante para o funcionamento dos aparelhos eletrônicos que são dispositivos que transformam energia elétrica em alguma outra forma de energia. Podemos citar como exemplos um motor elétrico que transforma energia elétrica em energia mecânica de rotação, em nossos chuveiros a energia elétrica é transformada em energia térmica, o aparelho de som transforma eletricidade em energia sonora entre outros. Nessa sequência didática vamos estudar uma importante característica dos aparelhos que é a potência elétrica que eles possuem, que é capacidade de transformar, em determinado tempo a energia elétrica que recebe, em outro tipo de energia.

Em dias que a temperatura ambiente está mais alta, os chuveiros devem ser colocados na posição verão, pois em razão da água estar mais aquecida naturalmente, o chuveiro necessita de menos energia elétrica para que tenhamos um banho confortável termicamente. Nos dias em que as temperaturas estão mais baixas, para que o chuveiro mantenha a água a uma temperatura ideal para o banho, ele precisa ser colocado na posição inverno, consumindo ainda mais energia elétrica da rede no mesmo intervalo de tempo.

Diante disso vamos trabalhar esses conceitos procurando mostrar a validade das mesmas e como funcionam com experimentos simples e com simulações através do Tinkercad, para demonstrar e compreendermos os conceitos elencados.

Palavras-chave: Ensino de Física; Corrente Elétrica; Experimentos Reais; Simulações Computacionais; Potência elétrica.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais há evidências de que principalmente nas escolas públicas o estudante vem tendo grandes dificuldades em assimilar de forma significativa alguns conceitos que são estudados em Física, devido à pouca quantidade de aulas oferecidas e a falta de um laboratório ou mesmo um espaço adequado que possa unir a teoria à prática, dificultando a construção do

conhecimento pelo estudante. Percebe-se, em vários autores da área, que a maioria dos professores usam apenas giz e quadro para expressar conceitos de maneira simples em sala de aula, o que não é mais, ou talvez nunca tenha sido o suficiente para a verdadeira aprendizagem significativa por parte dos estudantes, pois não aguça a sua curiosidade tornando-os desmotivados em aprender e, notadamente, não o envolve na edificação dos conceitos tratados nas aulas, matematizando de forma acentuadas todo o conteúdo ali tratado. Lembrando que os cálculos também são importantes, porém não podem ser a única forma de aprendizado. Diante desse cenário propomos a elaboração e aplicação de algumas sequências didáticas oportunizando ao professor e seus estudantes a construção dos seus próprios aparatos experimentais além de assegurar a criação de hipóteses ao utilizarem-se de simulações computacionais de forma articulada a estes experimentos, consolidando a unidade curricular de Eletrodinâmica.

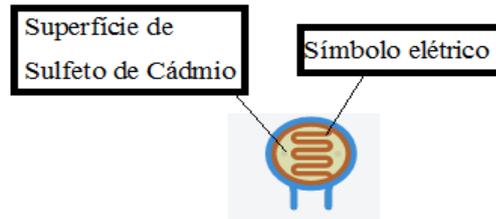
Esta sequência didática visa conceituar potência elétrica. Nela procuramos planejar de forma a minimizar o tempo para explicações expositivas, e procuramos priorizar as atividades com a participação ativa dos estudantes, utilizando experimentos simples que todos possam fazer em casa ou em sala de aula.

Iremos ver como funcionam os reostatos que é um dispositivo que tem como função variar a resistência do circuito elétrico, conseqüentemente aumentando ou diminuindo a intensidade da corrente que passa pelo circuito, de acordo com o desejável. Esses dispositivos podem variar a sua forma ou suas dimensões e podem ser classificados de duas formas:

Varição contínua: o reostato de variação contínua, denominado de potenciômetro, possui resistências que podem assumir qualquer valor entre zero e um determinado valor máximo especificado. Ele é constituído por um condutor com determinado comprimento ℓ e um cursor que pode se mover ao longo do condutor. Ao mudar a posição do cursor muda-se o comprimento do fio e conseqüentemente altera o valor da resistência elétrica. Varição descontínua: o reostato de variação descontínua só pode assumir valores de resistências pré-determinadas pelo fabricante durante a sua produção.

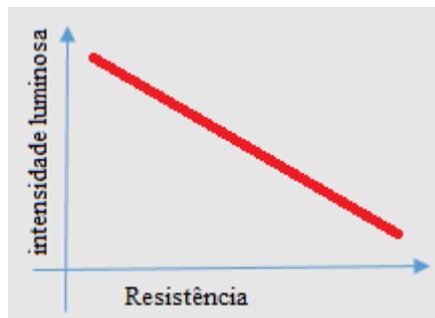
Usaremos nas nossas SD o Fotorresistor que são dispositivos fotoelétricos que variam muito a sua resistência elétrica com a variação da intensidade da luz nele incidente (de dezenas de ohms até milhões de ohms), possuem uma superfície de Sulfeto de Cádmio (CdS) que tem sua resistência elétrica dependente da quantidade de luz incidente. São também conhecidos como LDR (Light Dependent Resistor), fotocélula, célula foto condutora, ou ainda, dispositivo do "olho eletrônico".

Figura (1): Características Fotoresistor LDR



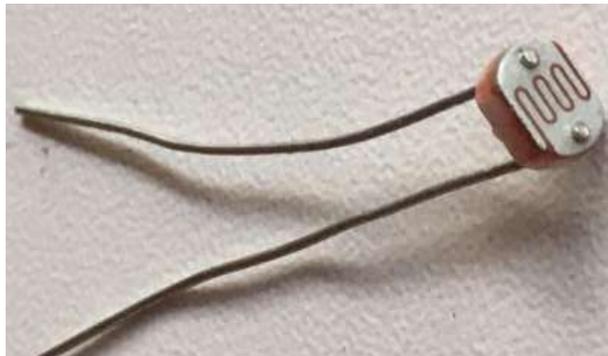
Fonte: O Autor.

A curva característica desse componente nos mostra que sua resistência cai à medida que a intensidade de luz aumenta. A figura abaixo ilustra a curva característica de um LDR comum.



A grande vantagem do uso de LDRs como sensores fotoelétricos é que eles podem operar com correntes relativamente altas, sendo muito sensíveis, o que simplifica o projeto de seus circuitos. No entanto, a desvantagem é a velocidade de resposta. LDRs são sensores lentos que não operam em velocidades acima de dezenas de Khertz (lê-se quilohertz). Podemos destacar também que a curva de resposta do LDR está muito próxima da curva de resposta do olho humano, o que permite sua operação com fontes de luz convencionais, como luz ambiente, lâmpadas incandescentes, lâmpadas fluorescentes, eletrônicos e LEDs usuais de diversas cores. A figura abaixo ilustra um LDR que utilizaremos:

Figura (2): Fotoresistor LDR



Fonte: O Autor.

Também usaremos um potenciômetro, que é um resistor de alta precisão com um *shunt* (desvio) que permite que o valor da resistência seja alterado pelo movimento do eixo. É um componente eletrônico que impõe um limite à corrente que passa por ele, esse limite pode ser ajustado manualmente e pode ser aumentado ou diminuído. Potenciômetros e resistores servem para restringir o fluxo de corrente em um circuito, a diferença é que um potenciômetro pode ajustar sua resistência enquanto um resistor normal não pode, porque tem um valor de resistência fixo. Os potenciômetros geralmente possuem três terminais e um eixo giratório para ajustar sua resistência, são frequentemente usados para controle de volume de equipamentos de áudio, controle de posicionamento em controle de videogame e controle de brilho e contraste de telas LCD. O valor da resistência de um potenciômetro é medido em ohms, geralmente a resistência relatada em um potenciômetro é sua resistência máxima, por exemplo, se você comprar um de 10k ohm, 10k ohm é sua resistência máxima e teoricamente pode variar de 0 a 10k ohm. Abaixo segue o modelo potenciômetro que usaremos em nosso trabalho.

Figura (3): Potenciômetro



Fonte: O Autor.

Vamos utilizar o TINKERCAD nas nossas sequências que é um aplicativo idealizado pela Fundação Autodesk. O Tinkercad é um software gratuito que possui várias funções, podendo ser utilizado como um software de modelagem, para verificar tamanhos de objetos em 3D, entender sobre alguns componentes eletrônicos, dentre outras funções. Embora ele seja um software ideal para quem está iniciando no ramo de modelagem 3D, não deixa a desejar quando utilizado por usuários avançados que buscam uma solução rápida para pequenas mudanças. O principal ponto positivo do Tinkercad é uma composição de formas mais complexas utilizando formas geométricas mais simples. Além disso, o software permite adicionar componentes eletrônicos pré-modelados em tamanho real em sua modelagem, proporcionando agilidade e muito mais eficiência ao seu projeto.

METODOLOGIA

POTÊNCIA

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL: Como podemos controlar a velocidade de um ventilador de teto?

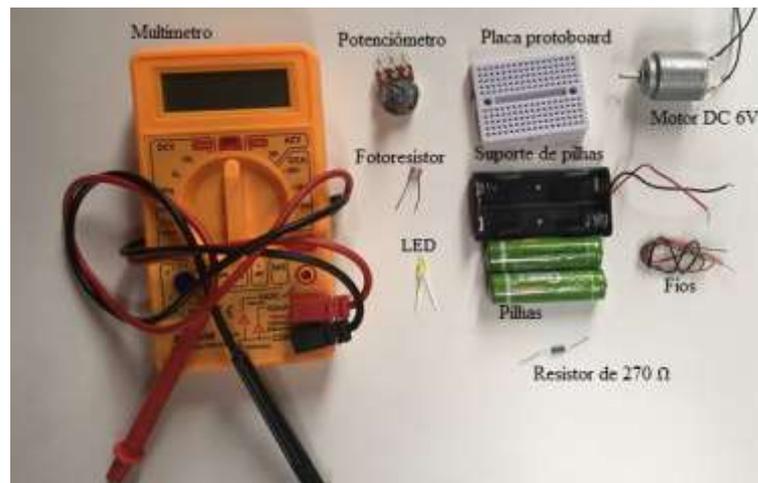
Ou como controlo o volume do som do aut falante de meu smartphone?

Ou qual a função do seletor de temperatura no chuveiro de minha casa?

Materiais utilizados:

- 01 Potenciômetro (Resistor variável)
- 01 Resistor de 270 Ω
- 01 Motor DC 6V
- 01 LED – amarelo
- 02 Pilhas
- 01 Suporte de pilhas
- Fios
- 01 Placa protoboard
- 01 Fotorresistor (LDR)
- Multímetro

Imagem (1): Matérias utilizados no experimento.

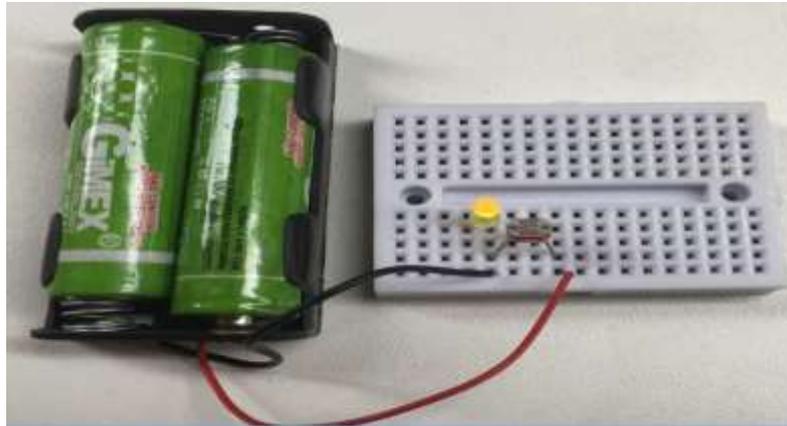


Fonte: O Autor.

EXPERIMENTO 1:

Monte na placa protoboard o circuito de acordo com o esquema a seguir:

Imagem (2): Circuito Misto



Fonte: O Autor.

Faça a montagem do experimento como descrito abaixo:

Para dar início a montagem, pegue o LED e conecte na placa protoboard de modo que o terminal menor (catodo) fique a sua esquerda e o terminal maior (anodo) a sua direita, na primeira linhada placa, conforme imagem (2).

Em seguida, conecte o resistor na mesma trilha do terminal maior (anodo) e depois conecte a outra ponta do resistor ao furo da placa saltando uns três furos, mantendo na mesma direção, formando uma ponte.

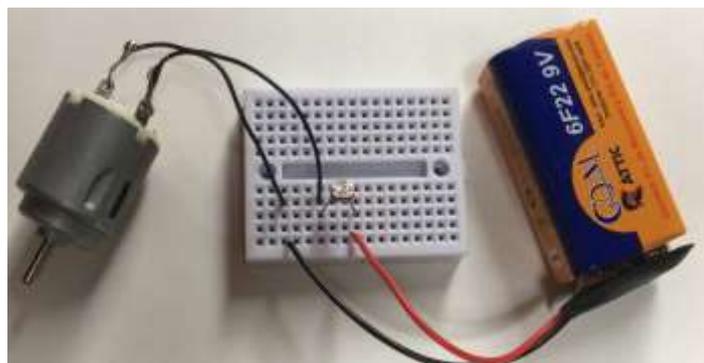
Na mesma trilha do resistor conecte o fio vermelho da bateria.

Na mesma trilha do terminal menor (catodo), conecte o fio preto da bateria.

Agora tampe o resistor de várias maneiras e verifique o que está acontecendo com o LED.

EXPERIMENTO 2:

Imagem (3): Circuito Misto



Fonte: O Autor.

Agora, vamos realizar a ligação do motor. Usando o experimento 1, substitua o LED pelo motor ligando o fio preto a esquerda e o vermelho a direita nas mesmas trilhas onde estavam o LED, conforme a imagem (3). Substitua a Bateria de 3 v por uma bateria de 9 Volts.

Após a realização da montagem conforme descrito acima, você vai verificar que o motor estará funcionando. Tampe o resistor de várias maneiras e verifique o que está acontecendo com o motor.

Realize as medidas de corrente elétrica que circula no motor.

Depois realize a medida da queda de Tensão no motor quando você tampa o resistor (escurece) e complete a tabela abaixo:

	Motor circulando	Com o resistor no escuro
U (V)		
I (mA)		

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS

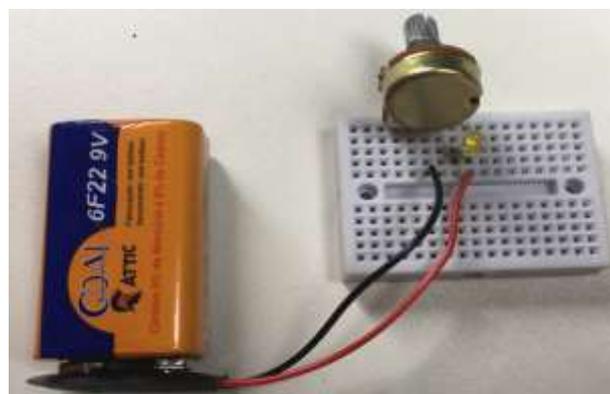
a) O que ocorre com a velocidade do motor quando você tampa o resistor?

b) Sabendo que Potência é igual a tensão vezes a corrente ($P = U \cdot i$) e conhecendo a corrente que circula pelo circuito qual é a potência dissipada pelo LED?

EXPERIMENTO 3:

Monte na placa protoboard o circuito de acordo com o esquema a seguir:

Imagem (4): Circuito Misto



Fonte: O Autor.

Faça a montagem do experimento como descrito abaixo:

Para dar início a montagem, pegue o LED e conecte na placa protoboard de modo que o terminal menor (catodo) fique a sua esquerda e o terminal maior (anodo) a sua direita, na segunda linha da placa, conforme imagem (4).

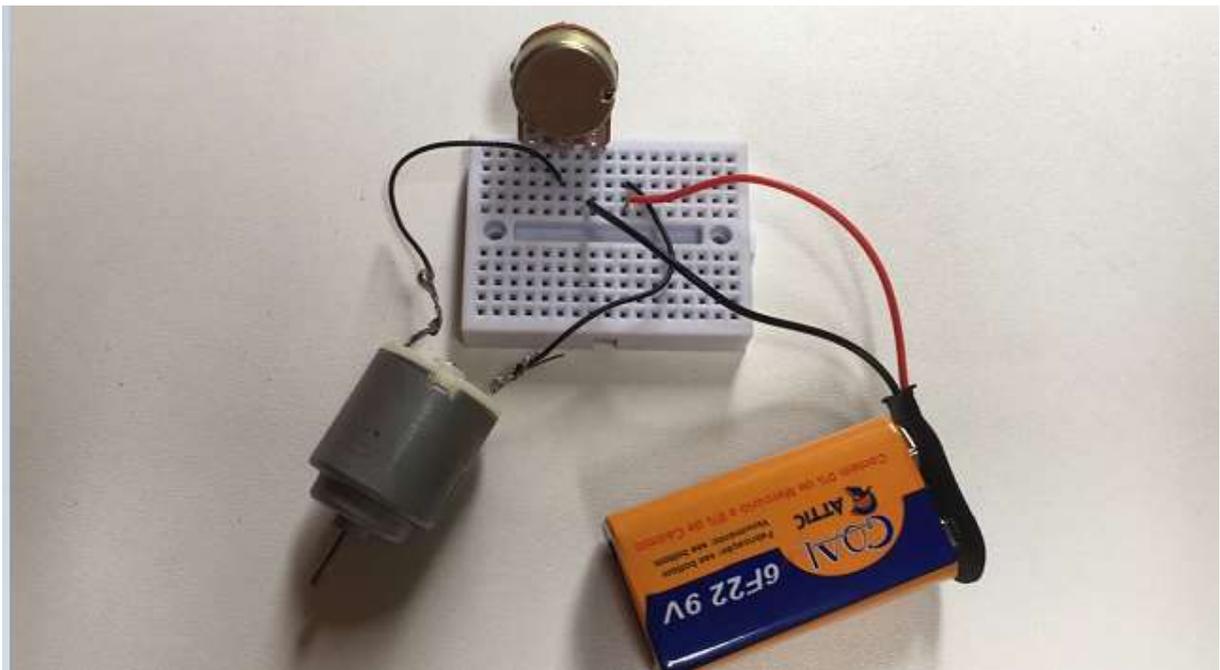
Agora, vamos realizar a ligação do Potenciômetro, ligando o seu terminal a direita na mesma linha do terminal maior (anodo) do LED. Agora ligue o fio preto da bateria na mesma linha do terminal central do Potenciômetro e o fio vermelho na mesma linha do terminal maior (anodo) do LED.

Gire o potenciômetro e observe o que acontece com o LED.

EXPERIMENTO 4:

Monte na placa protoboard o circuito de acordo com o esquema a seguir:

Imagem (5): Circuito Misto



Fonte: O Autor.

Faça a montagem do experimento como descrito abaixo:

Para dar início a montagem, pegue o Potenciômetro e conecte na placa protoboard conforme imagem (5).

Agora, vamos realizar a ligação da bateria ligando o fio preto na mesma linha do terminal central do potenciômetro e o fio vermelho na próxima linha a direita.

Agora vamos ligar o motor. Conecte um terminal do motor na mesma linha do lado direito do terminal do potenciômetro e o outro terminal do motor na mesma linha do fio vermelho da bateria.

Após a realização da montagem conforme descrito acima, você vai verificar que o motor estará funcionando. Gire o potenciômetro e verifique o que está acontecendo com o motor.

Realize as medidas de corrente elétrica que circula no motor, com o potenciômetro em posições diferentes.

Realize a medida da queda de Tensão no motor quando você gira o potenciômetro e anote o valor na tabela em duas posições diferentes.

	Posição 1	Posição 2
U (V)		
I (mA)		

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS

- a) O que ocorre com a velocidade do motor quando você gira o potenciômetro?
- b) Sabendo que Potência é igual a tensão vezes a corrente ($P = U \cdot i$) e conhecendo a corrente que circula pelo circuito qual é a potência dissipada pelo motor?
- c) O chuveiro de uma residência fica ligado durante meia hora por dia na posição inverno, cuja potência é 5.400W. Caso uma pessoa acostumada a utilizar o chuveiro resolve economizar energia e passa a utilizá-lo apenas por 15 minutos e na posição verão, quando a potência é 3.000 W, qual será a economia de energia elétrica dessa residência durante um mês? Observação:

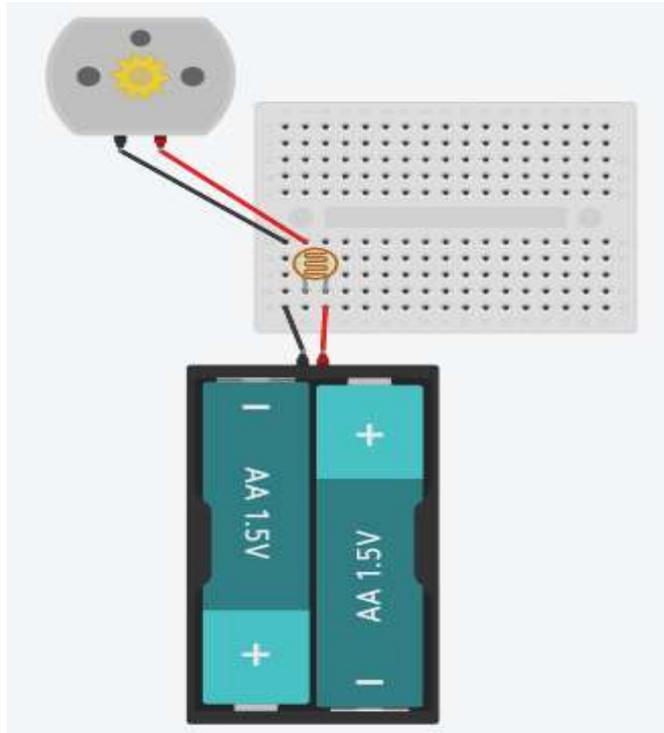
$$P = \frac{E}{t}$$

A geração de energia elétrica através da luz se dá pelo uso de células fotossensíveis, chamadas de células solares fotovoltaicas. As células fotovoltaicas em geral são constituídas de materiais semicondutores, com características cristalinas e depositadas sobre sílica. Essas células, agrupadas em módulos ou painéis, compõem os painéis solares fotovoltaicos (figura abaixo – que pode ser construída no Tinkercad).

SIMULAÇÃO 2

Faça a montagem do circuito conforme figura abaixo:

Imagem (8): Circuito Misto



Fonte: O Autor.

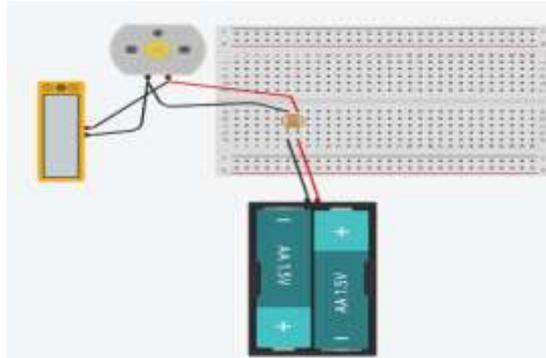
Após a realização da montagem conforme descrito acima, você vai verificar que o motor estará funcionando. Altere o brilho do resistor de várias maneiras diferentes e observe o que está acontecendo com o motor. O que você observou?

Realize as medidas de corrente elétrica que circula no motor.

Depois realize a medida da queda de Tensão no motor quando você altera o brilho do resistor e complete a tabela abaixo:

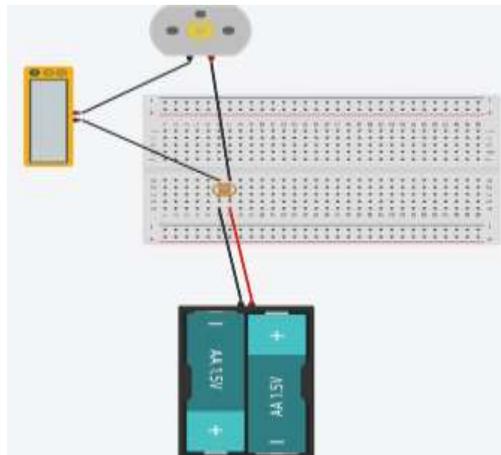
	Motor circulando	Com o resistor tampado
U (V)		
I (mA)		

Imagem (9): Esquema de medição tensão no motor.



Fonte: O Autor.

Imagem (10): Esquema medição corrente no circuito.

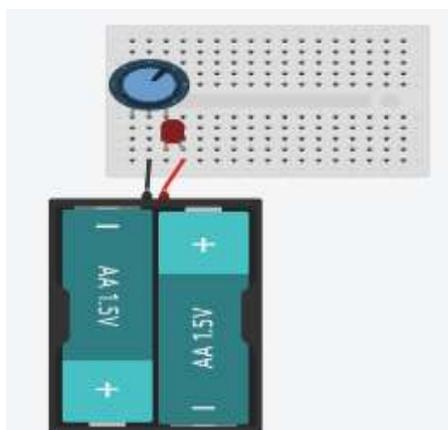


Fonte: O Autor.

SIMULAÇÃO 3

Faça a montagem do circuito conforme figura abaixo:

Imagem (11): Circuito Misto



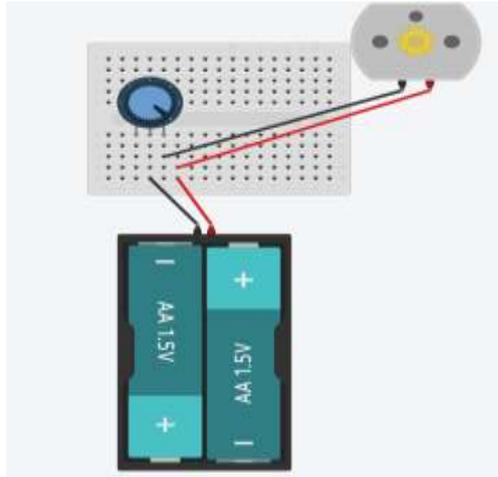
Fonte: O Autor.

Gire o potenciômetro e observe o que acontece com o LED.
O que você observou?

SIMULAÇÃO 4

Faça a montagem do circuito conforme figura abaixo

Imagem (12): Circuito Misto



Fonte: O Autor.

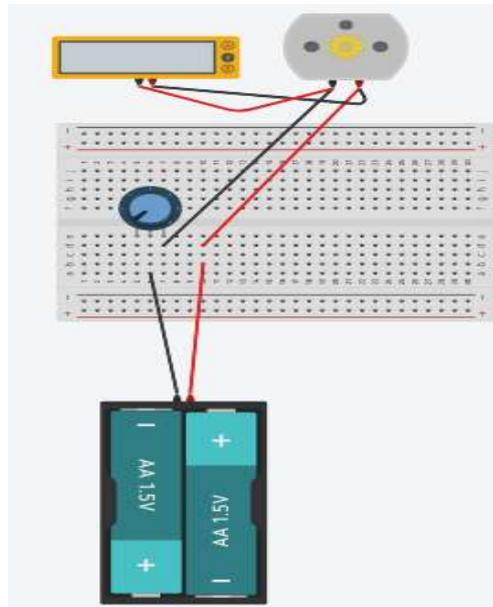
Após a realização da montagem conforme descrito acima, você vai verificar que o motor estará funcionando. Gire o potenciômetro e verifique o que está acontecendo com o motor.

Realize as medidas de corrente elétrica que circula no motor, com o potenciômetro em posições diferentes.

Realize a medida da queda de Tensão no motor quando você gira o potenciômetro e anote o valor na tabela em duas posições diferentes.

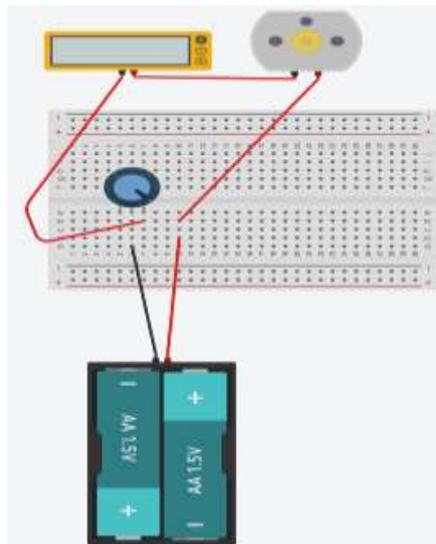
	Posição 1	Posição 2
U (V)		
I (mA)		

Imagem (13): Esquema para medição tensão no motor



Fonte: O Autor.

Imagem (14): Esquema para medição corrente no motor



Fonte: O Autor.

RESPONDA EM POUCAS PALAVRAS

- O que ocorre com a velocidade do motor quando você gira o potenciômetro?
- Sabendo que Potência é igual a tensão vezes a corrente ($P = U \cdot i$) e conhecendo a corrente que circula pelo circuito, qual é a potência dissipada pelo motor?

Responda o questionário no link: <https://forms.gle/Eni9qnkUX2e7PeYP9>

REFERÊNCIAS:

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, beatriz; Física 3, ensino médio. Potência em um elemento do circuito; 1 ed. São Paulo: Scipione, 2006.

<http://www.comofazeracoisas.com.br/potenciometro-o-que-e-para-que-serve-e-como-funciona.html>

WENDLING, Marcelo. Sensores. **Universidade Estadual Paulista. São Paulo**, v. 2010, p. 20, 2010.

6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Física é uma Unidade Curricular que possui inúmeras aplicações práticas na vida cotidiana das pessoas, mesmo nas atividades mais simples. No entanto, muitas vezes é percebida como algo complexo e de difícil compreensão.

Facilitar o processo de ensino da Física é um desafio complexo, porém, é dever do professor buscar constantemente inovações pedagógicas, informações atualizadas e recursos experimentais que promovam o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes e os ajudem a perceber a relevância da Física em seu dia a dia. Adquirir conhecimento na disciplina é de suma importância, e o uso de experimentos de baixo custo desempenha um papel fundamental ao aproximar o conteúdo dos estudantes, contextualizando o que deve ser aprendido e tornando as aulas ainda mais dinâmicas.

No entanto, o ensino experimental de Física vai além de simplesmente promover a aquisição de conhecimento; ele também desempenha um papel crucial ao abordar as diferentes dimensões do conhecimento escolar. Isso significa que as atividades desenvolvidas em laboratório devem se relacionar não apenas com os elementos específicos dos conteúdos, mas também com questões sociais, humanas, éticas, culturais e tecnológicas presentes na sociedade contemporânea. Portanto, para o ensino de Física por meio de experimentos, os professores precisam ter uma visão abrangente e diversificada, explorando os diversos campos nos quais essa ciência se insere. Isso demonstra que, no ensino, especialmente no ensino experimental, os limites não estão restritos aos conteúdos curriculares, mas se estendem para além deles, buscando inserir o indivíduo na sociedade de forma ampla.

Embora as simulações computacionais sejam uma ferramenta poderosa para o ensino de Física, é crucial lembrar que elas não podem substituir completamente a experimentação real. Os experimentos reais oferecem aos estudantes a oportunidade de realizar observações diretas dos fenômenos estudados, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada do assunto. Além disso, a experimentação real permite que os estudantes confrontem as previsões teóricas com os resultados experimentais, estimulando a reflexão crítica e a análise dos dados obtidos. Os experimentos reais também são fundamentais para ensinar conceitos essenciais, como medidas, erros experimentais e interpretação de dados.

No entanto, é importante destacar que a experimentação real pode envolver riscos, como a manipulação de equipamentos perigosos ou a exposição a substâncias tóxicas. Em vista disso, os professores devem adotar medidas de segurança adequadas e orientar os estudantes sobre as precauções necessárias durante a realização dos experimentos.

Durante a intervenção pedagógica percebeu-se que a experimentação real permitiu que os estudantes tivessem contato direto com os fenômenos físicos de Eletrodinâmica, proporcionando uma experiência sensorial e perceptiva única. Através de experimentos práticos, eles podem observar e manipular objetos e medidores, aferir grandezas, realizar registros e obter resultados reais. Essa abordagem promoveu uma compreensão mais profunda dos conceitos físicos, permitindo que os estudantes envolvidos testassem e verificassem as teorias estudadas em sala de aula. Além disso, a experimentação real incentivou o pensamento crítico, o trabalho em equipe e o desenvolvimento de habilidades práticas.

Do outro lado, mas não tão distante, as simulações computacionais permitiram aos estudantes complementar a experimentação real. Elas revelaram aos estudantes a possibilidade de explorarem fenômenos físicos de forma virtual, realizando experimentos virtuais em um ambiente controlado e interativo como o TINKERCAD. As simulações construídas pelos estudantes, com o apoio da SD, ofereceram uma oportunidade de manipular variáveis, observar os efeitos das mudanças nos parâmetros e analisar os resultados de maneira visual e quantitativa. Essa interação permitiu uma exploração mais abrangente e flexível de diferentes situações dos conceitos de Eletrodinâmica, mesmo aquelas que foram mais difíceis de reproduzir com os aparatos de baixo custo. Notou-se, em alguns momentos, que as simulações também oportunizaram a simplificação e visualização conceitos elétricos complexos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis aos estudantes.

Neste sentido, as atividades desenvolvidas na pesquisa apontaram elementos que apoiam o desenvolvimento de uma compreensão funcional dos conceitos e processos físicos, confrontando as concepções alternativas dos estudantes e explorando fenômenos que não são facilmente observáveis na realidade. Além disso, o uso articulado das simulações assegurou a concepção de um ambiente de modelagem poderoso que envolveu a representação, a manipulação e a análise de conceitos de Eletrodinâmica. A análise dos dados da pesquisa indica que tanto as simulações computacionais quanto a experimentação real são ferramentas importantes para o ensino de Física, sendo essencial utilizar essas abordagens de forma complementar, aproveitando as vantagens de cada uma e superando as limitações de ambas. O uso de simulações pode tornar o aprendizado mais interessante e intuitivo, enquanto a experimentação real permite aos estudantes realizar observações diretas dos fenômenos estudados e confrontar as previsões teóricas com os resultados experimentais.

Para finalizar ressaltamos que não compreendemos o uso das SD como um produto acabado. Ao longo do seu desenvolvimento e implantação, observamos vários aspectos que precisam ainda ser aprimorados. Nesta perspectiva deixamos como um desafio de trabalho

futuro, por exemplo, a extensão de alguns experimentos reais e também simuláveis com o uso do Tinkercad, uma maior diversificação de atividades e a inclusão de um sistema de navegação mais fluido para os estudantes e para o professor com a adoção do Google Forms, do Canvas ou até mesmo do Wufoo. Essas e outras melhorias no produto educacional estão substanciadas na utilização de novas tecnologias de ensino em aulas de Física como uma ferramenta auxiliar, um recurso a mais no processo de ensino/aprendizagem, devendo ser aliada aos demais recursos existentes. Ao propormos aos professores as orientações sobre o uso das SD, certificamos que cabe a ele a responsabilidade de dosar o tempo de uso de cada recurso e a criação de um ambiente que possibilite ao estudante perguntar, refletir, debater, pesquisar, tornando-se sujeito de seu processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, W. K.; PAULSON, A.; WIEMAN, C. E. **What Levels of Guidance Promote Engaged Exploration with Interactive Simulations?** PERC Proceedings, 2009.
- ADAMS, W. K. ; REID, S. ; LEMASTER, R. ; MCKAGAN, S. B. ; PERKINS, K. K. ; DUBSON, M.; WIEMAN, C. E. **A Study of Educational Simulations Part I - Engagement and Learning.** Journal of Interactive Learning Research, 19(3), pp. 397- 419, July 2008. (a)
- ALVES, Bianca MM; FERRAREZI, Rosivaldo. Uma revisão sobre conceitos e aplicação de indutores.
- ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao Laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n.2, p.174-188, ago. 2002.
- ALVES, Vagner Camarini; STACHAK, Marilei. A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: eletricidade. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, p. 1-4, 2005.
- ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2004, 4.3.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2000.
- BOCCHI, Nerilso; FERRACIN, Luiz Carlos; BIAGGIO, Sonia Regina. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. *Química Nova na escola*, v. 11, n. 3, 2000.
- BROCKVELD, Marcos Vinícius Vanderlinde; TEIXEIRA, Clarissa Stefani; SILVA, Mônica Renneberg da. A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais. In: *Anais da Conferência ANPROTEC*. 2017.
- CERQUEIRA, Angelo. Física III-Corrente elétrica e resistência elétrica.
- COSTA, Luciano Gonsalves; BARROS, Marcelo Alves. O ensino de Física no Brasil: problemas e desafios. 2015. EDUCERE – XII Congresso Nacional de Educação. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf. Acesso em 13 jun. 2022
- DAMIANI, Magda Floriana; NEVES, Rita de Araújo. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. 2006.
- DOMINGUES, M. O. Introdução a programas físico-matemáticos livres. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 148-156, jun. 2003.
- DORNELES, P. F.T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I - circuitos

elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. vol.28 n.4, p. 487 - 496. São Paulo, 2006.

DORNELES, P. F. T. **Integração entre Atividades Computacionais e Experimentais como Recurso Instrucional no Ensino de Eletromagnetismo em Física Geral**. 2010. 367 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DORNELES, P. F. T. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus**. 2005. 142 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005

GAVASSA, R. C. F. B., et al. Cultura maker, aprendizagem investigativa por desafios e resolução de problemas na sme-sp (brasil). *FabLearn Org*, 2016, 1-9.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física, volume 3: eletromagnetismo. Jearl Walker: tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, p. 395, 2009.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

HELERBROCK, Rafael. "Efeito Joule"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/efeito-joule.htm>. Acesso em 10 de julho de 2021.

HENNESSY, S.; DEANEY, R.; RUTHVEN, K. *Situated expertise in integrating use of multimedia simulation into secondary science teaching*. **International Journal of Science Education**, London, v.28, n.7, p. 701-732, Jun. 2006.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. *The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century*. **Science Education**, New York, v. 88, n.1, 28-54, Jan. 2004.

JAAKKOLA, T.; NURMI, S. *Fostering elementary school students understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities*. **Journal of Computer Assisted Learning**, New York, v. 24, n. 4, p. 271-283, Aug. 2008.

LIMA, J. F.; NETO, J. M.; MARTINS, V.; PEREIRA, S. G. A.; MARTINS, C. A. P. S. Laboratório Virtual de Circuitos Elétricos. **Anais: XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Passo Fundo: RS, 2006.

MACEDO, H. T.; MACEDO, C. A. Propriedades mecânicas e geométricas de objetos homogêneos delgados e poligonais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 196-200, jun. 2002.

MATTEDE, Henrique; Diferenças entre circuito série e paralelo. Mundo da Elétrica, Belo Horizonte, 2014. <https://www.mundodaeletrica.com.br/diferencas-entre-circuito-serie-e-paralelo/>. Acessado em 02/09/2021

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, beatriz; Física 3, ensino médio. Corrente elétrica; 1 ed. São Paulo: Scipione, 2006.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga. O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2016, 16.1: 1-15.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. **Science Education**, 86, pp. 548-571, 2002.

PAULSON, A. ; PERKINS, K.; ADAMS, W. **How does the type of guidance affect student use of an interactive simulation?** Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res., in review, 2009.

PEDROSO, L. S. Articulação entre laboratório investigativo e virtual visando a aprendizagem significativa de conceitos de eletromagnetismo. 2014. 225. **Tese** (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014

PENA, Fábio Luís Alves; RIBEIRO FILHO, Aurino. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2009, 9.1.

PODOLEFSKY, N. S. ; PERKINS, K. K.; ADAMS, W. K. **Computer simulations to classrooms: tools for change.** Physics Education Research - Conference Proceedings. AIP Press, in review , 2010.

Prepara Enem Goiânia; 2021. <https://www.preparaenem.com/fisica/o-efeito-joule.htm>. Acesso em 10 de julho de 2021.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. *Revista Tecnologias na Educação*, 2018, 26.26: 6-20.

Revista Tecnologias na Educação – Ano 10 – Número/Vol.26 Edição Temática VIII – III Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2018) tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br

Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 23, no. 2, Junho, 2001

RONEN, M.; ELIAHU, M. Simulation: a bridge between theory and reality: the case of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, New York, v.16, n.1, p. 14-26, Mar.2000.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O papel da experimentação no ensino da Física. Porto Alegre: 2003, Faculdade de Física PUCRS, Cad.Bras.Ens.Fís., v.20, n.1: 30-42. Disponível em: http://www.paulorosa.docente.ufms.br/Pratica_III/Sere_Coelho_Nunes_O_papel_experimentacao.pdf Acesso em 13 jun. 2022

Show de Física. Instituto de Física da Universidade de São Paulo; 2021. <https://portal.if.usp.br/showdefisica/pt-br/node/332>. Acesso. Visitado em 29 de julho de 2021.

SILVA, José Nonailton Alves, et al. A experimentação como ferramenta motivacional no ensino de física. *Brazilian Journal of Development*, 2020, 6.12: 102473-102485.

SOUSA, V. C. B. de. A integração entre atividades experimentais e simulações computacionais para o ensino da física: levantamento de teses e dissertações nacionais no período de 2009 a 2019. 2021.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. "O que é resistência elétrica?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-resistencia-eletrica.htm>. Acesso em 01 de setembro de 2021.

VEIT, E. A., Modelagem computacional no Ensino de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2005, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Sociedade Brasileira de Física, São Paulo, 2005.

VYGOTSKY, Lev Semenovich, et al. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*, 1988, 10: 103-117.

YAMAMOTO, Issao; BARBETA, Vagner Bernal. Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2001, 23: 215-225.

YAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B. Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, Jun. 2001.

ZACHARIA, Z.; ANDERSON, O. R. The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics*, Melville, v.71, n. 6, p. 618-629, June. 2003.

ZACHARIA, Z. *Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. Journal of Computer Assisted Learning*, New York, v. 23, n. 2, p. 120-132, Apr. 2007.

ZACHARIA, Z.; OLYMPIOU, G.; PAPAEVRIPIDOU, M. *Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and temperature. Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 45, n. 9, p. 1021-1035, Nov. 2008.