

## **Demonstração experimental das leis de Faraday: uma abordagem qualitativa utilizando materiais do cotidiano**

### **Experimental demonstrativo of Faraday's law: a qualitative approach using daily materials**

DOI:10.34117/bjdv9n5-166

Recebimento dos originais: 18/04/2023

Aceitação para publicação: 18/05/2023

#### **Ilda Tavares Meneses**

Graduada em Física

Instituição: Instituto Federal de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho – RO

E-mail: ildatavares.93@gmail.com

#### **Ana Paula de Castro Stevens**

Graduada em Física

Instituição: Instituto Federal de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho – RO

E-mail: anapauladecastrostevens@gmail.com

#### **Éverton Feitosa dos Santos**

Mestre em Educação Escolar Profissional pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

Instituição: Instituto Federal de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho – RO

E-mail: evertonstark20@gmail.com

#### **Gabriel Marcos Rodrigues Barbosa**

Graduado em Física

Instituição: Instituto Federal de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho – RO

E-mail: gabriew.marcos72@gmail.com

#### **Hyorran Cristian Paes Ferreira**

Graduado em Física

Instituição: Instituto Federal de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho – RO

E-mail: hyorrancristian99@gmail.com

#### **Kenedy Daniel Calegari Furtado**

Graduado em Física

Instituição: Instituto Federal de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho – RO

E-mail: calegarikenedy@gmail.com

**Victor Esmite Barroso de Carvalho**

Graduado em Física

Instituição: Instituto Federal de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho – RO

E-mail: victoresmite@gmail.com

**Cléver Reis Stein**

Doutor em Física pela Universidade de Brasília (UnB)

Instituição: Instituto Federal de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho – RO

E-mail: clever.stein@ifro.edu.br

**RESUMO**

O presente artigo se pautou em apresentar uma proposta auxiliar para o ensino de Eletromagnetismo, com uma atitude teórica-metodológica baseada na construção de uma maquete para trabalhar a Lei de Faraday, também conhecida como lei da indução eletromagnética. As etapas seguidas nesse percurso iniciaram-se com um levantamento bibliográfico sobre a temática apresentada, em seguida descrevermos o processo de construção da maquete utilizando materiais de baixo custo e por fim discorreremos sobre nossos resultados alcançados. O desenvolvimento desse estudo buscou quebrar paradigmas entre Teoria e Prática, para que assim o docente possa repensar suas práticas e tente trazer ações que mobilizem os discentes para que suas experiências escolares possam ser combinadas com as práticas cotidianas.

**Palavras-chave:** eletromagnetismo, lei de Faraday, maquete.

**ABSTRACT**

This article was based on presenting an auxiliary proposal for the teaching of Electromagnetism, with a theoretical-methodological attitude based on the construction of a model to work the Faraday Law, also known as the law of electromagnetic induction. The steps followed in this journey began with a bibliographic survey on the theme presented, then we describe the process of construction of the model using low cost materials and finally we discuss our results achieved. The development of this study sought to break paradigms between Theory and Practice, so that teachers can rethink their practices and try to bring actions that mobilize students so that their school experiences can be combined with daily practices.

**Keywords:** electromagnetism, Faraday's law, model.

**1 INTRODUÇÃO**

A educação é um processo de transformação pelo qual todo o indivíduo inserido na escola passa, alguns com um grau maior e outros com um grau menor dependendo do contexto social que estiverem inseridos. Um dos meios de transformação do sujeito escolar pode ser através da curiosidade, e dentro do campo da Física temos uma área fértil para isso, afinal o processo educacional nesse campo pode gerar curiosidade em

compreender os fenômenos da natureza. Assim, como aponta Bezerra, Gomes, Melo e Souza (2009), a escola se torna um dos principais meios de disseminação dos conhecimentos físicos e que seu ensino deve priorizar o estímulo, a motivação e a aprendizagem significativa para que assim essa área de conhecimento possa superar sua imagem de difícil, complexa e não entendível.

Antes de prosseguirmos é relevante discutir sobre o avanço que aconteceu no ensino de Física, pois entendemos que isso é essencial para ajudar o docente a rever suas práticas e assim buscar novas que melhorem o processo de transformação dos alunos. A Física começou a ser lecionada no Brasil por meio dos jesuítas no período colonial, segundo Bezerra, Gomes e Souza (2009), a disciplina de Física durante o império era apresentada aos alunos no quinto ano do ensino secundário e que apenas 20% da carga horária total de estudo eram voltadas para a área de matemática e ciências. No período república foi que a educação apareceu como direito básico na constituição de 1934, logo a carga horária da área de ensino de ciências e matemática aumentou para 27,3% do total e em seguida aumentou para 33,3% após ocorrer a revolução em 1930.

Durante o primeiro Governo de Getúlio Vargas (1930-1945), a educação foi marcada pela luta ideológica entre duas correntes de pensamento: o movimento liberal renovador e os defensores da escola tradicional, sendo que a primeira defende a Escola Nova por meio de “uma educação laica, gratuita e para todos, sob a gerência de um Estado educador, e a segunda são defensores da escola tradicional sob o domínio da Igreja.” (QUEIROZ, 2016, p. 63). A maior influência para o movimento da Escola Nova no Brasil foi feita por meio do filósofo norte americano John Dewey, no qual defendia uma escola mais pragmática e menos clássica e suas ideias foram resumidas no documento intitulado Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, publicado em 1932. Tal documento, que foi assinado por grandes educadores nacionais, “configurou tema de debates que permearam as legislações educacionais a partir daí, e estiveram presentes, inclusive, nas discussões que culminaram com o primeiro projeto da primeira LDB brasileira.” (QUEIROZ, 2016, p. 64).

O currículo de Física chegou em nosso país na década de 1950 com por meio da Portaria nº 966, de 02 de outubro de 1951 e mesmo que já tivesse ocorrido algumas ideias de inovações na área de Ciências ao final da década de 1940, no que se refere a Física tais inovações focaram mais em questões de práticas experimentais, porém vale salientar que as atividades experimentais em muitos casos era algo que o professor não possuía preparo para realizar, além do que:

A prática experimental ficava em segundo plano no próprio currículo: Todas as vezes que o curso comportar a presença dos alunos no gabinete de física em horas extracurriculares, ser-lhes-á facultado o uso de aparelhos, bem como a execução dos seguintes trabalhos [apresenta uma lista de propostas de experimentos]. (QUEIROZ, 2016, p. 72).

Ainda sobre essa prática de atividades experimentais, Queiroz (2016) aponta que os antigos laboratórios escolares possuíam um acervo de materiais experimentais muito restrito, já que os mesmos além de caros eram de difícil aquisição e reposição, o que acabava fazendo com que a prática experimental se reduzisse apenas as demonstrações feitas pelos professores, e todo esse quadro acaba fazendo com que o currículo escolar na maioria das instituições educacionais fique restrito apenas ao uso dos livros didáticos.

Nos dias atuais a Física aparece transversalmente no ensino fundamental dentro da disciplina de Ciências, e somente a partir do 1º ano do ensino médio ela é ministrada como disciplina. Mesmo depois de tantas reformas no ensino brasileiro o nosso currículo ainda é denominado por uma concepção tradicional, no qual o currículo tem como principal intuito “transmitir informação, ao professor cabe apresentar a matéria de forma atualizada e organizada, com o objetivo de que o aluno assimile o conteúdo que lhe foi apresentado. (BEZERRA, GOMES, MELO E SOUSA, 2009, p. 3). Devido a esse quadro muitos autores entram em consenso que o ensino de Física deveria estar presente no currículo escolar desde a educação infantil, para que assim os discentes tenham acesso ao tipo de linguagem dessa área de conhecimento assim que entrarem em contato com o ambiente escolar.

A Física vai além dos muros da escola ela está presente em nosso cotidiano, segundo Almeida (2009) ela é uma ciência basicamente experimental e a partir do momento que sai da teoria e vai para a prática o conhecimento sobre determinado assunto se eleva, pois através do experimento faz-se análises, cálculos, comprovações, e isso desperta a curiosidade do aluno e os estimulam a buscar mais informações.

Acabamos por nos deparar então em uma reflexão crítica sobre a relação entre Teoria e Prática, afinal como diria Freire (2015) sem essa relação a teoria pode acabar por virar apenas um “blabláblá”, enquanto a prática viraria puro ativismo. Seguindo esse raciocínio chegamos ao papel do docente nesse processo educacional, cuja característica é realizar ações e interações entre os sujeitos da escola visando a construção de saberes voltados para as práticas sociais. Nesse aspecto não podemos visualizar o professor como aquele que seria o centro do processo de ensino e aprendizagem ou aquele que é detentor absoluto de todo o conhecimento, mas que esse processo envolve compartilhamento de

saberes e vivências, por isso Freire (2015, p. 25) lembra que “não há docência sem discência, as duas se explicam, e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar, e quem aprende ensina ao aprender”.

A relação teoria e prática na educação abrem caminhos epistemológicos, políticos, éticos e emancipatórios norteadores para a formação de sujeitos, que pensam a sociedade de forma coerente aos preceitos do ser mais, como possibilidade do educador/a e do educando/a. A proposta educativa de Paulo Freire vai ao encontro de uma sistemática inter-relação entre teoria e prática, apresentada como práxis pedagógica, segundo Fortuna (2015), a prática desperta no aluno um interesse de querer mais, aflora as ideais e vontade de trabalhar em conjunto, com isso o aprendizado fica mais fácil e mesmo para aqueles com dificuldade para assimilar determinado conteúdo consegue abstrair mais conhecimento.

Diante disso acaba por ser papel da escola formar cidadãos com pensamento crítico, afinal com o decorrer do tempo houve um aperfeiçoamento nas formas de pensar surgindo assim a necessidade de um sistema educacional que desenvolva o pensamento crítico nos alunos. Ensinar o aluno a ser crítico, segundo Gibert (2022, p. 16), significa: “examinar e testar proposições de qualquer tipo que forem expostas para serem aceitas, de modo a verificar se elas correspondem à realidade.”

Em decorrência desse pequeno recorte chegamos ao uso de atividades experimentais como estratégia no ensino de Física, tal estratégia tem sido apontado por professores e alunos como uma das melhores maneiras para minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 176). Limitar-se a sala de aula com apenas a teoria tem sido realidade de muitas escolas ao longo dos anos e isso acontece por inúmeros fatores, porém a partir do momento que a mesma consegue adaptar-se incluindo uma nova ferramenta de ensino que facilita a aprendizagem dos discentes com um resultado positivo tanto para instituição de ensino quanto para os alunos e professores percebe-se que as atividades experimentais além agregarem são de uma importância indispensável.

A experimentação também tem um papel primordial na formação de cidadãos mais críticos, pois quando tal atividade é desenvolvida em parceria com a contextualização, ou seja, levando em conta aspectos socioculturais e econômicos da vida do aluno, os resultados da aprendizagem poderão ser mais efetivos, sendo possível formar cidadãos capazes de participar da sociedade atual com maior compreensão e criticidade

(SANTOS, 1996). As aulas práticas ajudam no desenvolvimento de conhecimentos científicos, auxiliam o professor a construir com a ajuda dos alunos uma nova perspectiva sobre determinado tema, tirando suas dúvidas e tornando-os confiante e agente do seu próprio aprendizado.

Vale ressaltar que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta que devemos assegurar que os alunos tenham acesso à conhecimentos científicos que foram produzidos ao longo da história, bem como uma aproximação das principais práticas de investigação científica. Por isso é indispensável que eles sejam estimulados a realizarem atividades investigativas e que compartilhem os resultados entre si, mas isso não significa realizar atividades com etapas predefinidas ou se restringir a realização de experimentos em laboratórios, pelo contrário:

Pressupõe organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. Dessa forma, o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (BRASIL, 2018, p. 322).

A disponibilidade de materiais, equipamentos e espaços são elementos fundamentais para permitir a realização de atividades práticas, pois ainda que se tenha motivação tanto por parte do professor, quanto por parte do aluno e tempo para a preparação e para a realização das atividades práticas, sem os materiais, equipamentos e um espaço adequado, não haverá condições para a realização destas atividades. O envolvimento e o comprometimento dos responsáveis pela unidade de ensino é que garantirá a disponibilidade e a manutenção destes elementos, segundo Silva (2017), embora seja uma ferramenta essencial, as aulas experimentais passam por uma certa dificuldade de execução, montar um laboratório para essas aulas requer um orçamento que nem sempre as instituições conseguem. Uma das medidas adquiridas para a solução desse problema é a aquisição de materiais de baixo custo para a realização desses experimentos, além de ser acessível é uma maneira de envolver ainda mais o aluno na atividade proposta colaborando com a construção do conhecimento.

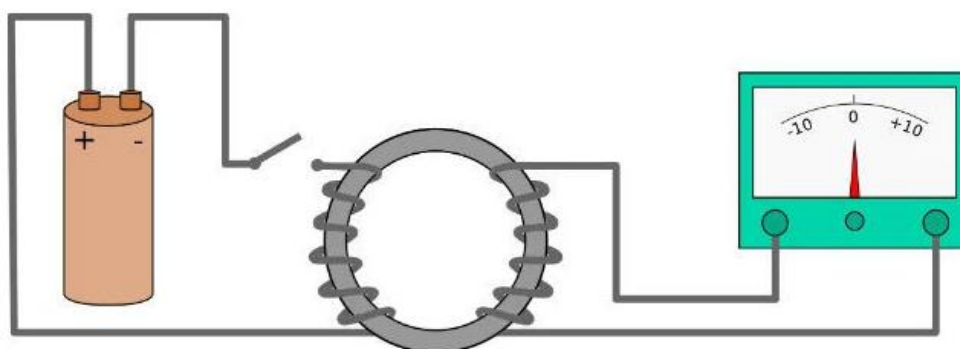
Um exemplo disso é o conhecimento sobre o eletromagnetismo, em específico a indução que é a junção do magnetismo e eletricidade. Como destaca Moysés (1997) as

aplicações do eletromagnetismo revolucionaram toda a tecnologia. Indústria, iluminação, transportes, computação, entretenimento, funcionam com base na energia elétrica. Diante disso apesar da falta de laboratórios e da necessidade de relacionar os conteúdos de eletromagnetismo com o cotidiano dos alunos, para a facilitação do ensino, o presente trabalho buscou elaborar uma maquete, utilizando de materiais de baixo custo, que auxilie os professores com o conteúdo de circuitos e a indução eletromagnética abordados no ensino médio.

### 1.1 LEI DA INDUÇÃO

Michael Faraday (1791-1667) é considerado um dos maiores físicos experimentais de todos os tempos. Em 29 de agosto de 1831, Faraday enrolou dezenas de metros de fio de cobre em torno de um lado de um anel de ferro e uma quantidade comparável de fio, isolado do primeiro, do outro lado, com as extremidades ligadas a um galvanômetro. As extremidades do fio do primeiro lado eram ligadas a uma bateria. Ele percebeu que surgia uma rápida oscilação no galvanômetro do outro lado do anel, somente quando o circuito do lado um era ligado na bateria. Sendo assim, concluiu que a corrente do lado dois era induzida pela variação do campo magnético devido o primeiro circuito (NUSSENZVEIG, 1997).

Figura 1: esquema de um circuito com uma bateria, uma bobina e galvanômetro.



Posteriormente, Faraday aproximou um ímã permanente de um solenoide ligado a um galvanômetro. Quando a barra imantada era introduzida dentro do solenoide, o galvanômetro acusava a passagem de corrente. Um efeito análogo se produzia quando uma bobina se aproximava ou afastava do ímã.

Portanto a lei de Faraday diz: a indução de uma força eletromotriz (corrente) depende apenas do movimento relativo entre o ímã e o solenoide/bobina, resultado de uma variação do campo magnético que o atravessa

## 2 DESENVOLVIMENTO

O presente estudo desenvolveu-se com as seguintes etapas:

Começamos com a preparação dos geradores, para isso desmontamos M, com auxílio das ferramentas CH e F, deixando apenas a parte da associação de polias e o motor de corrente alternada, em seguida soldamos dois pedaços (75 a 100 cm) de C no polo positivo e negativo de M. Assim conseguimos medir a corrente induzida pelo motor, com a ajuda de MT

### 2.1 CIRCUITOS ELÉTRICOS

A construção dos “postes” da praça, iremos precisar de 2L, 30 cm de C, (PC), (PP), (FC), (F) e (S). Vamos juntas os dois L, com a polaridade invertida junto com dois pedaços de C, soldar todas as conexões, sempre cauteloso quando manusear um F. Após usaremos 5cm de PP e colar com a extremidade não perfurante de PC, base que servira de suporte para os L, depois de encaixado os L no PP, passaremos FC para fixar todos os componentes no PC, mas não esqueça de deixar uma parte de C para ligar o circuito.

“Refletores” do campo, componentes: 3L, 50cm de C, 2(PC), (PP), (FC), (F) e (S). Agora soldaremos os L em sequência, atenção com a polaridade dos L, soldar as hastes grandes com as pequenas e assim sucessivamente, o máximo que conseguimos ascender são 3L em série, na base usaremos 2PC e um PP na extremidade não perfurante, depois de prontos, passamos FC para acoplar todos os elementos do refletor.



## 2.1 BASE DA MAQUETE

A base da maquete optamos em usar duas I, porque entre ambas ficaram as ligações elétricas como mostra as imagens abaixo. A parte decorativa do complexo, fica a gosto de quem estará construindo.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a montagem finalizada, fios conectados e a pintura realizada para dar o acabamento, o resultado obtido foi a seguinte maquete:

Imagem 2: Maquete de Eletromagnetismo

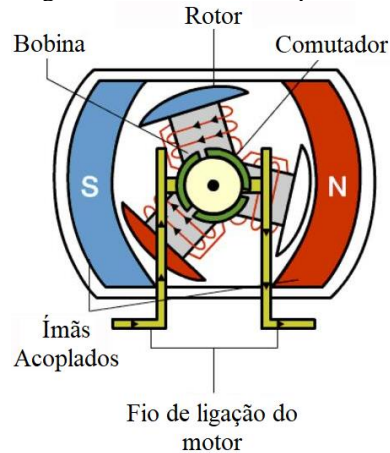


Da montagem e a forma com a qual foi trabalhada, juntamente com o reforço das fitas e das colas, garantiu ao trabalho final um aspecto de rigidez e durabilidade ao experimento. Partindo da interação com a maquete, pode-se averiguar dois fenômenos físicos de maneira correlativa e de grande importância para o entendimento dos assuntos de eletricidade no ensino médio: Lei de Ohm, Tipos de Circuito e Indução Eletromagnética.

*Experimento 1 – Indução Eletromagnética:* Para entender como ocorre a indução eletromagnética, é necessário antes de tudo entender o funcionamento do motor utilizado no projeto. Em cada leitor de DVD está acoplado uma série de polias em que estas, por sua vez, se ligam a um motor do tipo DC (O termo ‘DC’ significa que o motor funciona a partir de um fluxo de corrente que não se altera no tempo, também se chama esse tipo fluente de corrente direta).

Ao abrimos o artefato, temos a seguinte configuração:

Imagem 3: Motor DC visto por dentro



Os fios de ligação que estão presentes nos dispositivos acionam sempre um par de bobinas com polaridade invertida em referência aos da extremidade, permitindo então a rotação do motor. Quando o leitor do DVD é puxado ou empurrado, o campo magnético que passa por cada bobina varia, resultando em uma corrente direta que pode ser aproveitada para acionar outros dispositivos.

O efeito mencionado acima trata-se da Lei da Indução de Faraday, que matematicamente é modelada pela seguinte relação com a lei de Ohm:

$$V = R \cdot i \rightarrow \text{Lei de Ohm}$$

$$\varepsilon = R \cdot i$$

Com:

$$\varepsilon = - \frac{d\varphi}{dt}$$

Onde:

$\varepsilon$  = Força Eletromotriz criada pela variação do campo magnético

R = Resistência do Circuito

i = Corrente sobre o circuito

$\varphi$  = Fluxo magnético

Empurrando o leitor de DVD, uma certa quantidade de lâmpada acende enquanto outra parte fica apagada e, ao puxar, mesmo efeito ocorre, mas invertendo as que ficam acesas e apagadas:

Imagem 4: Teste de acionamento dos Leds

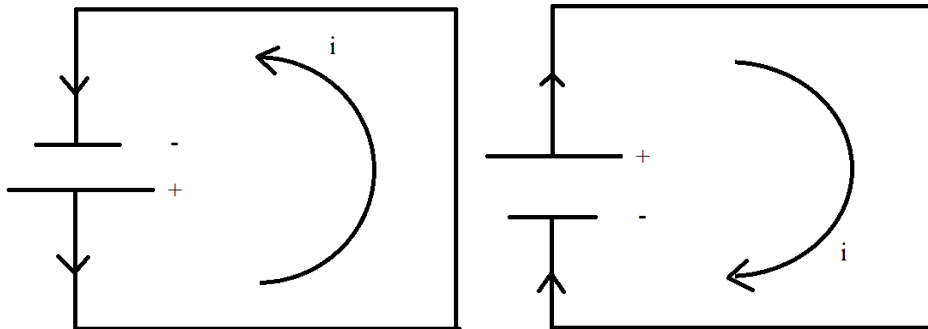


Tal fato pode ser explicada usando a Lei de Indução. Observe o sinal da força eletromotriz:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

O sinal negativo indica que dependendo do movimento que se é feito sobre o motor, o sentido da corrente é alterado, conforme a exemplificação visual abaixo:

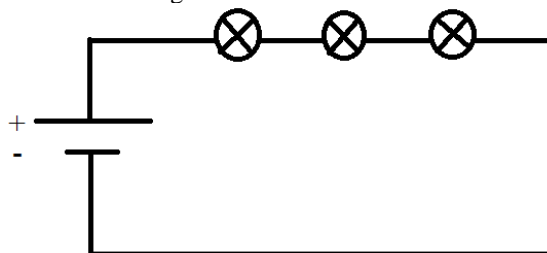
Imagem 5: Inversão do sentido da corrente



*Experimento 2 – Lei de Ohm e Circuito Elétrico:* Realizada a indução eletromagnética, a corrente que sai do motor é aproveitada para a ligação dos leds de cada poste. A forma como é aproveitada a energia gerada depende do tipo de ligação. Dentro da maquete foram utilizados os dois tipos de ligações: Paralelo e Série.

Define-se ligação em série quando a corrente que passa por um led, precisa passar pelos demais para ocorrer o acionamento de todos, conforme a ilustração:

Imagem 6: Circuito em Série



O maior ponto negativo desse tipo de ligação está na resistência com a qual a corrente precisa passar. A Lei de Ohm relaciona a tensão fornecida por uma fonte, neste caso, o motor gerador, a resistência do circuito e a corrente que passa pelo sistema, conforme a seguinte equação:

$$V = R \cdot i$$

Onde:

V = Diferença de tensão da fonte

R = Resistência do circuito

i = Corrente

Vale aqui ressaltar que quanto maior a diferença de tensão observada por um componente elétrico, maior a quantidade de energia elétrica foi consumida pelo circuito. Considere que um led tenha resistência 'R', ao ligarmos três leds em série a resistência que antes era só uma agora passa a ser três, conforme a equação:

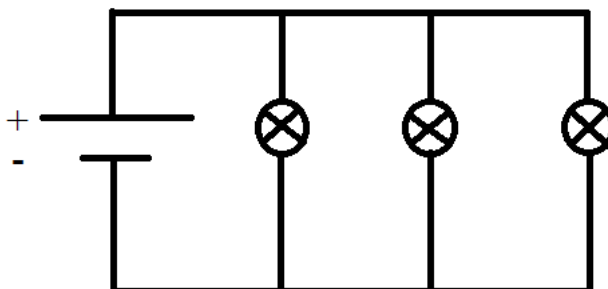
$$R_{equivalente} = R1 + R2 + R3, \text{ com } R1 = R2 = R3 = R$$

Desta forma, a equação da Lei de Ohm fica:

$$V = 3R \cdot i$$

O resultado implica que para um circuito em série, demanda mais energia elétrica para acionar todos os leds juntos, apesar de ser a mais simples das ligações. Define-se ligação em paralelo onde divide-se o circuito de forma a preservar a tensão para cada led, conforme a ilustração abaixo:

Imagem 7: Circuito em Paralelo



Diferentemente da ligação em série, a resistência calculada é seguindo a seguinte equação:

$$\frac{1}{R_{equivalente}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \frac{1}{R_n}$$

Da imagem, sendo todos os leds iguais e de resistência “R”, temos:

$$\frac{1}{R_{equivalente}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right)}{R^3} \rightarrow MMC$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{3R^2}{R^3}$$

$$R_{eq} = \frac{R^3}{3R^2}$$

$$R_{eq} = \frac{R}{3}$$

Desta forma, a equação da Lei de Ohm fica:

$$V = \frac{R}{3} \cdot i$$

Em comparação com a ligação em série, nota-se que a ligação em paralelo a energia total é mais bem aproveitada, no entanto, demanda de maiores quantidades de fio e organização. Desta forma, na maquete, as luzes que iluminam a praça, devido a grande quantidade, foram ligadas utilizando do circuito em paralelo, enquanto as luzes que

iluminam o campo de futebol, simulando um holofote, foi ligado em série para potencializar a iluminação.

Na iluminação do campo de futebol, ao invés de utilizar apenas um leitor de DVD, foram utilizados dois para poder satisfazer a demanda energética que a ligação em série necessita para seu funcionamento:

Figura 8: maquete do campo de futebol sendo iluminado pelo circuito montado.



Desta forma, o aluno pode observar as diferenças entre os circuitos montados e, perceber o seu funcionamento na prática tendo como base um experimento montado com material de baixo custo e reciclados.

#### 4 CONCLUSÃO

Durante a montagem do projeto foram percebidos alguns percalços e, tendo isso em vista, fazem-se necessárias algumas ponderações. A primeira delas é em relação à espessura da folha de isopor que, durante a montagem da maquete, sofreu algumas avarias por conta de sua fragilidade. Sendo assim, recomenda-se que, durante a construção do projeto, utilizem-se folhas de isopor de maior calibre para evitar que se quebrem tão facilmente.

Vale ainda mencionar que, no trabalho aqui exposto, os circuitos foram montados de forma a ficarem escondidos entre as duas placas de isopor e, desta forma, precisa-se ainda mais de atenção para que os suportes dos LEDs, junto com os fios, não danifiquem a estrutura da maquete.

Outro fator que precisa ser considerado diz respeito à montagem do circuito elétrico. Neste trabalho não foram utilizados outros componentes além dos LEDs, fios e

geradores, entretanto ainda é necessário tomar muito cuidado durante sua montagem, pois estes podem apresentar mau funcionamento se não conectados adequadamente.

Posto isto, é importante que se tome as devidas precauções durante sua execução, bem como a soldagem adequada dos componentes do circuito elétrico para que estes não apresentem mau contato ou até mesmo curto-circuito.

Os experimentos de baixo custo são uma alternativa viável tanto para professores, que podem conciliar as teorias aplicadas em sala e relacioná-las ao cotidiano, quanto para os alunos, que podem usar de tais experimentos para facilitar a sua compreensão e tornar a aula mais interativa. Do desenvolvimento do projeto, espera-se de que experimentos de baixo custo sirvam de inspirações para novos projetos que aperfeiçoem cada vez mais essa área de pesquisa.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Federal de Rondônia – IFRO, Campus Porto Velho Calama, Departamento de Pesquisa e Inovação – DEPESP, pelo apoio a publicação da presente pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. A. T. de. **Introdução às ciências físicas 1**. 3ª ed. Fundação CECIERJ, Rio de Janeiro, 2009.
- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p.176-194, jun, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BEZERRA, D. P.; GOMES, E. C. S.; MELO, E. S. N.; SOUZA, T. C. A evolução do ensino da física – perspectiva docente. **Scientia Plena**. Vol. 5, Num. 9, 2009.
- FREIRE, P. A pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 52ª ed – Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.
- FORTUNA, V. **Epistemologia, ética e práxis pedagógica em Paulo Freire**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Educação. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.
- GIBERT, V. M. **Os desafios do ensino e aprendizagem do pensamento crítico**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação Formação, Currículo e Práticas Pedagógicas). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2022.
- QUEIROZ, M. N. A. **O ensino de Física no Brasil nas décadas de 1960 e 1970: legislação, currículo e material didático**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. São Paulo, 2016. USP/IF/SBI-043/2016
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, volume 3: eletromagnetismo**. 2021.
- MARTINS, C. A. **Metodologia de Construção de uma Bobina de Tesla para o ensino do eletromagnetismo**. 2019. 31 f. TCC (Graduação) – Curso de Licenciatura em Física, Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, 2019.
- NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: Eletromagnetismo** (vol. 3). Editora Blucher, 2015.
- OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio**. 2012. Tese (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Programa de Pós graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, 2012.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: o que significa ensino de química para formar cidadão? **Química Nova na Escola**, n.4, p.28-34, 1996.
- SILVA, E. D. A importância das atividades experimentais na educação. Monografia – Especialização em Docência do Ensino Superior. AVM Faculdade Integrada, Rio de Janeiro, 2017.

Coêlho, V. B., Guimaraes, I. G. M., Pompermaier, M. A. C., Souza, R. P. de, Junior, M. J. S., & Stein, C. R. (2022). Física moderna no ensino médio: uma avaliação do aprendizado qualitativo assimilado pelos alunos: Modern physics in high school: an assessment of the qualitative learning likened by students. **Brazilian Journal of Development**, 8(8), 58831–58838. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n8-258>

Costa, T. V., Ferreira, A. R., Oliveira, E. M. de, Junior, J. A. de S., Araújo, M. M. F. de, & Stein, C. R. (2021). Construção de um Globo de Plasma como ferramenta didática pedagógica para o estudo da ionização e excitação de átomos em gases inertes / Construction of a Plasma Globe as a didactic pedagogical tool for the study of ionization and excitation of atoms in inert gases. **Brazilian Journal of Development**, 7(4). <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-072>