

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**KIT EXPERIMENTAL DE ELETRICIDADE – UMA FERRAMENTA  
FACILITADORA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM  
FÍSICA**

**GILMAR ALVES DE SOUZA**

Marabá - PA

Abril de 2020

GILMAR ALVES DE SOUZA

**KIT EXPERIMENTAL DE ELETRICIDADE – UMA FERRAMENTA  
FACILITADORA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM  
FÍSICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Fernanda Carla Lima  
Ferreira

Marabá - PA

Abril de 2020

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO  
NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADO “KIT EXPERIMENTAL DE ELETRICIDADE - UMA FERRAMENTA FACILITADORA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA” PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO DE FÍSICA, REALIZADA ÀS 09:00 HORAS DO DIA 17 DE ABRIL DE 2020, VIA SKYPE. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 2 HORAS E 30 MINUTOS PELO CANDIDATO: GILMAR ALVES DE SOUZA, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA, MEMBROS: PROFA. DRA. FERNANDA CARLA LIMA FERREIRA (ORIENTADORA), PROFA. DRA. ANDREA DE LIMA FERREIRA NOVAIS (MEMBRO INTERNO) E PROFA. DRA. CINTHIA MARQUES MAGALHÃES PASCHOAL (MEMBRO EXTERNO). EM SEQUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGUIÇÃO, TENDO DEMOSTRADO SUFICIÊNCIA DE CONHECIMENTOS NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA APROVAÇÃO DA MESMA. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

---

Profa. Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira (Orientadora)

---

Profa. Dra. Andrea de Lima Ferreira Novais (Membro Interno)

*Cynthia Marques Magalhães Paschoal*

---

Profa. Dra. Cíntia Marques Magalhães Paschoal (Membro Externo)

*Gilmar Alves de Souza*

---

Gilmar Alves de Souza (Candidato)



Emite em 12/04/2020

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 17/2020 - PPGFIS (11.25.01)**

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

*(Assinado digitalmente em 12/05/2020 11:05)*

FERNANDA CARLA LIMA FERREIRA

PROFESSOR DO REGISTRO SUPERIOR

11/0104

*(Assinado digitalmente em 12/05/2020 11:05)*

ANDREA DE LIMA FERREIRA NOVAES

PROFESSOR DO REGISTRO SUPERIOR

11/0104

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <http://sipac.unifesa.edu.br/documentos/> informando seu número: 17, ano: 2020, tipo: **ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**, data de emissão: 12/05/2020 e o código de verificação: 2716483aab

## FICHA CATALOGRÁFICA

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Setorial Campus do Tauarizinho da Unifesspa**

---

Souza, Gilmar Alves de

Kit experimental de eletricidade: uma ferramenta facilitadora do processo de ensino e aprendizagem em física / Gilmar Alves de Souza ; orientadora, Fernanda Carla Lima Ferreira. — Marabá, PA : [s. n.], 2020.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Marabá, 2020.

1. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino - Brejo Grande do Araguaia (PA). 2. Educação - Métodos experimentais. 3. Eletricidade - Experiências. 4. Ensino - Metodologia. I. Ferreira, Fernanda Carla Lima, orient. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. III. Título.

CDD: 22. ed.: 530.07

---

Elaborado por Alessandra Helena da Mata Nunes - CRB2/586

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, por iluminar com suas graças e misericórdia, fortalecendo e permitindo superar todos os obstáculos que muitas vezes desanimavam.

A minha esposa, pelo companheirismo, por ter sempre acreditado em mim, pelo incentivo nas horas difíceis e pela compreensão.

Aos meus filhos, que sempre deram um sorriso quando chegava em casa da faculdade.

A toda minha família, que sempre me apoiou em especial ao meu pai, por ter dedicado sua vida aos seus filhos, pelo amor, carinho e estímulo que nos ofereceu, dedicamos-lhe essa conquista como gratidão.

À memória da minha mãe Diomara Alves Neto que com honra me ensinou a respeitar o próximo me encorajando para aprender na vida dignidade e o caminho da sabedoria.

Aos nossos amigos queridos, por tudo de bom que vocês nos proporcionaram durante essa jornada, obrigado pelo carinho, amizade, gargalhadas, companhia e respeito que vocês sempre tiveram por mim.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”.

**Isaac Newton**

## **AGRADECIMENTO**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço primeiramente a Deus, o mestre dos mestres, por ter me dado a graça da vida e ajudado a vencer mais esta etapa dela. Com saúde e força para trilhar um caminho árduo cheio de pedras, mas também mim deu esperança e a certeza da vitória.

Ao meu pai, irmãos, esposa, filhos e familiares que sempre me estimularam e me deram coragem ao longo deste curso, para que conseguisse vencer os momentos mais difíceis, idem fortalecendo ao longo dessa caminhada, pessoas essas fundamentais nesta conquista. Amo vocês!

A todos os professores e professoras do Programa de Mestrado em Ensino de Física da UNIFESSPA, em especial à professora Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira pela orientação nos trabalhos e aos professores da banca examinadora por terem atendido ao convite e contribuições ao trabalho.

A toda a equipe gestora da Escola Estadual de Ensino Médio professor Lício Solheiro, por contribuir de forma direta e/ou indireta para a realização desta pesquisa.

Minha gratidão àqueles que souberam e tiveram paciência e apoiam-me nas dificuldades fazendo de suas mãos as minhas, de seus olhos a minha visão e de seus conhecimentos o meu aprendizado. Vocês marcaram a minha vida e contribuíram significativamente para que minhas ideias se transformassem em realidade. Obrigado por tudo!

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Interação entre cargas.....	21
Figura 2:	Circuito elétrico.....	26
Figura 3:	Reta característica de um resistor ôhmico.....	28
Figura 4:	Resistor identificado por faixas que define o valor da resistência.....	29
Figura 5:	Associação de resistores em série.....	31
Figura 6:	Associação de resistores em paralelo.....	32
Figura 7:	Diagrama esquemático representativo do kit experimental.....	41
Figura 8:	Circuito elétrico ligado em série e paralelo.....	48
Figura 9:	Diagrama esquemático de circuito em série e paralelo.....	49
Figura 10:	Diagrama esquemático motor gerador.....	50
Figura 11:	Associação de resistores em série.....	51
Figura 12:	Diagrama esquemático de resistores em série.....	52
Figura 13:	Diagrama esquemático motor eletromagnético.....	53
Figura 14:	Alunos medindo ligação de resistores em série.....	68
Figura 15:	Alunos interligando a fonte nos terminais do circuito.....	68
Figura 16:	Energia gerada pelo motor gerador.....	69
Figura 17:	Momento em que o motor eletromagnético está em movimento executado pelos alunos.....	69
Figura 18:	Percentual de acertos e erros em cada questão no pré-teste.....	72
Figura 19:	Percentual de acertos e erros em cada questão no pós-teste.....	72
Figura 20:	Percentual do grau de satisfação a aplicação do kit experimental.....	73
Figura 21:	Percentual sobre o desempenho dos alunos no projeto.....	74

## RESUMO

### **KIT EXPERIMENTAL DE ELETRICIDADE – UMA FERRAMENTA FACILITADORA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA**

Gilmar Alves de Souza

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este trabalho tem como princípio que as atividades práticas/experimentais se constitui no elo entre o mundo abstrato dos pensamentos e ideias e o mundo concreto dos fenômenos físicos do dia a dia. Essas atividades têm uma importância essencial na metodologia de ensino aprendizagem, pois as próprias que agregam a teoria e a prática, se fazem presente na ciência e no dia a dia do estudante. Acredita-se que não basta apenas elaborar uma nova proposta de atividade de ensino, é necessário que tal proposta seja viável para a grande maioria dos professores de física.

Assim, utiliza-lo como instrumento de ensino aprendizagem na melhoria da qualidade do ensino público de uma escola da rede pública estadual na cidade de Brejo Grande do Araguaia/PA. É preciso fornecer apoio aos professores por meio de um material de base, para que possam potencializar e incrementar suas atividades pedagógicas referentes à experimentação. Nesse contexto surge a ideia de desenvolver um kit experimental didático, voltado especificamente para eletricidade, usando materiais que possam ser encontrados facilmente e que sejam de baixo custo. No campo teórico, o trabalho fundamenta-se na aprendizagem significativa de Ausubel. A metodologia utilizada nesse trabalho contou com a aplicação de um instrumento pedagógico e avaliação, ou seja, roteiros e questionários avaliativos de aprendizagem.

Este instrumento permite estruturar as atividades e avaliar o nível de compreensão, de satisfação a respeito dos conceitos desenvolvidos nos experimentos. Portanto, os resultados são apresentados por meio de gráficos, após a análise e correlação dos dados adquiridos pelos alunos. A aplicação das atividades usando o kit experimental que tem como finalidade possibilitar ao aluno conhecer, comparar e utilizar os conceitos físicos apresentados relacionando no seu dia a dia. Além disso buscam desenvolver a capacidade de investigação física para que o estudante seja capaz de classificar, organizar, sistematizar, identificar regularidades, capacidade de execução, aliadas a teorias de ensino e a instrumentos pedagógicos de avaliação que proporcionam resultados satisfatórios para o ensino aprendizagem de Física.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Kit Experimental de Eletricidade, Ensino Médio.

## **ABSTRACT**

### **EXPERIMENTAL ELECTRICITY KIT - A TOOL THAT FACILITATES THE TEACHING AND LEARNING PROCESS IN PHYSICS**

Gilmar Alves de Souza

Guidance counselor: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira

Master's thesis submitted to the Graduate Program in the Professional Master's Course of Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements necessary to obtain the title of Master in Physics Teaching.

This work has as a principle that practical/experimental activities are constituted in the link between the abstract world of thoughts and ideas and the concrete world of physical phenomena of everyday life. It is believed that it is not enough just to elaborate a new proposal for teaching activity, it is necessary that such a proposal be feasible for the vast majority of physics teachers.

Thus, it is used as a learning teaching instrument to improve the quality of public education in a state public school in the city of Brejo Grande do Araguaia/PA. It is necessary to provide support to teachers through a basic material, so that they can enhance and increase their pedagogical activities related to experimentation. In this context comes the idea of developing an experimental didactic kit, specifically focused on electricity, using materials that can be easily found and that are low cost. In the theoretical field, the work is based on Ausubel's significant learning. The methodology used in this work included the application of a pedagogical instrument and evaluation, that is, scripts and learning evaluation questionnaires.

This instrument allows structuring the activities and evaluating the level of understanding, satisfaction about the concepts developed in the experiments. Therefore, the results are presented by means of graphs, after the analysis and correlation of the data acquired by the students. The application of activities using the experimental kit that aims to enable the student to know, compare and use the physical concepts presented relating in their daily lives.

**Keywords:** Physics Teaching, Experimental Electricity Kit, High School.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Justificativa.....	16
1.2	Objetivos.....	18
1.2.1	Geral.....	18
1.2.2	Específicos.....	18
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	Eletricidade.....	19
2.1.1	Carga elétrica.....	21
2.1.2	Corrente elétrica.....	22
2.1.3	Força eletromotriz.....	25
2.1.4	Resistor elétrico.....	27
2.1.5	Circuito elétrico.....	30
2.1.6	Motor gerador.....	33
2.1.7	Motor eletromagnético.....	35
2.2	Aprendizagem significativa de Ausubel.....	37
3	METODOLOGIA.....	39
3.1	Kit experimental.....	39
3.2	Material de apoio ao kit experimental.....	42
3.3	Manual do professor.....	42
3.4	Manual do aluno.....	43
3.5	Aplicação do kit experimental.....	43
3.5.1	Escola e as turmas envolvidas.....	44
3.5.2	Questionários avaliativos.....	44
3.5.3	Aulas teóricas.....	45
3.5.4	Aulas expositivas.....	46
3.5.5	Roteiros dos experimentos.....	46
3.5.6	Desenvolvimento dos experimentos.....	47
3.5.7	Atividade experimental I.....	47
3.5.8	Atividade experimental II.....	49
3.5.9	Atividade experimental III.....	51
3.5.10	Atividade experimental IV.....	52

4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
4.1	Introdução.....	53
4.2	Utilização do produto.....	56
4.2.1	Manual do professor para aplicação do kit experimental	56
4.2.2	Manual do aluno para as atividades experimentais.....	63
4.2.3	Kit experimental de eletricidade.....	65
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
5.1	Análise dos dados colhidos através do produto.....	67
5.2	Análise da entrevista semiestruturada.....	70
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
	APÊNDICE A - Questionário avaliativo pré-teste.....	80
	APÊNDICE B - Questionário avaliativo pós-teste.....	83
	APÊNDICE C - Questionário avaliativo satisfatório.....	86
	APÊNDICE D - Manual do professor.....	88
	APÊNDICE E - Manual do aluno.....	99

## 1 INTRODUÇÃO

Na tentativa de estimular o ensino de Física e torná-lo mais interessante, buscam-se táticas que tragam bons resultados aos métodos de ensino e aprendizagem. Em meio a inúmeras táticas, as atividades experimentais, incorporadas às aulas teóricas, podem modificar o ensino de Física, sendo uma prática pedagógica adequada às exigências dos currículos educacionais que o ensino atualmente necessita. Aliás, é preciso além disso, abraçar linhas de pensamentos ou teorias de aprendizagens que modifiquem o método de aprendizado, não só eficaz, mas alegre e provocante para o estudante.

Thomaz (2000) as atividades experimentais, quando construídas numa perspectiva em que, através da aprendizagem básica dos conteúdos científicos, os estudantes possam aumentar as capacidades científicas necessárias para agirem no meio social de um jeito mais ativo, qualquer que seja de acordo com seu campo de ação, é um meio por perfeição para a geração de oportunidades para o desenvolvimento, nos estudantes, dessas mesmas competências.

Refletindo no desenvolvimento social e crítico do estudante que está sendo debatido há muito tempo, que o ensino de Física deve exceder as fronteiras dos livros didáticos e das equações matemáticas no ensino de Física dentro da sala de aula, ao fazer parte do dia a dia do estudante.

A respeito do papel da atividade experimental, para a formação dos alunos Seré e colaboradores, (2003) ressaltam que é por meio das atividades experimentais que o estudante é incentivado a não permanecer apenas no mundo das concepções e das linguagens, pois tem a oportunidade de relacionar esses dois mundos baseado na experiência. Conferir as leis da Física, que são expostas no livro didático que apresentam atividades experimentais simples, pode ser muito importante no aprendizado. Renovando o raciocínio de simplesmente memorizar, e utilizá-lo quando necessário para resolução de exercícios. Depois da prática experimental, o estudante passa a ter conhecimento do fenômeno, saber da sua importância e a teoria à qual tal atividade experimental está relacionada (GASPAR, 2005).

Conforme Pinho Alves (2000), o dia a dia do indivíduo é suficientemente ligado à experiência, às suas interações no cotidiano. Já o experimento é atitude do indivíduo que busca estabelecer, organizar seus pensamentos na construção de informações que lhe

forneçam retornos sobre os acontecimentos que o rodeiam e sobre si mesmo. A experiência, assim, está associada ao que vive todos os dias e o experimento ao método científico.

Com o conhecimento adquirido, a experiência vivida pelo estudante na escola determinará seu caráter amadurecido. As atividades experimentais pelo qual ele participou se tornarão um instrumento no método de conhecimento científico, característico por suas influências mútuas com o meio social ou ambiente, presente nos conhecimentos pessoais e instrumentos na constituição do senso comum ou científico.

O aluno do ensino médio é personagem do acontecimento educativo, quando é oferecido à Ciência e à informação científica apresenta apenas como equipagem seu ponto de vista do mundo, erguido de caráter geral à sombra das informações ditadas pelo senso comum. Isto constitui que o instrumento processual de seu comando para construir esclarecimentos a respeito do mundo físico que o cerca, se limita, dominante à experiência acessível e teórica ocorrida pelo conhecimento sócio cultural.

O crescimento das atividades experimentais em sala de aula permite ao professor sair dos padrões habituais de ensino e, ao mesmo tempo, sugerir aos alunos, metodologias alternativas de estudar e entender os conceitos de física. Este trabalho buscou analisar a importância de inovar a prática pedagógica para modificar o ensino de Física qualificado e motivador para os estudantes do Ensino Médio. É sugerido, portanto, a aplicação das atividades experimentais, para acrescentar o ensino teórico deste elemento curricular. Para isso, foi preparado para utilização do professor um material de base na forma de um kit experimental seguido de roteiros para aplicação das atividades experimentais. O próprio foi preparado com materiais de baixo custo, abastecendo a ausência de instrumentos ou materiais disponíveis na escola, imprescindíveis para o desenvolvimento experimental, em especial, na área de eletricidade.

Segundo Scorsatto (2009), na atualidade, depara-se com “a falta de uma física palpável, que traz o aluno a uma reflexão referente aos problemas existentes na natureza a sua volta”.

Se os estudantes têm tanta dificuldade na aprendizagem de física, tem uma certa falha no método educativo, que transcorre pelas metodologias de ensino. Segundo Cavicchioli (2008):

“Ensinar é um processo que envolve, necessariamente, uma meta explícita e que se efetiva quando essa meta foi atingida, ou seja, quando houver aprendizagem, pois se não houve aprendizagem, métodos e palavras, por mais que sejam bonitas, se não surtiram nenhum efeito de nada valem, por isso cremos que os outros possíveis vilões possam ser os métodos de ensino utilizados e a maneira de avaliar” (CAVICCHIOLI, 2008, p.05).

Portanto, nesse trabalho o conteúdo utilizado nas pesquisas foi eletricidade, que foi desempenhado com a subdivisão e encontram-se, nesta ordem: corrente elétrica; intensidade da corrente elétrica; corrente elétrica contínua e alternada; estudos dos resistores; resistência elétrica e Lei de Ohm; potência elétrica; circuito elétrico em série, paralelo e misto; circuito em corrente contínua; capacitância e circuito magnético.

Nesse sentido, o propósito desta dissertação é oferecer estes assuntos supracitados com o auxílio da atividade experimental. Deste modo, faz-se o uso de material acessível para a constituição dos mesmos e, deste modo, associam-se a teoria e a prática fundamentada pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Para tanto, construiu-se um kit experimental e em seguida sua aplicação, sendo como produto da dissertação um roteiro de aulas aplicadas. Esse roteiro é formado por uma sequência de aulas, contribuições de teoria e práticas experimentais, que tem como finalidade principal, auxiliar e abrir grandes possibilidades ao professor de Física na aplicação das atividades experimentais em sala de aula, mostrando como a utilização dos experimentos como um elemento a mais no método de ensino aprendizagem auxiliando o indivíduo em sua aprendizagem significativa.

## 1.1 Justificativa

Dando importância, a necessidade de buscar ferramentas para um ensino e aprendizagem de qualidade, pode-se encontrar uma ampla variedade de estudos envolvendo o aperfeiçoamento das metodologias e estratégias para se ensinar Física. Dentre essas, elencam-se, desenvolvimento de um kit de eletricidade que envolvam os conceitos de eletricidade, proposição de questionários, experimentos e contextualização. Com o exposto acima, se esclarece que nesse trabalho foca-se a atividade experimental por saber o quanto a física está ligada aos procedimentos e práticas experimentais.

Uma maneira de contextualizar o ensino e trazer a física para o dia a dia do estudante é as atividades experimentais. A resposta para tão sonhada pergunta dos estudantes ao observar um fenômeno (Como isso é possível?). Muitas vezes, pode ser demonstrado por meio de uma montagem ou aplicação de atividades experimentais, criando a oportunidade para se ensinar os conceitos físicos.

Esta pesquisa enfatiza a área de Ciências da Natureza, por considerar que ela contribui com a formação de uma base de informações contextualizada, bem como, qualifica os estudantes para a tomada de medidas, construção e ampliação de ideias e, a expõe possibilidades para que usem os conhecimentos de forma lúcida e eficiente. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – compostas por Biologia, Física e Química – propõe a ampliação e sistematização das aprendizagens imprescindíveis concebidas durante o ensino fundamental com duração de 09 (nove) anos. Especificamente na seção Conhecimentos de Física, destaca-se a relevância da Física na formação do cidadão evidenciando o protagonismo científico do estudante na escola média e que “[...] permita ao indivíduo a interpretação dos fatos e fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza.”

A Base Nacional Comum Curricular contribui para o diálogo pedagógico entre o eixo temático na perspectiva do protagonismo do estudante em sala, apesar disso, ainda existem escolas públicas que não dispõem de uma estrutura adequada para estes fins, além disso, a maior parte das aulas permanece da mesma forma há bastante tempo: providas de passividade e desprovidas de qualquer metodologia ativa de ensino.

Levando em consideração, a utilização das atividades experimentais em sala de aula tem sido apontada por professores e estudantes como sendo um intensificador na metodologia de ensino e aprendizagem, uma vez que elas facilitam a atividade pedagógica e aumentam o entendimento do estudante, e evidencia que os experimentos é uma das ferramentas propícia à construção do conhecimento.

Nessas circunstâncias as atividades experimentais pode ser um aliado de bastante valor para melhoria da qualidade do ensino e aprendizagem destes estudantes. Desta maneira esse trabalho foi desenvolvido com o intuito de fornecer um instrumento pedagógico que auxilia o professor durante as aulas de física e de fácil acesso, e de uso simples para facilitar a absorção dos conteúdos relacionados a física do 3º ano do ensino médio, através do kit experimental de eletricidade, uma ferramenta facilitadora do processo de ensino e aprendizagem em Física.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Geral

Desenvolver um kit experimental para ensinar conceitos de eletricidade para estudantes do 3º ano do Ensino Médio.

### 1.2.2 Específicos

- Desenvolver um kit experimental para ser utilizado como ferramenta para a compreensão dos conceitos que envolvem a eletricidade;
- Facilitar o processo de ensino e aprendizagem;
- Diferenciar corrente elétrica de intensidade de corrente elétrica;
- Entender a diferença entre contínua de corrente elétrica alternada;
- Compreender o conceito de resistência elétrica;
- Analisar e diferenciar a associação de resistores em série, em paralelo e misto;
- Relacionar potência e corrente elétrica;
- Identificar as transformações de energia que ocorrem num circuito elétrico; calcular a resistência elétrica equivalente a cada uma dessas formas de associação.
- Diferenciar corrente elétrica de intensidade de corrente elétrica, relacionando está com o fluxo de elétrons na unidade de tempo e reconhecendo suas unidades;
- Diferenciar corrente elétrica contínua de corrente elétrica alternada;
- Conhecer a resistência elétrica como elemento inerente a todo e qualquer circuito elétrico;
- Identificar fatores de riscos que podem causar choques elétricos;
- Relacionar potência e corrente elétrica e ser capaz de calcular uma em função da outra;
- Identificar as transformações de energia que ocorrem num circuito elétrico;
- Analisar e diferenciar a associação de resistores em série, em paralelo e misto, e calcular a resistência elétrica equivalente a cada uma dessas formas de associação;
- Avaliar os riscos e as consequências de instalações elétricas incorretas;
- Elaborar hipóteses e interpretar observações.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Eletricidade**

Haja visto que o produto educacional originado é uma proposta que venha auxiliar no ensino de física de acordo com o conteúdo de eletricidade com os seguintes conceitos: carga elétrica, princípio de atração e repulsão, condutores e isolantes e processo de eletrização, apresentado aos alunos do 3º ano ensino médio, no propósito de viabilizar condições que, no mínimo, favoreçam a formação de organizadores prévios ou mesmo viabilize a aprendizagem significativa sobre conceitos relacionados aos temas, o presente trabalho fundamenta-se teoricamente em explanação de conceitos importantes da teoria de Ausubel, conceito físico de eletricidade, assim como corrente elétrica; intensidade da corrente elétrica; corrente elétrica contínua e alternada; estudos dos resistores; resistência elétrica e Lei de Ohm; força eletromotriz; tensão elétrica; diferença de potencial; potência elétrica; circuito elétrico em série, paralelo e capacitância (VÁLIO, 2016).

Na perspectiva de uma aprendizagem significativa o conteúdo estuda eletricidade, assim como alguns conceitos básicos desta unidade, para esta investigação. Nesse trabalho descreve-se alguns conceitos que servem de base para o entendimento das atividades experimentais, dando ênfase na utilização instrumento experimental aplicado.

Refleta o quanto extraordinário foi essa chegada e o tanto que se pode obter com ela, na Física, na Engenharia, na Medicina e em muitas outras áreas. Apenas imagine o transtorno causado por um dia sem energia elétrica (corrente elétrica).

O homem faz uso da eletricidade há menos de dois séculos, mas havia um conhecimento acumulado sobre ela desde o século VI a.C., quando foram feitas as principais bibliografias das manifestações elétrica da matéria.

Desde então, fenômenos elétricos têm sido estudados com materiais que se comportavam bem ou nem tanto com relação à eletricidade, assim como a maneira de se produzir, conservar e quantificá-la.

Todo esse conhecimento foi produzido sem que se soubesse exatamente o que era a eletricidade ou quais entidades teriam tais propriedades; as partículas então chamadas “elementares” só viriam a ser descobertas entre os séculos XIX e XX, e com elas foi finalmente possível elaborar uma descrição de modelo atômico que explicava as

manifestações elétricas na matéria. Assim, o corpo organizado de conhecimento conseguido através dessas conquistas denominou-se “Eletricidade”.

A corrente elétrica está situada em um ente ou propriedade básica, denominada de carga elétrica. Ela é tão importante para a eletrodinâmica quanto a massa é para a Mecânica. Assim, a eletricidade tem um papel fundamental na sociedade moderna. Não é possível imaginar a vida sem o conforto proporcionado pelos mais diversos equipamentos elétricos.

Na perspectiva de uma aprendizagem significativa o conteúdo estuda Eletricidade, assim como alguns conceitos básicos desta unidade, para esta investigação. Nesse trabalho, descreve-se alguns conceitos que serve de base para o entendimento das atividades experimentais, dando ênfase na utilização instrumento experimental aplicado. Segue os conceitos apresentados (VÁLIO, 2016).

O médico inglês Wiliam Gilbert (1544 – 1603), já tinha observado o mesmo efeito e propriedade elétrica do material fóssil (âmbar), assim como fez Tales. A partir daí fez em diferentes outros materiais, como vidro, enxofre, seda, lã, entre outros.

Anos depois o físico inglês Stephen Gray (1666 – 1736), deu uma grande contribuição para a eletricidade, relatou que alguns corpos ligados à eletricidade poderiam “fluir” de um corpo para outro, já que ambos encontram-se ligados entre si corretamente. Stephen também analisou que alguns materiais permitiam a passagem da eletricidade com facilidade, e outros, não. Isso o levou a estabelecer uma primeira classificação de materiais em dois tipos: os que tinham facilidade de conduzir eletricidade e os que não conduziam eletricidade.

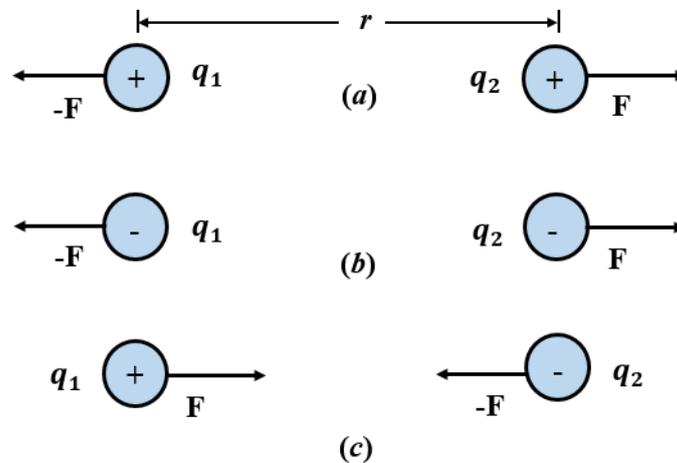
Do mesmo modo, o cientista Benjamin Franklin (1706 – 1790), também deu sua contribuição para a eletricidade, esclarecendo que o atrito entre dois corpos de materiais diferentes, que o fluido era levado de um corpo para outro; o que transmitia o fluido permanecia com eletricidade negativa, e o que recebia o fluido se eletrizava positivamente. Para Franklin, corpos com comportamento semelhante ao do vidro eram possuidores de cargas positivas, e corpos como o âmbar tinham cargas negativas. Conforme essa caracterização, enquanto uma barra de vidro é atritada com um pedaço de seda, o vidro obtém carga elétrica positiva e a seda, carga elétrica negativa (VÁLIO, 2016).

### 2.1.1 Carga elétrica

A carga elétrica é uma característica inerente das partículas fundamentais de que é feita a matéria. O motivo é que, enquanto a força gravitacional é sempre atrativa, as forças elétricas podem ser tanto atrativas como repulsivas. A semelhança da massa gravitacional, a carga elétrica, mostrar-se de duas maneiras diferentes, que concordamos chamar de positiva ou negativa, levando em conta a oportunidade de atração ou repulsão, e a matéria é normalmente neutra, anulando os efeitos das interações elétricas (NUSSENZVEIG, 1997).

A figura 1 mostra um diagrama da interação entre as cargas elétricas.

Figura 1: Interação entre cargas elétricas.



Fonte: (VÁLIO, 2016).

A figura 1. (a) e (b) Mostra o fenômeno da repulsão de cargas elétricas de mesmo sinal.

Em 1 (c) pode ser observado o fenômeno da atração entre cargas elétricas de sinais opostos.

Força elétrica é a interação de atração ou repulsão constituída entre duas cargas devido a existência de um campo elétrico em volta delas. Sendo uma grandeza vetorial, dispõe de intensidade em módulo, direção e sentido. A intensidade da força de interação entre duas cargas elétricas é proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

Segundo Charles Augustin de Coulomb (1736 – 1806) descobriu que a intensidade do contato entre cargas elétricas procedia das quantidades de cargas e da distância entre elas. Portanto, duas partículas carregadas exercem forças uma sobre a outra, se ambas têm o mesmo sinal, elas se repelem, em outras palavras, são submissas a forças que se tendem a afastá-las. Esta força de repulsão ou atração associada a carga elétrica dos corpos é denominada de força eletrostática. Daí em homenagem Coulomb, surge a lei que permite calcular a força exercida pelas partículas carregadas chamada de Lei de Coulomb (HALLIDAY, DAVID, 2010). É dada por:

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{n} \text{ (lei de coulomb)} \quad (01)$$

onde  $F$  é a força eletrostática (N),  $k$  é a constante de Coulomb, com  $k = 8,98 \times 10^{-9}$  N.m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>,  $q_1$  é a carga elétrica (C),  $q_2$  é a carga elétrica de prova (C),  $r$  é distância entre as cargas (m) e  $n$  é o versor que indica a direção em que aponta a força elétrica.

### 2.1.2 Corrente elétrica

A corrente elétrica é definida como o fluxo ordenado carga elétrica dentro de um condutor, considerado que exista uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. A intensidade da corrente elétrica é definida matematicamente, como a razão entre o módulo da quantidade de carga que  $dq$  que atravessa uma secção transversal do condutor por um intervalo de tempo  $dt$ . Se uma carga elétrica  $dq$  passa por um plano imaginário em um intervalo de tempo  $dt$ , a corrente elétrica  $i$  nesse plano é dada por:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (02).$$

onde  $i$  significa corrente elétrica (A),  $dq$  é a quantidade de carga (C) e  $dt$  é o intervalo de tempo (s). Por outro lado, pode-se definir por integração a carga elétrica que passa pelo plano no intervalo de tempo de  $0$  a  $t$ :

$$q = \int dq = \int_0^t i dt \quad (03)$$

onde a corrente  $i$  pode variar com o tempo. A unidade de medida de corrente elétrica no Sistema Internacional de medida o SI é o coulomb por segundo, ou ampère, representado pelo símbolo A. Logo; 1 ampère = 1A = 1 coulomb por segundo = 1 C/s.

O movimento verídico dos elétrons livres num condutor metálico é suficientemente complicado. Quando não existe campo elétrico no condutor, isto é, quando ele não encontrar submetido a uma diferença de potencial, os elétrons se agitam em direções duvidosas, com velocidade moderadamente grandes em consequência da energia térmica. Como os vetores a velocidade dos elétrons permanecem orientados ao acaso, a velocidade média passiva a esse agitação térmico é inexistente, ou seja, é nulo. Ao aplicar-se uma diferença de potencial ao condutor, acoplado-se por exemplo aos polos de uma bateria, é estipulado uma diferença de potencial ao longo dele, causando desse modo um campo elétrico que por sua vez cria uma força elétrica em cada partícula, o que origina uma aceleração instantânea devida a essa força elétrica dada por  $\vec{F} = e\vec{E}$ .

Os elétrons possuem portanto uma pequena velocidade no sentido contrário ao campo elétrico, no entanto a energia cinética portanto contraída se dissipa ligeiramente pelas colisões em meio os elétrons e os íons estáveis na rede cristalina do condutor. Os elétrons são, portanto, outra vez acelerados pelo campo elétrico, e assim por diante.

Os portadores da corrente podem ser de diversos tipos, conforme a natureza do meio em que passa a corrente. Por outro lado, interesse é mais restrito, e busca-se estudar o fluxo de cargas por meio da seção reta de um condutor em um certo ponto de um circuito. Para descrever esse fluxo usa-se a densidade de corrente, que apresenta a mesma direção e o mesmo sentido que a velocidade das cargas que compõem a corrente, se as cargas estiverem positivas, e a mesma direção e o sentido oposto se as cargas estiverem negativas. Para cada componente da seção alinhada o módulo  $J$  da densidade de corrente é igual à corrente dividida pela área do componente. Pode-se descrever a corrente que atravessa o componente de área como  $\vec{J} \cdot d\vec{A}$ , em que  $d\vec{A}$  é o vetor área do componente, perpendicular ao componente. A corrente total que atravessa a superfície é, logo,

$$i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad (04)$$

Se a corrente é constante em toda a superfície e paralela a  $d\vec{A}$ ,  $\vec{J}$  do mesmo modo é constante e paralela a  $d\vec{A}$ . Assim, a equação 02 se torna,

$$i = \int J dA = J \int dA = JA$$

e assim 
$$J = \frac{i}{A} \quad (05)$$

onde  $A$  é a área total da superfície. Conforme a equação 04 e a equação 05, a unidade de densidade de corrente elétrica no SI – Sistema Internacional, é o ampère por metro quadrado ( $A/m^2$ ) (HALLIDAY, DAVID, 2010).

O princípio tanto comum quanto o da conservação da energia e para o qual, ao mesmo tempo, não se descobriu até agora, nenhuma contravenção é o da conservação da carga elétrica, a carga total, ou seja, a soma algébrica das cargas de um sistema isolado nunca se altere. É admissível criar ou destruir cargas, mas sempre de maneira consistente com esse princípio (NUSSENZVEIG, 1997).

Considere então um volume arbitrário  $V$  limitado por uma superfície  $S$ , e seja  $\hat{n}$  o verso da normal externa a  $S$ . Pela definição de  $j$ , o fluxo  $\oint_S j \cdot \hat{n} dS$  representa a quantidade total de carga que sai de  $V$  por unidade de tempo através de  $S$ , num dado instante; a quantidade que sai durante um intervalo  $dt$  é:

$$dt \oint_S j \cdot \hat{n} dS \quad (06)$$

Mas, pela lei da conservação da carga, isso representa também a redução  $dq$  da carga total contida dentro de  $V$  no instante considerado, ou seja,

$$\oint_S j \cdot \hat{n} dS = - \frac{dq}{dt} \quad (07)$$

onde,

$$q = \oint_V \rho \cdot dv \quad (08)$$

é a carga total contida dentro de  $V$  num dado instante, onde  $\rho$  é a densidade volumétrica. Tomando para  $V$  um volume fixo (NUSSENZVEIG, 1997).

$$\frac{dq}{dt} = \oint_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dv \quad (09)$$

Por outro lado, pelo teorema da divergência,

$$\oint_S j \cdot \hat{n} dS = \oint_V \text{div } J dv \quad (10)$$

Identificando as duas expressões, como o resultado deve valer qualquer que seja  $V$ , obtemos a forma local do princípio de conservação da carga elétrica.

$$dv j = - \frac{\partial \rho}{\partial t} \quad (11)$$

onde  $\rho$  é a densidade de massa e  $j = \rho v$  a corrente, neste caso exprime a conservação da massa do fluido, que se chama equação da continuidade.

### 2.1.3 Força eletromotriz

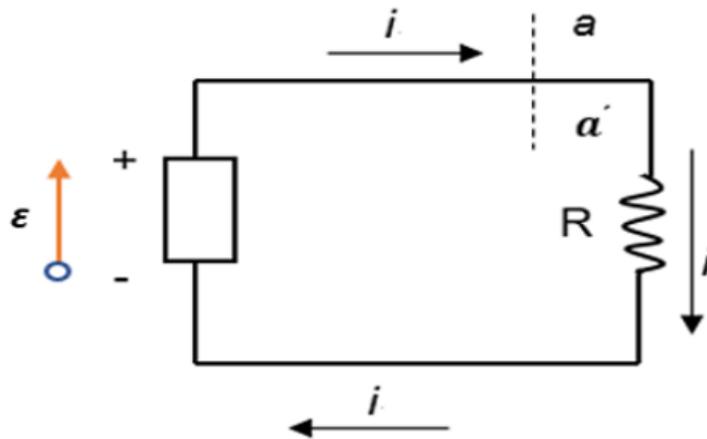
A força eletromotriz é a propriedade que qualquer dispositivo, um gerador por exemplo, possui de produzir corrente elétrica em um circuito. É definida como a energia fornecida (trabalho)  $dw$  por cada unidade de carga  $dq$ .

$$\mathcal{E} = \frac{dW}{dq} \quad (12)$$

Onde  $dw$  é dado em (J) e  $dq$  (C) Coulomb. Ou seja, de acordo ao Sistema Internacional de Unidade (SI) a força eletromotriz é dada por (J/C).

A figura 2, apresenta um circuito desenvolvido por uma fonte (bateria, por exemplo) e uma única resistência, ou um resistor  $R$ . A fonte alimenta o polo positivo com um potencial elétrico maior que o polo negativo. Pode-se definir a força eletromotriz da fonte com uma seta direcionando o polo negativo para o polo positivo.

Figura 2: Circuito elétrico



Fonte: (HALLIDAY, DAVID, 2010)

A diferença de potencial entre os pontos  $i$  e  $f$  em uma determinada região, onde existe um campo elétrico se o vetor campo elétrico  $\vec{E}$  for conhecido em todos os pontos de qualquer percurso que ligue esses pontos. Para isso basta estabelecer o trabalho executado pelo campo elétrico sobre uma carga elétrica de prova, assim como a carga elétrica transfere do ponto  $i$  até o ponto  $f$ . Assim, em todo o percurso uma força eletrostática  $q_0\vec{E}$  atua sobre a carga elétrica conforme ela sofre uma mudança, ou seja, suporta um deslocamento  $d\vec{s}$ . Portanto o trabalho  $dW$  efetivado sobre uma partícula por uma força no período do deslocamento  $d\vec{s}$  é definido por;

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{s} \quad (13)$$

Para calcular o trabalho total  $W$  concretizado pelo campo elétrico sobre a partícula quando esta se move do ponto  $i$  para o ponto  $f$  adicionamos, por integração, os trabalhos executados sobre a carga elétrica quando esta sofre todos os deslocamentos  $d\vec{s}$  de que é composta no percurso;

$$W = q_0 \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (14)$$

Portanto, substituindo-se o trabalho  $W$  pelo seu valor em termos da diferença de potencial, dado pela equação ( $\Delta V = V_f - V_i = -\frac{W}{q}$ , temos;

$$V_f - V_i = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (15)$$

Assim, a diferença de potencial  $V_f - V_i$  entre pontos  $i$  e  $f$  na presença de um campo elétrico é igual ao negativo da integral de linha, isto é, da integral ao longo de um percurso de  $\vec{E} \cdot d\vec{s}$  do ponto  $i$  até o ponto  $f$ . Entretanto, como a força eletrostática é conservativa, todas os percursos levam ao mesmo resultado.

Se o campo elétrico é conhecido em todos os pontos de uma determinada região, a equação 07 admite resolver a diferença de potencial em meio dois pontos quaisquer da determinada região. Se utilizar o potencial  $V_i$  do ponto  $i$  como sendo zero, a equação 07 torna-se;

$$V_f = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (16)$$

aonde o índice  $f$  de  $V_f$  foi excluído. A equação (08) pode ser utilizada para determinar o potencial  $V$  em quaisquer pontos  $f$  em semelhança ao potencial do ponto  $i$ , adotado como sendo zero (HALLIDAY, DAVID, 2010).

#### 2.1.4 Resistor elétrico

A movimentação da corrente elétrica em um condutor é a importância da utilização de uma tensão elétrica entre dois terminais do condutor. Compreende-se, porém, depende-se do condutor a corrente elétrica apresentará valores diversos para uma mesma tensão elétrica. O motivo é a resistência que os condutores proporcionam ao movimento das cargas elétricas.

O alemão George Simon Ohm, físico e matemático, em 1827, concluiu que, ao manter a temperatura constante, a tensão elétrica nos terminais dos resistores é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica que transpasse (BONJORNIO, 2016).

Ohm fez diversificar a diferença de potencial ( $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$ ) em um resistor e obteve respectivamente as correntes ( $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ ). Logo concluiu que;

Então;

$$g \alpha = \frac{U_1}{i_1} = \frac{U_2}{i_2} = \dots = \frac{U_n}{i_n} = R \rightarrow \text{constante.} \quad (17)$$

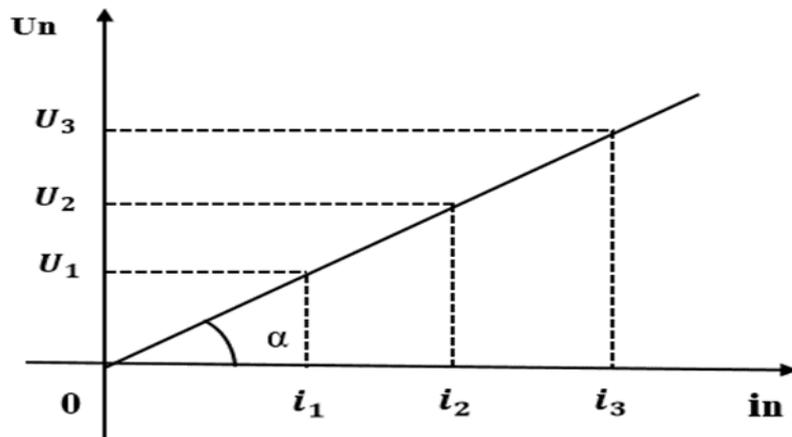


Figura 3 – Reta característica de um resistor ôhmico (VÁLIO, 2016).

Cada condutor proporciona uma constante peculiar. Valor esse que a constante simboliza a resistência do condutor o caminho da corrente elétrica. Representado a constante por **R**, a *1ª lei de Ohm* pode ser escrito da seguinte forma:  $U = R \cdot i$ . A representação dessa relação entre tensão elétrica e corrente elétrica é indicada no gráfico acima. Portanto, os materiais condutores que obedecem à *1ª lei de Ohm* são conhecidos como condutores ôhmicos ou lineares. A unidade de medida da resistência elétrica, no Sistema Internacional SI, recebeu o nome de Ohm e é simbolicamente representado pela letra grega maiúscula ômega –  $\Omega$ . Onde  $1 \text{ ohm} = 1 \text{ volt/ampère}$   $1\Omega = 1\text{V/A}$ .

Ohm através de seus experimentos, concluiu que mantendo a temperatura constante, analisou que a resistência elétrica **R** do resistor é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à área do segmento. Mas dependia do material que compõem o resistor, no caso o comprimento e a área, e da sua temperatura. Esses resultados podem ser demonstrados por meio da expressão conhecida como *2ª lei de Ohm* (VÁLIO, 2016).

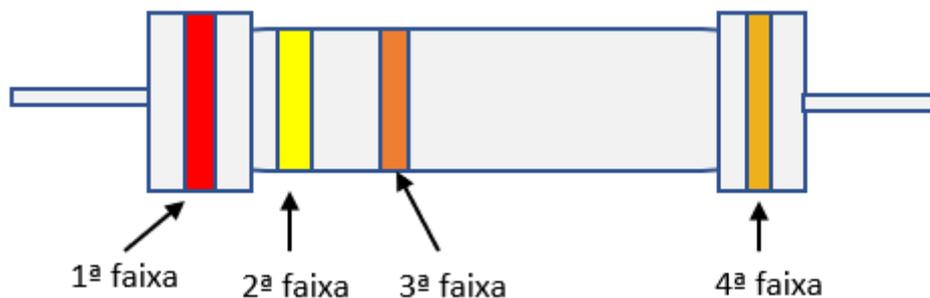
$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (18)$$

Sua unidade de medida é o ohm vezes metro – ( $\Omega \cdot \text{m}$ ). Portanto, é a resistividade elétrica do material que compõe o resistor.

O resistor habitualmente tem à forma cilíndrica onde tem-se um material cerâmico enrolado por uma camada espiral de material ou filme resistivo que origina o tipo e o valor da resistência identifica o resistor. Nas extremidades deste filme resistivo são colocados dois terminais. Constatar-se alguns tipos de resistores, entre esses, tem o resistor de carvão que é formado por uma base cilíndrico com um apoio de isolante coberto de fina camada de carvão com dois terminais metálicos. Esse material é codificado por meio de faixas coloridas que são classificadas de acordo com o código que admite determinar o valor da resistência do resistor.

Na figura 4, verifica-se a representação de um resistor para a determinação de seu valor da resistência elétrica que está no corpo do resistor, indicado por meio das faixas coloridas.

Figura 4: Resistor identificado por faixas que define o valor da resistência.



Fonte: Acervo do auto

O valor da resistência elétrica pode vir impresso no corpo do resistor ou indicado através de faixas coloridas. Essas faixas obedecem a um código que permite determinar o valor da resistência do resistor. Esse código de cores obedece à seguinte correspondência numérica (VÁLIO, 2016).

Tabela 1: Código de cores das faixas de um resistor.

Cor	Preto	Marron	Vermelho	Laranja	Amarelo	Verde	Azul	Violeta	Cinza	Branco
Algarismo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Fonte: Acervo do autor.

As faixas devem ser lidas sempre da esquerda para direita, seguindo o seguinte critério:

- ✓ 1ª faixa lado esquerdo indica o primeiro algarismo do valor da resistência;
- ✓ 2ª faixa indica o segundo algarismo do valor da resistência;
- ✓ 3ª faixa indica o número de zeros que devem ser adicionados aos dois algarismos anteriores.
- ✓ 4ª faixa indica a imprecisão ou tolerância do valor da resistência.

Portanto, se essa 4ª faixa for da cor prateada, a imprecisão é de 10%; se for da cor dourada, a imprecisão é de 5%. Em alguns casos a 4ª faixa não aparece, quando isso acontece pressupõe-se uma tolerância de 20% no valor da resistência, para mais ou para menos (VÁLIO, 2016).

### **2.1.5 Circuito elétrico**

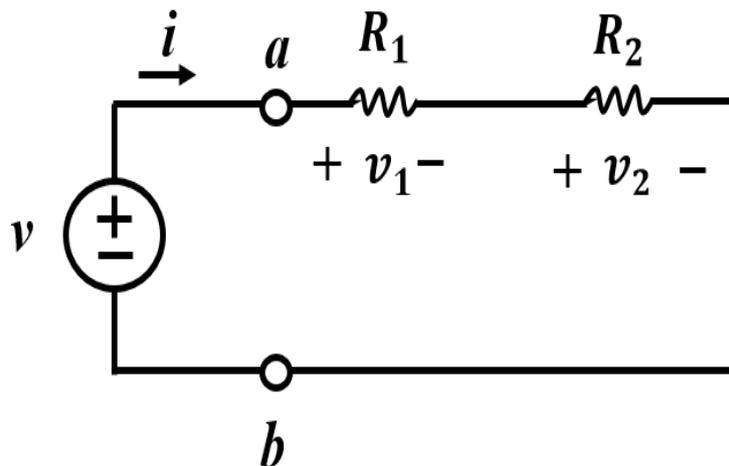
A teoria de circuitos elétricos é uma das teorias essenciais para campos da engenharia elétrica se fundamentam. Algumas áreas da engenharia elétrica, como instrumentos elétricos, geração de energia, eletrônica, controle, comunicações e máquinas, têm como princípio básico da teoria dos circuitos elétricos.

Algumas vezes, para realizar uma comunicação ou uma transmissão de energia elétrica de um determinado ponto a outro, e para isso é preciso de uma interligação de equipamentos elétricos. Desse modo, a interligação é conhecida como circuito elétrico e cada membro do circuito é chamado elemento (ALEXANDER, 2013).

Os circuitos elétricos conseguem apresentar componentes que estão organizados de várias formas, isso resultará do objetivo que se almeja colocar no aparelho. Os resistores conseguem ser associados de diversas maneiras que possam adquirir um resistor equivalente. Essa associação pode estar representada de três maneiras: associação em série, associação em paralelo e associação mista. Aqui ocorrerá uma exposição das associações em série e paralelo.

Quando vários resistores estão ligados um em seguida do outro, de modo a serem percorridos pela mesma corrente elétrica, nesse caso, chama-se associação de resistores em série. Para este caso, na figura 5, apresenta-se uma associação em série com dois resistores, veja abaixo.

Figura 5: Associação de resistores em série



Fonte: (ALEXANDER, 2013).

Como pode-se verificar, a intensidade da corrente elétrica  $i$  é a mesma em todos os resistores, até mesmo no resistor equivalente, já que eles se encontram ligados um em seguida do outro. Portanto, com isso em mente, analise o circuito elétrico com um único laço da Figura 04 e veja que ambos os resistores estão ligados em série, já que a mesma corrente  $i$  flui em ambos. Aplicando a lei Ohm a cada um dos resistores, obtém-se

$$v_1 = iR_1, \quad v_2 = iR_2 \quad (19)$$

Se aplicar a lei Kirchhoff para tensão, conhecida como LKT, ao laço tem-se:

$$-v + v_1 + v_2 = 0 \quad (20)$$

Ajustando-se as equações (17) e (18), obtém-se:

$$v = v_1 + v_2 = i(R_1 + R_2) \quad (21)$$

ou

$$i = \frac{v}{R_1 + R_2} \quad (22)$$

Analisando a equação (13) pode ser expressa por;

$$v = iR_{eq} \quad (23)$$

O que provoca o acontecimento dos dois resistores poderem ser trocados por um resistor equivalente  $R_{eq}$ ; ou seja,

$$R_{eq} = R_1 + R_2 \quad (24)$$

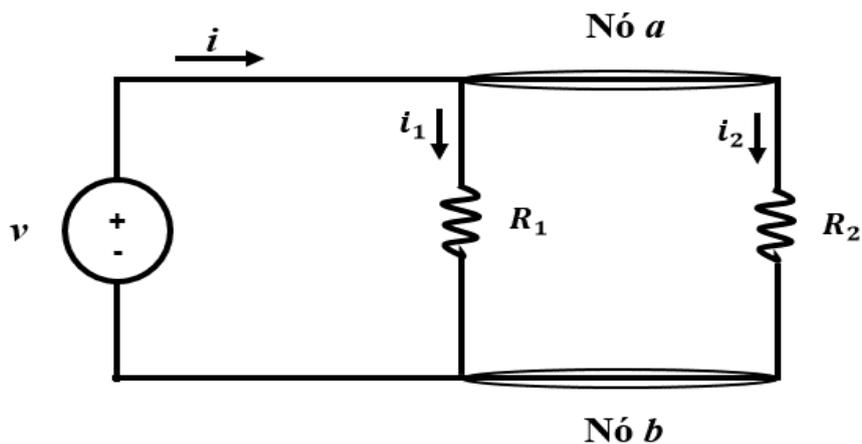
Portanto, na simplificação da observação de um circuito elétrico e para  $n$  resistores associados em série, então:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N = \sum_{n=1}^N R_n \quad (25)$$

A resistência equivalente de qualquer número de resistores ligados em série é a soma das resistências individuais (ALEXANDER, 2013).

Já na associação em paralelo, dois ou mais resistores estão ligados por dois pontos comuns, suportando a própria tensão elétrica. Observe a representação esquemática da figura 5, em uma combinação em paralelo:

Figura 6: Resistores ligados em paralelo.



Fonte: (ALEXANDER, 2013).

Em cada ponto A e B é um nó. A corrente elétrica total de intensidade  $i$  se subdivide no ponto A, e as partes se reúnem no ponto B. Portanto, as características da combinação em paralelo, define assim: a tensão elétrica  $U$  é a mesma em todos os resistores, pois estão ligados aos mesmos pontos A e B. Onde a intensidade corrente elétrica  $i$  na combinação é igual à soma das intensidades de corrente elétrica em cada resistor;

$$i = i_1 + i_2 \quad (26)$$

Ao substituir as resistências paralelo pela resistência equivalente  $R_{eq}$ , obtém-se:

$$i = \frac{V}{R_1}, \quad i = \frac{V}{R_2} \quad (27)$$

Comparando as equações (15) e (16), obtém-se a seguinte expressão:

$$i = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \longrightarrow V = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \longrightarrow \frac{V}{R_{eq}} \quad (28)$$

portanto,  $R_{eq}$  é a resistência equivalente dos resistores associados em paralelo, então;

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{ou} \quad R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (29)$$

então, a resistência equivalente é expressa matematicamente por:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (30)$$

Portanto, a resistência equivalente de resistores associados em paralelo é igual ao produto de suas resistências dividido pela soma dos mesmos (ALEXANDER, 2013).

### 2.1.6 Motor gerador

O gerador elétrico é um instrumento capaz de sustentar uma diferença de potencial entre dois terminais de um circuito elétrico, ele transforma em energia elétrica, outras maneiras de energia, como, por exemplo, pilhas e baterias nas quais acontecem os convertimentos de energia química em energia elétrica. Nas usinas hidrelétricas tem-se a conversão de energia mecânica das águas em movimento em energia elétrica, por meio de motores geradores. Uma fonte de energia elétrica externa é fundamental na maior parte dos circuitos elétricos para mover a carga por meio do circuito, esse elemento chama força eletromotriz (HALLIDAY, DAVID, 2010).

Embora uma corrente permaneceria estabelecida no circuito, uma mesma quantia de carga elétrica  $dq$  atravessa qualquer parte do circuito elétrico no tempo  $dt$ . Essa carga além disso, entra na fonte pelo seu polo negativo, saindo depois pelo positivo. Para acontecer isso, a fonte tem que realizar um trabalho  $dW$  sobre os portadores de cargas no

terminal positivo, movendo-se na direção de potencial maior, é um relacionamento em meio a energia total que o gerador fornece a uma determinada carga elétrica e o valor dessa carga elétrica é uma constante. Assim, por definição:

$$\mathcal{E} = \frac{dW}{dq} \quad (\text{a unidade de fem é o joule/Coulomb} = 1 \text{ Volt}) \quad (31)$$

Pode-se definir uma fonte *fem*, ou seja, gerador conforme sendo um instrumento em que energia química, energia mecânica ou de natureza qualquer é convertida em energia elétrica. Assim, a energia elétrica aglomerada não aumenta, já que ela é transformada em energia interna no resistor e, é disseminada sob modo de calor produzida pelo efeito do trabalho realizado (HALLIDAY, DAVID, 2010).

Por meio do princípio de conservação de energia, o trabalho utilizado pela fonte de fem, ou da força eletromotriz, precisa ser igual à energia térmica.

$$\mathcal{E}.i.dt = I^2 r.dt \quad (32)$$

A resistência elétrica interna do gerador é nula ( $R = 0$ ), o gerador é conhecido como gerador ideal, já que não espalha energia. Portanto, nesse caso, a tensão elétrica  $U$ , em meio seus polos são iguais à força eletromotriz.

$$R = 0 \text{ e } U = \mathcal{E}$$

$$U = \mathcal{E} - r.i \quad (33)$$

A situação da tensão elétrica entre os terminais A e B do gerador, ou seja, a diferença de potencial oferecida ao circuito externo é menor que sua força eletromotriz. Em um circuito simples composto por um gerador e um resistor, a tensão elétrica no meio dos terminais A e B. Porém esta diferença de potencial é fornecida ao circuito externo; portanto a diferença de potencial a que está submetido o resistor, então  $U = R.i$ , comparando as duas expressões, tem-se:

$$U = R . i \quad (34)$$

$$\mathcal{E} - r.i = R.i$$

$$\mathcal{E} = (R + r)i$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \quad (35)$$

onde;  $i$  – é corrente elétrica,  $\mathcal{E}$  – é força eletromotriz,  $r$  – é a resistência elétrica interna,  $R$  – é a resistência elétrica.

No entanto, encontram-se outros tipos de campos elétricos que não são produzidos por cargas fixas. Instrumentos como geradores elétricos, baterias, células fotovoltaicas e outros, constituem campos elétricos que são eficientes para forçar a movimento de uma corrente elétrica. Os antigos desbravadores da eletricidade e do magnetismo evidenciaram o marco força eletromotriz – *fem* para determinar a ação que produz a movimento da corrente. Este marco é ultimamente considerado como desajustado, pois a força eletromotriz é na realidade uma tensão elétrica (voltagem) e não uma força. No entanto, ele continua a ser amplamente aproveitado. Utilizando os termos tensão eletromotriz e *fem* como sinônimos e usará o símbolo  $V_{fem}$  para significá-los. O campo elétrico que produz a *fem* será chamado campo eletromotor (HALLIDAY, DAVID, 2010).

A tensão eletromotriz do ponto  $b$  para o ponto  $a$ , que é produzida por um campo eletromotor  $E_i$ , é definida pela integral de linha do campo existente  $E_i$  ao longo da trajetória.

$$U_{fem} = \int_b^a E_i \cdot dl \quad (36)$$

Quando o campo eletromotor  $E_i$  atua em apenas uma parte de trajeto fechado  $C$ , diga-se que entre os pontos  $a$  e  $b$  da passagem, tem-se.

$$U_{fem} = \oint E_i \cdot dl \quad (37)$$

Obviamente, se o campo eletromotor tiver sempre um componente no mesmo sentido de  $dl$ , a integral de linha no sentido de  $E_i$  dará um valor positivo para a *fem*  $U_{fem}$ . (HALLIDAY, DAVID, 2010).

### 2.1.7 Motor eletromagnético

Há tempos os motores eletromagnéticos são usados em diferentes máquinas e instrumentos que cumprem várias finalidades de utilidade ao ser humano. Campos magnéticos conseguem ser gerados por ímãs ou por correntes elétricas ao correr um

condutor. Trabalho mecânico pode ser criado, assim como, a corrente que, interage com um campo magnético externo, com presença na região na qual o condutor se encontra. O procedimento é idêntico à atração e repulsão de dois ímãs. Em qualidades apropriadas, é admissível até mesmo produzir um movimento frequente no condutor, assim, é composto a base de funcionamento dos motores elétricos (HALLIDAY, DAVID, 2010).

Procura-se construir um instrumento simples de motor de corrente contínua e fazer uma utilização de eletromagnetismo reiterando o aluno a apresentar um contato maior com os motores elétricos, bem como ajudá-lo a perceber a razão do princípio de funcionamento desses motores, conhecer os fatores que entusiasмам no funcionamento de um motor elétrico de corrente elétrica contínua, relata o efeito do campo magnético em cargas elétricas em movimento, relatar o movimento do campo magnético sobre uma corrente elétrica e observar como funciona um motor elétrico magnético (HALLIDAY, DAVID, 2010).

O princípio fundamental do funcionamento do motor elétrico magnético é a mudança do fluxo magnético e coerente a geração da corrente elétrica induzida. Os motores elétricos têm seu funcionamento fundamentado na presença de uma força magnética, ligada à corrente elétrica em campos magnéticos, com a aplicação de espiras. O motor elétrico apresentado funciona com fundamento na repulsão entre ímãs, um natural e outro não, gerando força magnética que surge sobre uma carga elétrica, que se move com velocidade, na presença de um campo de indução magnética externo.

Com relação ao fenômeno da indução eletromagnética, pode-se assegurar que uma corrente elétrica será induzida em uma associação fechada assim como, ele encontrar-se sujeito a um campo magnético que muda com o tempo. Portanto esta afirmação é conhecida como Lei de indução de Faraday (J.C. Slater e R.P. Feynman).

Para aplicar a lei de Faraday a questões específicas, precisa-se determinar a quantidade de campo magnético que cruza uma espira. Para calcular a quantidade de campo elétrico que atravessa uma espira. Para isso define-se um fluxo elétrico. Para definir um fluxo magnético; suponha que uma espira que envolve uma área  $A$  seja submetida a um campo magnético  $\vec{B}$ . Assim, o fluxo magnético (fluxo magnético através da área  $A$ ) que atravessa a espira é representado por:

$$\phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \quad (38)$$

O módulo da força eletromotriz induzida em uma espira condutora é idêntico à taxa de transformação com o tempo do fluxo magnético que cruza a espira. Assim, Faraday caracterizou esse fenômeno qualitativamente e quantitativamente, de modo que matematicamente pode ser escrito assim:

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\phi_B}{dt} \quad (\text{bobina } N \text{ espira}) \quad (39)$$

nos quais o sinal negativo indica a divergência a que se refere. Esse sinal é de modo repetido esquecido, já que em muitos casos estamos interessados apenas no valor absoluto da força eletromotriz induzida (J.C. Slater e R.P. Feynman).

Esta lei, como se conhece, determina que a *fem* induzida em um circuito fechado, vale a modificação temporária do fluxo magnético por meio da área por ele demarcada,

$$\mathcal{E} = - \frac{d\phi}{dt} = - \iint_A \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} \quad (40)$$

onde  $\mathcal{E}$  é a *fem* induzida no circuito,  $A$  é a área por ele demarcada,  $B$  é a indução magnética ou densidade de fluxo magnético,  $\phi$  é fluxo magnético por meio da área  $A$  e o sinal tem a ver com o sentido da corrente elétrica induzida.

A abordagem alternativa ao uso da lei de Faraday nessas situações consiste em considerar a força eletromotriz sob o ponto de vista de (J.C. Slater e R.P. Feynman).

## 2.2 Aprendizagem significativa de David Ausubel

David Paul Ausubel (1918 – 2008) foi um renomado psicólogo da educação estadunidense (americano do norte) que expandiu a teoria cognitiva designado como teoria da aprendizagem significativa.

As correntes cognitivistas possuem perspectiva na cognição, no ato de conhecer, isto é, como o sujeito entende o mundo que o cerca. Os procedimentos mentais, ou o pensar, do ser é avaliado sob ótica científica.

É provável que ao iniciar a entender as diferenças entre as correntes comportamentalistas e cognitivistas, fique-se tendencioso o consentimento da concepção

de que a mente é, ou apenas possui, um sistema estruturado capaz de registrar informações e relacioná-las hierarquicamente.

Em resumo, a teoria ausubeliana sugere uma forma de aprendizagem que aconteça em certa estrutura cognitiva, como um método hierárquico de guardar informações que, ao ligarem-se ao âmbito mental do sujeito, possam ser manuseadas e aproveitadas adequadamente futuramente, através da organização e integração dos assuntos aprendidos significativamente (AUSUBEL,1980).

A teoria cognitiva de Ausubel possui como significado fundamental a aprendizagem significativa. Conforme Ausubel, a aprendizagem significativa está relacionada à obtenção de novas explicações e estas, por sua vez, são produtos deste tipo de aprendizagem, isto é, o surgimento de novos significados no estudante que reflete e venha a complementação de um procedimento de aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

Moreira (2014), em uma obra na qual reúne informações sobre várias teorias de ensino e aprendizagem, traz significações e aparências relevantes da teoria ausubeliana como:

“A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor” (MOREIRA, 2014, p.161).

### **3 METODOLOGIA**

Para aplicar este kit experimental, iniciou-se com a preparação dos alunos no que concerne ao conteúdo planejado de física característico ao conceito sugerido no kit, que é o de eletricidade e mais precisamente os conceitos de corrente elétrica; intensidade da corrente elétrica; corrente elétrica contínua e alternada; estudos dos resistores; resistência elétrica e Lei de Ohm; potência elétrica; circuito elétrico em série e paralelo. Foram ministradas aulas teóricas do conteúdo de eletromagnetismo, como já citado anteriormente os conceitos básicos.

De uma maneira geral as duas turmas foram submetidas aos mesmos instrumentos de avaliação (questionários avaliativos). Além disso, houve as aulas teóricas e expositivas delineadas pelo kit experimental com especificidade para cada turma, sendo abordados conteúdos e aplicados roteiros distintos. A seguir serão apresentados os referenciais e materiais metodológicos utilizados na proposta pedagógica a qual se baseia na interatividade dos alunos com os objetos de estudo, através das atividades experimentais fundamentadas nas teorias de aprendizagem apresentadas anteriormente (MOREIRA, 2009).

#### **3.1 Kit experimental**

Para o desenvolvimento da pesquisa foi construído um instrumento, ou seja, um kit experimental que facilitasse a compreensão dos conhecimentos de física relacionados com o estudo da eletricidade. Inicialmente, elaborou-se 04 (quatro) experimentos, com materiais de fácil acesso. Com esse kit experimental basicamente, pode-se trabalhar com os seguintes assuntos: corrente elétrica, diferença de potencial, associação de resistores em série e paralelo, cálculo do valor da resistência de um resistor, carga elétrica, força magnética, força eletromotriz, indução eletromagnética, lei de Faraday – Lenz, energia elétrica e energia mecânica.

A finalidade deste trabalho não foi exclusivamente desenvolver um kit experimental para ensinar alguns conceitos de eletricidade, porém também oferecer assistência ao professor para utilizá-lo de forma apropriada para fomentar a metodologia de ensino aprendizagem, abrilhantando consideravelmente suas aulas em termos de conteúdo, e tornando mais interessantes as aulas e despertando o interesse pelos alunos.

Diante disso, no desenvolvimento desse trabalho foi aplicada a pesquisa-ação e a aprendizagem significativa. Em relação à pesquisa-ação, no decorrer do procedimento de ensino aprendizagem, aconteceram permanentemente mediações entre prática e a investigação (LOPES, 2014).

A partir dessas investigações e observações, começou-se a pensar na construção do kit experimental com alguns conceitos de eletricidade, a intenção de fazer um trabalho bem estruturado, simultaneamente, pesquisando um referencial teórico a fim de oferecer subsídio pedagógico ao trabalho proposto. Assim, começou-se a estudar quais os conteúdos deveriam fazer parte do kit experimental e como deveriam ser as atividades práticas.

No instrumento pedagógico foi realizada a construção de quatro dispositivos experimentais:

- Circuito em série e paralelo;
- Associação de resistores em série;
- Motor – Gerador;
- Motor eletromagnético.

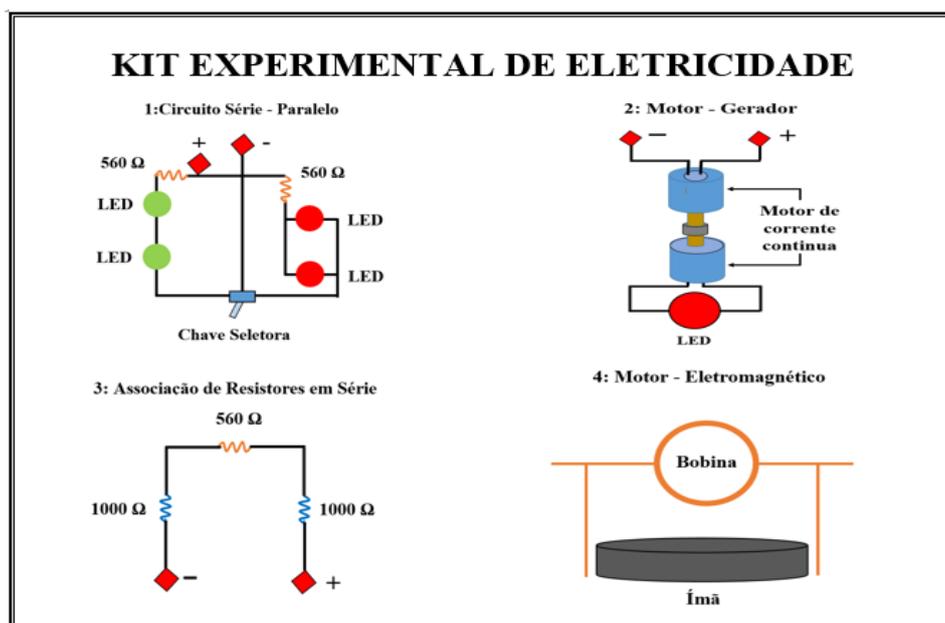
Estas atividades experimentais tinha a intenção de os alunos participarem ativamente das atividades, sendo incentivados a refletir sobre as atividades práticas, de modo inclusivo, instruindo-se e debatendo com os demais colegas.

Ao idealizar o kit experimental, priorizou-se também a segurança dos professores e dos alunos, portanto, a facilidade no uso dos componentes, bem como a simplicidade em encontrar todos os materiais e componentes do kit experimental.

Atencioso à necessidade de construir um kit experimental que manifestasse o interesse dos estudantes, procurou-se escolher componentes apropriados à finalidade da proposta. e fácil de encontrar no mercado.

Com base na pesquisa e os conceitos abordados, que aparecem nos livros didáticos e na demanda do dia a dia em sala de aula, chegou-se à conclusão de que o kit experimental deveria ser uma tábua de compensado com dimensões de aproximadamente de 70 cm de comprimento, 40 cm de largura e 1,5 cm de espessura, comportando quatro dispositivos experimentais. Usando uma das superfícies da tábua, foi construído um kit com experimentos, como mostra a figura 7;

Figura 7: Diagrama esquemático do kit experimental.



Fonte: Acervo do autor

A figura 7 mostra que o primeiro experimento (placa de circuito em série e em paralelo) era composto de 50 centímetros de fio 3,5 milímetros, 04 lâmpadas de leds, 02 resistores de 56,01 chave seletora com 03 posições.

O segundo experimento (motor gerador) é composto dos seguintes materiais, 50 centímetros de fio 3,5 milímetros, 01 lâmpada led de alta de brilho de 03 V, 01 motor tirado de impressora, 02 geradores de 9 V, de impressora.

O terceiro (circuito em série) era composto com 02 resistores de 1k Ohm, 01 resistor de 560 Ohm, aproximadamente 20 cm de fio de 3,5 milímetros.

O quarto e último experimento (motor eletromagnético) era composto pelos seguintes materiais: 02 pedaços de fio de cobre de 02 mm, com eles construa os dois suportes de sustentação da bobina como mostra na figura 13, em seguida fixa eles na superfície da tábua até ultrapassá-la um centímetro mais ou menos, para ligar a fonte.

A bobina móvel precisará de 50 metros de fio de cobre de 0,9 milímetros mm, enrola-se o fio de cobre numa pilha de tamanho D, cano ou qualquer outro objeto parecido de formato cilíndrico, com cerca de 2 centímetros de diâmetro. Deve-se deixar duas pontas de aproximadamente 04 centímetros de comprimentos, em ambas extremidades. Escolha uma das extremidades do eixo da bobina e raspe todo o esmalte do fio de cobre,

dando a volta completa. A outra extremidade, apenas a parte do fio voltada para cima; a parte inferior conserva o esmalte, que é isolante. De acordo com a figura 7, posiciona-se e fixa um ímã entre os dois suportes da bobina, de forma que mantenha uma altura aproximada da bobina. Daí, se contato com a pilha for ajustado e a bobina não funcionar, às vezes é preciso, no início, girar a bobina manual, ou seja, dar um empurrãozinho. Além desses materiais mencionados acima, foram utilizados outros materiais/objetos como: cola, solda, suporte de borracha e fita adesiva. Vale ressaltar que nessa placa experimental, todos os experimentos usam uma pilha de 9 V, com um pedaço de fio de 10 centímetros de 1 milímetro de espessura, em uma das extremidades é fixado um anteparo próprio para pilha, para conectá-la e na outra extremidade fixa duas saídas, modelo jacaré para conectar na fonte do experimento.

Na confecção desse kit experimental mostrado na figura 7, foram utilizados os seguintes materiais: fios de cobre, cola, alicate, ferro de solda, garras jacaré, fonte de tensão de 9 V (bateria) e um multímetro.

### **3.2 Material de apoio ao kit experimental**

Uma vez que placa, ou seja, kit experimental estava concluído, pronto para ser utilizado em sala de aula, passou-se a desenvolver o manual do professor, o roteiro do aluno, os apêndices que servirão de suporte ao professor que se interessar em produzir e utilizar o seu próprio kit experimental e usá-lo em sala de aula, com base nas informações coletadas na aplicação das atividades práticas utilizando o kit experimental.

### **3.3 Manual do professor – Apêndice IV**

Com o objetivo de fornecer suporte ao professor, foi desenvolvido o “Manual do professor” para que possa utilizar o kit experimental e trabalhar os conceitos propostos que o acompanha. Este manual foi inspirado no livro “Ser Protagonista” de Adriana Benetti Marques Válio, que é uma referência de ensino de atividades práticas dentro da filosofia construtivista do conhecimento (VÁLIO, 2016).

Tendo em vista de dar suporte aos professores que usarão o kit experimental, no manual do professor fez-se recomendações quanto ao uso de cada parte do kit experimental, bem como os cuidados com a segurança no uso e manuseio do mesmo. Os tópicos de cada experimento oferecem um breve texto, com orientações de como organizar a experiência, os detalhes mais fundamentais a serem analisados; um breve

esclarecimento dos conceitos físicos propostos e, com base na experiência prática de produção e bom emprego em sala de aula dos autores, casuais problemas que possam acontecer e suas resoluções, fornecendo assim uma assistência para que o professor possa proporcionar aos seus alunos uma aula prática experimental que traz uma contribuição de maneira significativa para o metodologia de ensino aprendizagem.

### **3.4 Manual do aluno - Apêndice E**

Com o intuito de proporcionar uma aula prática, dentro de um campo construtivista, o roteiro do aluno foi desenvolvido com a finalidade de ajustar, auxiliar, despertar no alunos vontade de aprender, instigando-o a pensar, a resolver os problemas e aprender com seus próprios erros.

Esse roteiro consta no apêndice V, que poderá ser considerado e se necessário, revisto, melhorado pelo professor que porventura venha a utilizá-lo.

### **3.5 Aplicação do kit experimental**

Para a aplicação do kit experimental, foram reservadas 10 (dez) aulas de quarenta e cinco minutos cada. As três primeiras aulas foram aplicações dos conceitos propostos no kit. A quarta aula foi aplicação do questionário prévio, inerente aos assuntos aplicados nas aulas anteriores com objetivo de avaliar os conhecimentos dos alunos. A quinta aula foi para explicar o funcionamento e a utilização do multímetro bem como a constituição e funcionamento dos LEDs, do motor gerador, motor eletromagnético e, por fim, explicação do kit completo. Na sexta, sétima e oitava aula foi a feita aplicação do kit experimental. A nona e décima aula foi aplicação do questionário pós e questionário de nível satisfatório, todos os questionários constam nos apêndices deste trabalho, a fim de testar quantitativamente a eficiência do kit experimental e da metodologia de aplicação. Portanto, foram necessárias então 10 (dez) aulas de 45 (quarenta e cinco) minutos para a consolidação da aplicação deste trabalho.

A aplicação do kit experimental em ambas as turmas, dividiu-se as turmas em seis equipes, para compor as bancadas existentes, nas quais era exposto o kit, para que os alunos seguissem os roteiros para fazerem as atividades experimentais propostas.

Aqui serão expostos o ambiente em que foi realizado o trabalho de pesquisa, o público-alvo, os materiais e a descrição das atividades desenvolvidas com os alunos.

### **3.5.1 Escola e as turmas envolvidas**

A escola estadual de Ensino Médio Professor Lício Solheiro localiza-se no município de Brejo Grande do Araguaia/PA, no centro da cidade, única na sede do município, atende atualmente 290 alunos da zona urbana e rural nos três turnos disponíveis.

O público alvo do trabalho foram 02 (duas) turmas da escola, pelo fato da escola ter apenas duas turmas de 3º ano. Ao todo participaram 65 alunos das duas séries, sendo 27 alunos da 3ª série A, 38 alunos da 3ª série B, com apoio do professor de Física das turmas, nas quais o próprio mestrando trabalha como professor da disciplina de Física.

Os espaços pedagógicos disponíveis pela a escola são: sala de aula, pátio e mini secretaria onde funcionam todos setores administrativos da escola. Como a escola não disponibiliza de laboratório multidisciplinar, as atividades foram desenvolvidas em sala de aula da escola.

As aulas da escola são ministradas em dois períodos: a turma 3ª série A dispõe de atividades no período vespertino por atender alunos da zona rural que dependem do transporte escolar e a turma 3ª série B, que funciona no período noturno.

O primeiro passo na aplicação dessas atividades foi alinhar as atividades experimentais aos objetivos da proposta. Atualmente, poucos professores utilizam atividades experimentais em suas aulas.

Conforme Zabala (1998, p.18), as sequências didáticas são ferramentas imprescindíveis para a utilização das atividades de forma ordenada, estruturadas e articuladas com os objetivos educacionais propostos, ou seja, aplicam-se as atividades experimentais de modo que atendam as expectativas, tanto de professores quanto de estudantes na realização das atividades desenvolvidas

### **3.5.2 Questionários avaliativos**

Neste trabalho, foram aplicados três questionários avaliativos nas turmas: questionário avaliativo prévio, a respeito dos conceitos mencionados anteriormente, sendo aplicado individualmente; questionário avaliativo pós, é no mesmo moldes do questionário prévio, só que realizado após as atividades experimentais, também aplicado individualmente; e por fim o questionário satisfatório, também aplicado individualmente.

Os questionários avaliativos foram aplicados com intuito de aferir o nível de aprendizado dos alunos em todas as fases do processo de ensino.

O questionário avaliativo prévio foi aplicado previamente antes das aulas expositivas, dessa forma, foi possível compreender o que de fato a série detinha de conhecimento prévio sobre o assunto a ser abordado. Nos questionários foi possível explorar todas as possíveis respostas a respeito de um determinado item, além do fato de apresentarem a vantagem de se coletar diretamente a resposta de forma objetiva. É fundamental ressaltar a necessidade em informar os estudantes sobre a relevância em responder o questionário, pois ainda servirá como ponto de partida para que o professor possa encaminhar as atividades e fornecer um retorno sobre o conteúdo trabalhado.

O questionário pós, que foi aplicado após a realização das atividades experimentais de ensino, para buscar as concepções, do ponto de vista dos alunos, após as aulas práticas (atividades experimentais) realizadas em sala de aula, nos mesmos moldes do primeiro, com questões que despertem o interesse através das apresentações, mas também que buscavam aproximar-se os mesmos aspectos do fenômeno. A partir daí, reproduziu-se a organização das respostas, dentro dos mesmos critérios, para estabelecer-se existiu qualquer alteração na forma de raciocinar e estabeleceu uma comparação com resultados obtidos do primeiro questionário (questionário prévio).

O questionário satisfatório, foi aplicado após a finalização de todas as atividades práticas, no intuito de avaliar o grau de satisfação dos alunos. Portanto, este questionário objetivou medir o nível de satisfação dos alunos que participaram das atividades experimentais. Para que os alunos pudessem apresentar um sentimento ou de prazer ou descontentamento com o resultado das atividades experimentais obtido através do desempenho esperado em relação às expectativas dos alunos. Assim, se o desempenho atender às expectativas, os alunos estarão satisfeitos e se excedê-las estarão altamente satisfeitos. A fim de verificar o avanço no conhecimento adquirido, ou seja, se houve indícios de uma aprendizagem significativa.

### **3.5.3 Aulas teóricas**

As duas turmas tiveram aulas semelhantes: nas duas primeiras aulas, foram trabalhados os conceitos normais, como é trabalhado no cotidiano. O professor dialogando com os estudantes a respeito dos conteúdos (corrente elétrica; intensidade da corrente elétrica; corrente elétrica contínua e alternada; estudos dos resistores; resistência

elétrica e Lei de Ohm; potência elétrica; circuito elétrico em série, paralelo; e capacitância), extraída do livro didático “Ser Protagonista”, Física 3º, ensino médio (VÁLIO, 2016), abrindo as discussões sobre a importância histórica dos conceitos, mostrando a sua relação com a visão de mundo das pessoas e esclarecendo a importância dos temas trabalhados, no dia a dia do ser humano.

#### **3.5.4 Aulas expositivas (Apresentação do kit)**

Após a aplicação do questionário avaliativo prévio a respeito dos conceitos abordados nas aulas teóricas, procederam-se as atividades experimentais. Nessas aulas, foram abordados os conteúdos específicos de cada turma e as noções sobre o kit experimental, aplicações e principais funções. As aulas expositivas foram imprescindíveis no processo de consolidação das atividades pedagógicas, em virtude de subsidiar os alunos com a fundamentação teórica exigida para a compreensão e manipulação das experimentais, além disso, propiciou-lhes conhecerem um pouco sobre lógica, construção, componentes e aplicações dos experimentos que compõem o kit experimental (SARAIVA-NEVES, 2019).

#### **3.5.5 Roteiros dos experimentos**

Para cada experimento desenvolvido nas turmas, seguiram-se roteiros para as duas turmas, 3ª A e B, respectivamente, os roteiros constam no apêndice V. Neles estão descritos os materiais utilizados nas atividades experimentais, além do procedimento metodológico de apoio ao professor, ou seja, durante toda a atividade seguiu-se na íntegra os roteiros específicos para cada experimento.

A utilização dos roteiros durante os experimentos tem como principais objetivos manter a organização do espaço e das atividades experimentais, a padronização da operacionalização do kit durante as atividades desenvolvidas e a hierarquização das etapas de sua realização. Além dos roteiros das atividades propostas voltadas ao professor, os alunos seguiram o roteiro de anotações e observações obtidas através das atividades sob orientação do professor, tais como medidas de corrente elétrica, dentre outros.

### **3.5.6 Desenvolvimento dos experimentos**

As atividades definidas nesse trabalho foram realizadas na sala de aula nos períodos: vespertino, no horário normal das aulas de física da turma do 3º ano A e no período noturno, também no horário normal das aulas de física.

As atividades pedagógicas de ensino foram divididas em 04 (quatro) momentos: no primeiro momento, aplicados os conceitos de eletricidade, assim como é aplicado em dias normais de aula, depois foi apresentada aos alunos a proposta das atividades e demais informações que seriam desenvolvidas naquele período. No segundo momento, após as aulas teóricas e apresentação da proposta, os alunos foram submetidos a resolverem do questionário avaliativo prévio acerca do conceitos que foram aplicados nas aulas teóricas e que seriam abordados nos experimentos. No terceiro momento, os alunos foram submetidos à aula expositiva com a apresentação do conteúdo e das noções sobre o kit experimental e o roteiro para sua realização, isso é, os alunos conheceram o que de fato iriam tratar na análise de dados dos experimentos. Após essa exposição foram aplicados todos os experimentos do kit (PEREIRA, 2016).

Por fim, no último momento, os alunos com base nas informações adquiridas por meio das atividades experimentais foram submetidos a resolverem os questionários pós teste e satisfatório.

### **3.5.7 Atividade experimental I (Circuito em série e paralelo)**

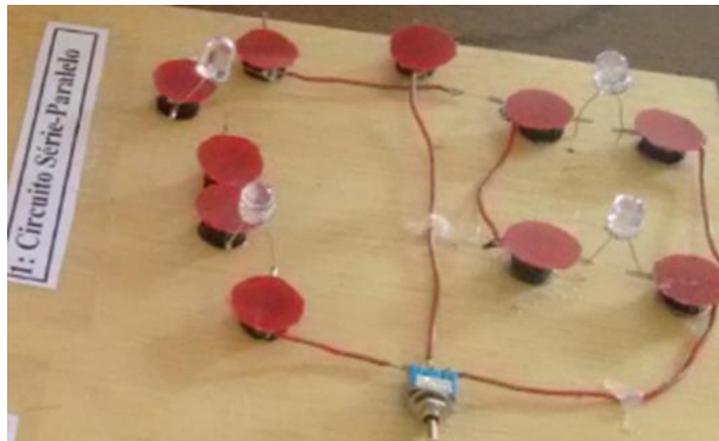
As primeiras atividades experimentais que foram desenvolvidas foi circuito em série e paralelo foi aplicado nas duas turmas do 3º ano do ensino médio, em seus respectivos horários de aulas, com o acompanhamento e participação do professor para tirar as dúvidas dos alunos. Os experimentos mostraram-se muito fácil para ser manuseado e de grande aceitação pelos alunos.

Um ponto positivo sobre a aplicação do kit experimental foi a motivação dos alunos, pôde-se constatar que todos os alunos participaram ativamente da atividade experimental, prontificando-se a realizar e analisar os fenômenos observados. Após a apresentação e boas vindas, o professor passou as informações sobre a atividade experimental, os alunos foram divididos em equipe e com o auxílio do roteiro dado aos alunos iniciou-se as atividades experimentais.

Como visto, o intuito dessa atividade experimental foi despertar o interesse pela física obter informações sobre o conhecimento a respeito dos conceitos que foram abordados tanto na aulas teóricas, quanto nas atividades experimentais. Em seguida, os alunos foram submetidos à aula expositiva, visando à demonstração prática da associação em série e paralelo de resistores, com a conexão de dois LEDs em série acionadas por uma chave seletora, verificando a relação de brilho com as potências e tensões dos LEDs.

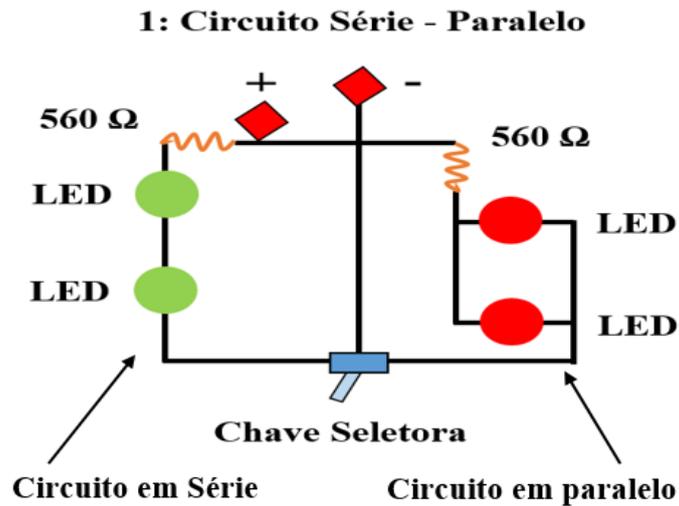
Na figura 8 é apresentado um circuito elétrico em série. Observando o circuito pode-se perceber que os LEDs estão ligados entre si na mesma sequência e na mesma direção. E no circuito elétrico em paralelo, este sistema visa demonstração prática da associação em paralelo de LEDs, com a conexão de dois LEDs em paralelo acionados por uma chave seletora, verificando a relação de brilho com as potências e tensões dos LEDs. O diagrama esquemático do circuito série – paralelo esta apresentado na figura 9.

Figura 8: Circuito elétrico ligado em série paralelo.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 9: Diagrama esquemático de circuito em série e paralelo.



Fonte: Acervo do autor.

Ao ligar a chave do circuito elétrico em série, verificar a diferença de potencial em seus terminais e a corrente elétrica passando pelos LEDs, calculando assim o valor das suas resistências elétricas em funcionamento. Desconectar um dos LEDs, verificar-se como o sistema se comporta na ausência deste LED de forma qualitativa, comentando o que acontece. Comparar os valores das resistências elétricas calculadas para cada uma dos LEDs. Caso observe diferentes valores calculados para resistência de um mesmo LED, responder quais os parâmetros físicos que estão alterando este valor e porque ocorre esta alteração.

Já no circuito elétrico em paralelo, ao ligar a chave, verificar a diferença de potencial em seus terminais e a corrente elétrica passando pelos LEDs, calculando assim o valor das suas resistências elétricas e da potência elétrica em funcionamento, situação em que a corrente elétrica se divide ao longo do circuito. Isso acontece para que haja tensão elétrica constante em todos os pontos. Desconectar um dos LEDs e verificar como o sistema se comporta na ausência deste LED de forma qualitativa, o outro LED permanece ligado com a mesma intensidade de corrente elétrica.

### 3.5.8 Atividade experimental II (Motor gerador)

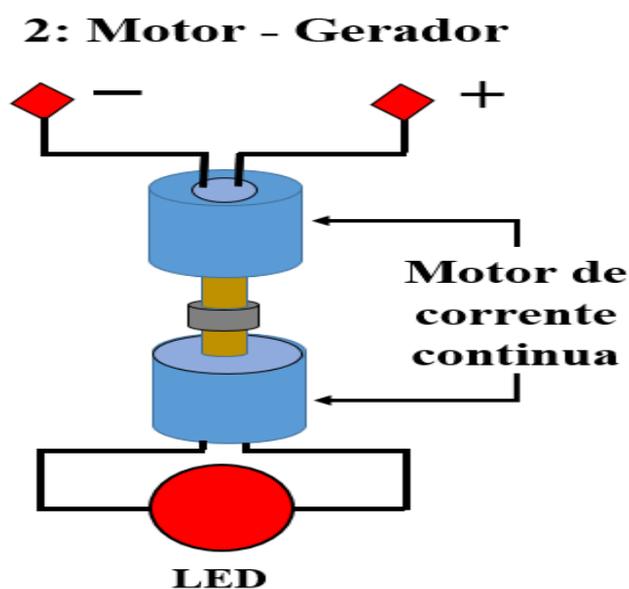
A maioria das pessoas convive e trabalha com algum tipo de um circuito elétrico. Diferentes formas de energia podem ser convertidas em eletricidade e, da mesma forma, a eletricidade pode ser convertida em diferentes formas de energia. O gerador elétrico é

um dispositivo que transforma energia mecânica em energia elétrica. O motor elétrico, essencialmente um gerador utilizado de maneira diferente, transforma energia elétrica em energia mecânica. Os geradores são utilizados para fornecer quase toda a energia elétrica usada atualmente (MOREIRA, 2001).

A finalidade dessa atividade experimental foi despertar o interesse pela física, obter informações sobre o conhecimento a respeito dos conceitos que foram abordados tanto nas aulas teóricas, quanto nas atividades experimentais. Em seguida, os alunos foram submetidos à aula expositiva, visando à demonstração prática das diferentes maneiras que podem converter energia. Nessa atividade, observa-se alguns processos de transformação da energia elétrica. Para isso, utilizou-se três geradores diferentes: um químico, um motor e um gerador.

Figura 10 é apresentado um motor gerador com um sistema composto por um LED. Observando o motor gerador pode-se perceber que o LED está ligado, este sistema visa demonstração prática a transformação de energia.

Figura 10: Diagrama esquemático motor gerador.



Fonte: Acervo do autor.

Ao ligar a fonte, que é um gerador químico (bateria), pois em seu interior ocorre a transformação da energia química dos reagentes em energia elétrica, observa-se que essa energia química é convertida em energia mecânica, girando o motor, que em seguida é convertida em energia elétrica pelo gerador, que acende um LED (energia luminosa).

Se o LED não ligar, é só inverter a ligação dos fios dos terminais da bateria, pois o LED possui polaridade e deve ser ligado à bateria de maneira correta.

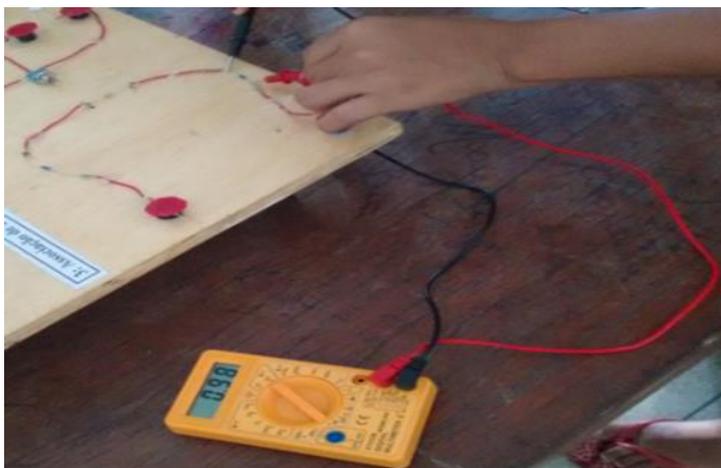
Ainda que seja grande a variedade de motores e geradores elétricos, verificar-se que todos eles são basicamente muito semelhantes. Nessa atividade experimental primeiro usou-se energia química da bateria, que funcionou o motor havendo uma transformação de energia química para energia mecânica, em seguida a energia mecânica (energia cinética) que gira o gerador e transforma energia elétrica em luminosa, quando acende o LED.

### 3.5.9 Atividade experimental III (Associação de resistores em série)

Nessa atividade experimental, foi aplicado o experimento de circuito elétrico de resistores em série com intuito de verificar o valor equivalente de um circuito elétrico em série de Resistores.

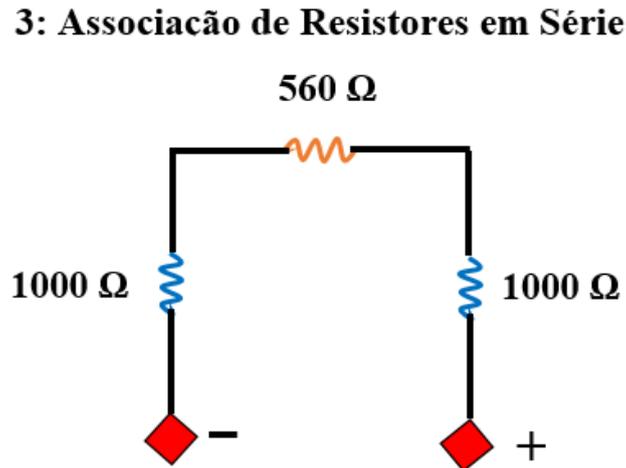
Figura 11 é apresentado um circuito elétrico de resistores em série. Observando o circuito da figura pode-se perceber que os resistores estão ligados entre si na mesma sequência e na mesma direção. O diagrama esquemático desse circuito está apresentado na figura 12.

Figura 11: Associação de resistores em série.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 12: Diagrama esquemático de associação de resistores em série.



Fonte: Acervo do autor.

Observa-se nessa atividade que associação em série os resistores são ligados em sequência, de tal forma que o terminal de um resistor é ligado ao terminal do resistor seguinte e, deste modo, continuamente.

A característica fundamental dessa associação de resistores é que só há um caminho para a corrente elétrica percorrer, assim, ela é obrigada a passar por todos os resistores. Portanto, a intensidade da corrente elétrica que atravessa o resistor 1 é a mesma para o resistor 2 e a mesma para o resistor 3. Desta forma, se os resistores da associação forem iguais, a diferença de potencial será distribuída em partes iguais. No entanto, se os resistores forem diferentes, a diferença de potencial será distribuída em partes diferentes. De qualquer maneira, a soma das diferenças de potencial em cada resistor é a diferença de potencial da fonte.

No circuito elétrico em série, quanto maior o número de resistores da associação, maior será a resistência elétrica e, assim, menor será a intensidade da corrente elétrica que o percorre. Do mesmo modo, pode-se falar que a resistência equivalente a uma associação de resistores em série é a soma das resistências dos resistores associados.

#### **3.5.10 Atividade experimental IV (Motor eletromagnético)**

Nessa atividade experimental, o aluno teve a oportunidade de conhecer e compreender os fenômenos físicos envolvidos na atividade. A função do motor elétrico é

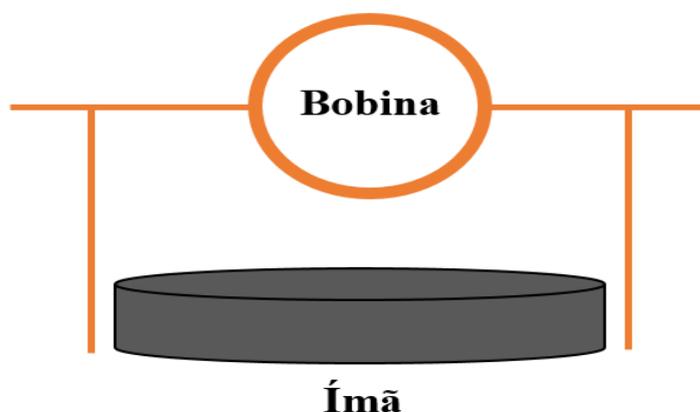
converter energia elétrica em energia mecânica utilizando o magnetismo e corrente elétrica.

O princípio fundamental de funcionamento do motor elétrico é a mudança do fluxo magnético e conseqüente geração da corrente elétrica induzida. Esses motores possuem seu funcionamento fundamentado na existência de uma força magnética, associada à corrente elétrica em campos magnéticos, com o utilização de bobina.

Figura 13 é apresentado um motor eletromagnético de corrente contínua com um sistema composto por uma bobina. Este experimento visa a demonstração prática da transformação de energia.

Figura 13: Diagrama esquemático motor eletromagnético.

#### **4: Motor - Eletromagnético**



Fonte: Acervo do autor.

Ao ligar a fonte nos terminais, ou seja, nos suportes que sustentam a bobina, esta fornece uma corrente elétrica que passa pela bobina mergulhada num campo magnético que provoca o aparecimento de força que age sobre ela fazendo-a girar. Isso acontece porque, quando o campo magnético do ímã exerce forças sobre as cargas elétricas em movimento, o ímã gera um campo magnético que interage com o campo magnético gerado pela corrente elétrica que passa pela bobina. Com o experimento, fica evidente a interação do campo magnético de um ímã permanente com o campo magnético produzido por uma bobina alimentada com corrente contínua.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Introdução**

Na busca pela melhoria no ensino e através da experiência adquirida no ensino de Física na rede pública constatou-se certa dificuldade de aprendizagem dos alunos da 3ª série do ensino médio, refletindo-se nos resultados no final do ano letivo. Os estudantes muitas vezes associavam a disciplina de Física somente à aplicação de fórmulas. Não compreendem os conceitos, não entendem que disciplina de física estuda fenômenos e que estão presentes em seu dia-a-dia e, que eles fazem parte daquilo que está sendo ensinado (FIGUEREDO, 2004).

Diante dessa problemática, para favorecer e estimular o desenvolvimento social, afetivo e cognitivo, buscou-se uma maneira de facilitar o ensino aprendizagem e motivar os estudantes ao aprendizado foi desenvolvido um kit experimental que proporcionaria o ensino de atividades experimentais de alguns conteúdos de Física na área de Eletricidade que é, levar o aluno para interagir com a ciência, ou melhor, levar o aluno de dentro da sala de aula para um mundo coloquial cheio de possibilidades, mostrar ao aluno os conceitos por meio de atividade experimental e demonstrações da física no seu cotidiano. A atividade experimental foi introduzida estrategicamente em cada um dos temas mencionados. Acredita-se que a utilização de atividade prática no ensino da Física pode estimular e provocar nos alunos, por algo novo, além de encorajar a criatividade e despertar o interesse por buscar o conhecimento através da pesquisa e cooperação. O entendimento de determinados conceitos e situações é uma tarefa nada fácil para alguns estudantes, sendo limitado pelo preconceito, medo que muitos trazem pela complexidade da física. A aula trabalhada com atividades experimentais facilita esse mecanismo do conhecimento e permite a visualização na prática do conceito no dia-a-dia (SILVEIRA, 2019).

Na busca pela melhoria no ensino aprendizagem de física e auxiliar o trabalho em sala de aula dos professores, será disponibilizado aos interessados o roteiro das aulas para que sejam reproduzidas para os casos em que se escolhe por sua utilização com este mesmo formato como se apresenta esse produto ou com adaptações ou aprimoramentos para as finalidades do professor.

Acredita-se que a experiência prática seja de vital importância na formação do aluno, na construção da sua visão de mundo e na sua formação como um cidadão ativo na sociedade contemporânea (LEMOS, 2011).

É neste âmbito que foi desenvolvido um kit experimental usando materiais de baixo custo que sejam de fácil utilidade e mais importante ainda, que sejam utilitário, para que o aluno possa aprender de uma maneira mais significativo os conceitos da física. Portanto, esse kit possa auxiliar e contribuir, para uma melhor compreensão dos conceitos e fenômenos físicos relacionados com a eletricidade. Além disso, fornecer aos professores auxílios para que possam, de modo simples, aproximar conceitos de eletricidade em sala de aula (FIGUEIREDO, 2004).

## **4.2 Utilização do produto**

### **4.2.1 Manual do professor para aplicação do kit experimental**

Este manual tem por finalidade proporcionar suporte ao professor que for usar o kit experimental de eletricidade que o acompanha.

Os assuntos de cada atividade experimental oferecem um breve texto, com orientações de como organizar o experimento, as particularidades mais importantes a serem analisadas; um breve esclarecimento dos conceitos físicos envolvidos e, com base em conhecimento prático de fabricação e aplicação em sala de aula dos autores, possíveis problemas que possam surgir e suas soluções, oferecendo assim auxílio para que o professor possa disponibilizar aos seus alunos uma aula prática/experimental que colabore de modo significativo para o procedimento de ensino aprendizagem de qualidade (ROGES, 2003).

Como nas atividades experimentais existe a necessidade de se utilizar o multímetro, no Apêndice IV o leitor encontrará um manual que, se preciso for, o guiará na utilização deste aparelho.

Espera-se que este manual acompanhado do kit experimental de eletricidade, seja de grande utilidade nas aulas de Física, principalmente no que compete à motivação, o incentivo dos alunos ao estudo da física.

Então, nesse trabalho o conteúdo aplicado nas investigações foi eletricidade, que foi desempenhado com um compartilhamento e encontra-se, assim, nesta ordem: corrente elétrica; intensidade da corrente elétrica; corrente elétrica contínua e alternada; estudos dos resistores; resistência elétrica e Lei de Ohm; potência elétrica; circuito elétrico em série e paralelo; circuito em corrente contínua; capacitância e circuito magnético; força eletromotriz; motor gerador e motor eletromagnético (VÁLIO, 2016).

#### **Kit experimental**

O kit experimental que acompanha este manual, tem por finalidade oferecer mais uma alternativa para ensinar eletricidade, objetivando estimular o estudo da física e apresentar aplicações práticas/experimentos dos conceitos aprendidos em sala de aula, proporcionando deste modo, dentro de uma prática construtivista, com uma contribuição de modo significativa para o método de ensino aprendizagem (ARAÚJO, 2003).

## **O que consta no kit experimental**

- ✓ 1 roteiro de atividade prática;
- ✓ 1 fonte de tensão de 9 volts (bateria);
- ✓ 1 multímetro;
- ✓ 1 placa (instrumento);
- ✓ 1 cabo com garras (jacaré) para conexão da fonte;

## **Quais os experimentos podem ser feitos**

Este kit foi desenvolvido de maneira a realizar alguns experimentos de eletricidade, ficando a cargo do professor decidir quais dos experimentos realizar. A grande vantagem deste kit é que ele é simples e pode ser realizado pelos alunos com a orientação do professor e oferece margem para a criatividade, sendo possível a construção de novos experimentos e mais barato.

Apresenta aqui suporte para montagem e mediação de quatro (4) experimentos distintos.

Experimento 01 – Circuito em série e paralelo;

Experimento 02 – Motor gerador;

Experimento 03 – Associação de resistores em série;

Experimento 04 – Motor eletromagnético.

### **Experimento 1 (Circuito em série e paralelo)**

#### **Objetivo**

O objetivo desta atividade prática é conferir as qualidades de uma ligação em série de LEDs e por semelhança a associação em série de resistores. Apresentar um curto circuito elétrico em um LED e medir algumas grandezas físicas e avaliá-las qualitativamente. Além disso, debater erros experimentais de medição.

#### **O que usar**

O kit experimental (primeiro experimento);

A bateria de 9 volts (fonte);

A conexão com a garra de jacaré;

Multímetro.

### **Procedimento**

Conecte a fonte nos pontos de ligação do sistema na placa conforme a figura 1. Observe que os terminais de conexão da fonte um é menor potencial (-) e outro é maior potencial (+).

Com a bateria conectada nos polos de tensão ao circuito, ao ligar a chave seletora para direita, associação de LEDs em série deverão acender e invertendo a chave associação dos LEDs em paralelo deverão acender. Veja as figuras 8 e 9.

### **O que observar**

Medindo-se a diferença de potencial ou tensão (ddp) em cada LED e a diferença de potencial da fonte de tensão, é preciso ser observado que a soma das diferenças de potências dos LEDs é igual à diferença de potencial da fonte.

Desconectando um dos LEDs, o outro deverá se apagar, pois o circuito em série está aberto, ou seja, não existe passagem de corrente elétrica no circuito em série.

Desconectando um dos LEDs, o outro deverá permanecer aceso, pois circuito elétrico está em paralelo. Isso acontece para que haja tensão elétrica constante em todos os pontos. Desconectar um dos LEDs e verificar como o sistema se comportará na ausência deste LED de forma qualitativa, o outro LED permanecerá ligado com a mesma intensidade de corrente elétrica (VÁLIO, 2016).

### **Como explicar**

Num circuito em série, só existe uma passagem para a corrente elétrica passar, todos os LEDs que estão conectados em série, ou seja, a corrente elétrica em todos os LEDs têm o mesmo valor. Como consequência, a diferença de potencial da fonte se divide entre os LEDs, não necessariamente por igual. Ao desconectar um LED, o outro se apaga, pois a diferença de potencial nele será nula, como sugere a lei de Ohm  $V=R.i$ , considerando-se R como a resistência equivalente.

### **O que pode dar errado**

#### **Os leds não acederem**

Examine a polaridade dos LEDs, se está ligado nos polos da associação, inclusive na fonte de tensão;

Analise as conexões dos LEDs, se não estão soltas ou bambas;

Verifique se os LEDs não estão queimados;

Observe se a fonte está conectada corretamente.

#### **Não existe leitura no multímetro**

Observar se o multímetro está com o marcador na posição voltagem

Ver o fundo de escala (20 volts).

#### **A soma da ddp dos leds não é igual à ddp da fonte**

Observar se os terminais do voltímetro estão interligados corretamente. Ver o apêndice.

Pode ocorrer erros de medida devido a vários motivos, um deles está relativo com a posição que se coloca os terminais do multímetro para se realizar a leitura, pois as arruelas e os fios de ligação não são ideais, apresentam resistência elétrica.

### **Experimento 2 (Motor gerador)**

#### **Objetivo**

O objetivo desta atividade prática é simular a construção de um gerador ideal, levantar a curva característica de um gerador elétrico, determinando experimentalmente a conversão de energia mecânica em energia elétrica, e outras.

#### **O que usar**

O kit experimental (segundo experimento);

A bateria de 9 volts (fonte);

A conexão com a garra de jacaré;

Multímetro.

## **Procedimento**

Conecte a fonte nos pontos de ligação do instrumento conforme a figura 2. Observe os terminais de conexão da fonte; um desses terminais é o menor potencial (-) e outro é maior potencial (+).

Com a bateria conectada nos polos de tensão do motor, ao ligar o cabo de conexão da fonte, o motor deverá funcionar e rodar o gerador gerando energia elétrica que acenderá o LED. Veja a figura 10.

## **O que observar**

Ao conectar a fonte/bateria (gerador químico), nos terminais do motor, observa-se que essa energia química é convertida em energia mecânica, girando o motor, que em seguida é convertida em energia elétrica pelo gerador, que acende um LED (energia luminosa). Se o LED não acender, é só inverter a ligação dos cabos dos terminais da bateria, pois o LED tem polaridade e deve ser ligado à bateria de modo correto (MONTE, 2019).

## **Como explicar**

Um motor gerador de energia pode ser conceituado como uma máquina designada a realizar uma conversão de energia. Nesse experimento, utilizou-se energia química de bateria, que funcionou o motor havendo uma alteração de energia química para energia mecânica, em seguida a energia mecânica (energia cinética) que gira o gerador elétrico que transforma energia mecânica em energia elétrica que acende o LED (energia luminosa).

## **O que pode dar errado**

### **O motor não funcionar**

Verifique se os cabos estão ligados nos terminais, inclusive na fonte de tensão;

Analisar as conexões dos LEDs, se não estão soltas ou bambas;

Verifique se os LEDs não estão queimados;

Observe se a fonte está conectada corretamente.

### **Não existe leitura no multímetro**

Verifique se o multímetro está com o marcador na posição voltagem;

Observe o fundo de escala (20 volts).

### **Experimento 3 (Associação de resistores em série)**

#### **Objetivo**

Com o objetivo de controlar as propriedades elétricas de um circuito elétrico de corrente contínua, trabalha-se com a associação dos elementos resistivos de forma que a equivalência da associação produza a resistência almejada.

#### **O que usar**

O kit experimental (terceiro experimento);

A bateria de 9 volts (fonte);

A conexão com a garra de jacaré;

Multímetro.

#### **Procedimento**

Conecte a fonte nos terminais de ligação do instrumento conforme a figura 3. Observe os terminais de conexão da fonte: o terminal um é menor potencial (-) e outro é maior potencial (+). Veja as figuras 11 e 12.

#### **O que observar**

Como os resistores estão ligados em uma associação em série, uma única circula, mas a tensão vai caindo a cada resistor ultrapassado. Os resistores limitam o valor da corrente elétrica porque diminuem a energia potencial dos elétrons e, conseqüentemente, constituem uma diferença de potencial entre os pontos.

#### **Como explicar**

Na associação em série só existe um trajeto para a corrente elétrica passar, todos os elementos que estão ligados, têm o mesmo valor, porque a tensão é distribuída entre eles, não essencialmente por igual.

### **O que pode dá errado**

#### **Os resistores não funcionarem**

Examine a polaridade dos resistores, se estão conectados nos terminais da associação, inclusive na fonte de tensão;

Analise as conexões dos resistores, se não estão soltas ou bambas;

Observe se os resistores não estão queimados;

Observe se a fonte está conectada corretamente.

#### **Não existe leitura no multímetro**

Ver se o multímetro está com o marcador na posição voltagem;

Verifique o fundo de escala (20 volts).

#### **A soma da ddp dos resistores não é igual à da fonte**

Verifique se os terminais do voltímetro estão conectados de maneira correta.

Pode acontecer erros de medida devido a vários motivos, um deles está relativo com a maneira que se coloca os terminais do multímetro para conseguir fazer a leitura, pois as arruelas e os fios de ligação não são ideais, demonstra resistência elétrica (YAMAMOTO, 2016).

### **Experimento 4 (Motor eletromagnético)**

#### **Objetivo**

A finalidade desse experimento é despertar interesse dos alunos na compreensão dos fenômenos físicos envolvidos. Mostrar na prática para os alunos a função do motor elétrico que é converter energia elétrica em energia mecânica usando magnetismo e corrente elétrica.

#### **O que usar**

O kit experimental (quarto experimento);

A bateria de 9 volts (fonte);

A conexão com a garra de jacaré;

## **Procedimento**

Conecte a fonte nos suporte da bobina conforme o instrumento na figura 4. Observe os terminais de conexão da fonte um é menor potencial (-) e outro é maior potencial (+). Veja a figura 13.

## **O que observar**

Ao conectar a fonte/bateria (gerador químico), nos suportes da bobina, observa-se que essa energia química é convertida em energia elétrica, deixando os suportes e bobina eletrizados, como a bobina está na presença de um campo de indução magnética gerado pelo ímã, e faz girar a bobina conseqüentemente. Observa-se também que invertendo-se as ligações nos terminais da bateria e invertendo os terminais do ímã, a bobina inverte o sentido de rotatividade (SILVA, 2010).

## **Como explicar**

A explicação para o funcionamento desse motor elétrico, quando lidar a fonte e circuito está fechado, as cargas elétricas fluirão radialmente, pelo suporte da bobina, onde existe a presença de um campo magnético gerado pelo ímã. Esse campo magnético ganha força e a bobina começa a girar por que é repelida por esse campo (HALLIDAY, DAVID, 2010).

## **O que pode dá errado, o motor não funcionar**

Desde que instalado perfeitamente, acompanhando todas as instruções dadas, especialmente quanto à colocação certa do ímã, a única dificuldade que pode aparecer será nos contatos elétricos. Verifique se os suportes metálicos estão alinhados;

Observe se a bobina não está muito leve. O seu peso é que determina o contato com o suporte metálico, principalmente durante o giro.

### **4.2.2 Manual do aluno para as atividades experimentais**

#### **Experimento 1 (associação em série e paralelo)**

Observe a polarização dos LEDs ao ligar o sistema. Na associação em série segue o seguinte:

- a) Com o auxílio do multímetro, meça a diferença de potencial em cada LED;
- b) Com o auxílio do multímetro, meça a diferença de potencial na fonte;

- c) Usando o multímetro, coloque o LED no meio da associação em curto circuito, e observe o que acontece com o outro LED e meça a diferença de potencial;
- d) Ao desconectar um dos LEDs e observe o que acontece com o outro;

Na associação em paralelo, segue o seguinte:

- e) Usando o multímetro, meça a diferença de potencial da fonte de tensão;
- f) Utilizando o multímetro, meça a diferença de potencial em cada um dos LEDs;
- g) Ao desconectar um dos LEDs e observe o que acontece com o outro.

### **Experimento 2 (motor gerador)**

Observe se a fonte de tensão elétrica (bateria) está ligada nos terminais motor, e segue o seguinte:

- a) Utilizando o multímetro, meça a diferença de potencial da fonte de tensão;
- b) Utilizando o multímetro, meça a diferença de potencial do LED;
- c) Observe a transformação de energia que acontece nessa atividade.

### **Experimento 3 (associação de resistores em série)**

Essa atividade é uma sequência de resistores em série com três LEDs, são 02 (dois) resistores de  $1000\Omega$  e 01 (um) resistor de  $560\Omega$ , conectar a fonte de tensão no terminais do circuito, segue o seguinte:

- a) Usando o multímetro, meça a diferença de potencial da fonte de tensão;
- b) Utilizando o multímetro, meça a resistência equivalente;

### **Experimento 4 (motor eletromagnético)**

Observe se a fonte de tensão está conectada corretamente no suporte que sustenta a bobina, se não funcionar dá um empurrãozinho com a mão para ele funcionar, e veja:

- a) Observe o movimento da bobina;
- b) O que acontece ao inverter os terminais da fonte de tensão?
- c) Utilizando uma fonte de tensão maior ou menor o que acontece?
- d) O tamanho do ímã interfere no desempenho do experimento?

### 4.2.3 Kit experimenta de eletricidade

Para o desenvolvimento da pesquisa foi construído um kit com quatro experimentos que facilitam a compreensão dos conceitos físicos relacionados com estudo da eletricidade, através da aula prática. A montagem dos experimentos iniciou-se com uma tábua de compensado de dimensões aproximadamente de 70 x 40 x 1,5 cm<sup>3</sup>. Usando uma das superfícies da tábua, foi construído um kit com experimentos, assim como mostra a Figura 7.

Mostra que o primeiro experimento (placa de circuito em série e em paralelo) era composto de 50 centímetros de fio 3,5 milímetros, 04 lâmpadas de leds, 02 resistores de 56,01 chave seletora com 03 posições.

O segundo experimento (motor gerador) é composto dos seguintes materiais, 50 centímetros de fio 3,5 milímetros, 01 lâmpada led de alta de brilho de 03 V, 01 motor tirado de impressora, 02 geradores de 9 V, de impressora.

O terceiro (circuito em série) era composto com 02 resistores de 1k Ohm, 01 resistor de 560 Ohm, aproximadamente 20 cm de fio de 3,5 milímetros.

O quarto e último experimento (motor eletromagnético) era composto pelos seguintes materiais: 02 pedaços de fio de cobre de 02 mm, com eles construa os dois suportes de sustentação da bobina como mostra na figura 13, em seguida fixa eles na superfície da tábua até ultrapassá-la um centímetro mais ou menos, para ligar a fonte.

A bobina móvel precisará de 50 metros de fio de cobre de 0,9 milímetros mm, enrola-se o fio de cobre numa pilha de tamanho D, cano ou qualquer outro objeto parecido de formato cilíndrico, com cerca de 2 centímetros de diâmetro. Deve-se deixar duas pontas de aproximadamente 04 centímetros de comprimentos, em ambas extremidades. Escolha uma das extremidades do eixo da bobina e raspe todo o esmalte do fio de cobre, dando a volta completa. A outra extremidade, apenas a parte do fio voltada para cima; a parte inferior conserva o esmalte, que é isolante. De acordo com a figura 7, posiciona-se e fixa um ímã entre os dois suportes da bobina, de forma que mantenha uma altura aproximada da bobina. Daí, se contato com a pilha for ajustado e a bobina não funcionar, às vezes é preciso, no início, girar a bobina manual, ou seja, dar um empurrãozinho. Além desses materiais mencionados acima, foram utilizados outros materiais/objetos como: cola, solda, suporte de borracha e fita adesiva. Vale ressaltar que nessa placa

experimental, todos os experimentos usam uma pilha de 9 V, com um pedaço de fio de 10 centímetros de 1 milímetro de espessura, em uma das extremidades é fixado um anteparo próprio para pilha, para conectá-la e na outra extremidade fixa duas saídas, modelo jacaré para conectar na fonte do experimento.

## **5 RESULTADO E DISCUSSÃO**

Nessa sequência, serão apresentados os resultados obtidos provenientes da aplicação das atividades experimentais, a análise por meio das discussões e dos questionários, potencialidades e dificuldades apresentadas durante sua realização.

### **5.1 Análise dos dados colhidos através do protocolo**

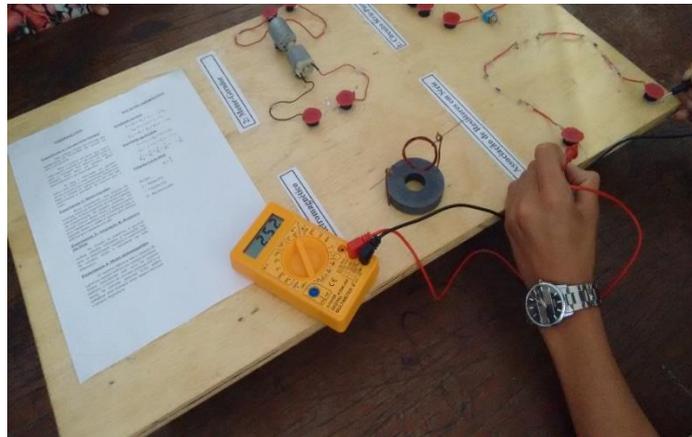
Após meses do início do projeto, chega-se com o kit experimental finalizado, pronto para utilizá-lo. A aplicação do produto foi em duas turmas de terceiro ano do ensino médio, de uma escola pública da cidade de Brejo Grande do Araguaia. Esta aplicação trouxe como finalidade coletar informações sobre as atividades experimentais, sobre seu aproveitamento, interesse dos alunos, facilidade de uso do kit, sua resistência, o que poderia dar errado durante a prática/experimento e funcionamento do roteiro do aluno. Isto é, alcançar conhecimentos, informações para ampliar e aprimorar o kit, do mesmo modo, preparar o manual do professor, o qual oferecerá apoio a qualquer docente que queira empregar, aproveitar, utilizar o kit experimental em sala de aula (LABURÚ, 2019).

Antes das atividades práticas, os alunos tiveram aulas teóricas de todo conteúdo de eletrostática e eletrodinâmica seguindo o livro didático de texto “Ser Protagonista” Física 3º ano, ensino médio, Adriana Benetti Marques Válio 2016. A teoria foi dada antes das aulas práticas, pois acredita-se que as aulas práticas se constroem em uma conexão entre uma teoria um tanto quanto obscura, apresentada em sala de aula, e o dia-a-dia do aluno, de maneira adequada organizada, planejada e mediada.

As turmas foram divididas em 6 (seis) equipes para participarem das atividades práticas. A formação das equipes foi deixada para os próprios alunos se organizarem. Cada equipe tinha a sua disposição o roteiro de atividades práticas, uma fonte de tensão, que no caso foi uma bateria de 9 volts, um multímetro e o kit experimental lógico. Foi deixado livre aos alunos utilização dos instrumentos e testarem os mesmos, sendo que esses já haviam sido orientados como utilizar os referidos instrumentos, competindo ao professor apenas interferir quando chamado, no entanto não interferindo no experimento, e nem dando respostas diretas ou ajudando o aluno, apenas auxiliando quando chamado, estimulando e tirando as dúvidas das perguntas relacionadas à aula prática (CARVALHO 2010).

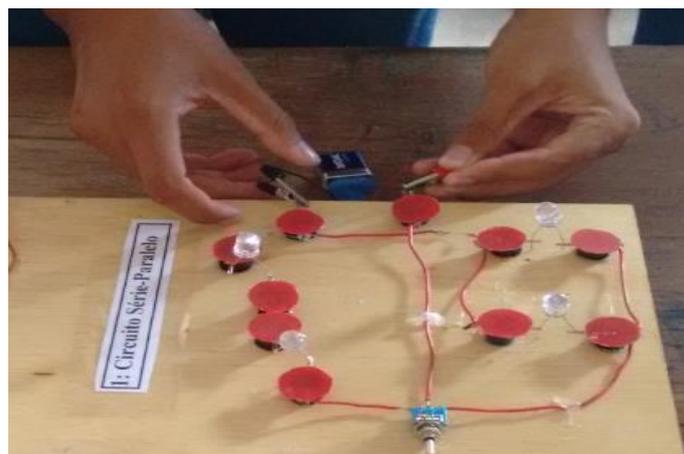
Durante a realização das atividades experimentais, pode-se realizar algumas de observações quanto o funcionamento do kit experimental. Uma situação analisada foi que, mesmo não requerendo aos alunos que anotassem dados nem o roteiro pedindo isso, observa-se que os próprios alunos perceberam a necessidade de anotar tudo o que acontecia durante a atividades experimentais.

Figura 14: Alunos medindo associação de resistores em série.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 15: Alunos interligando a fonte de tensão (bateria) aos terminais do circuito.



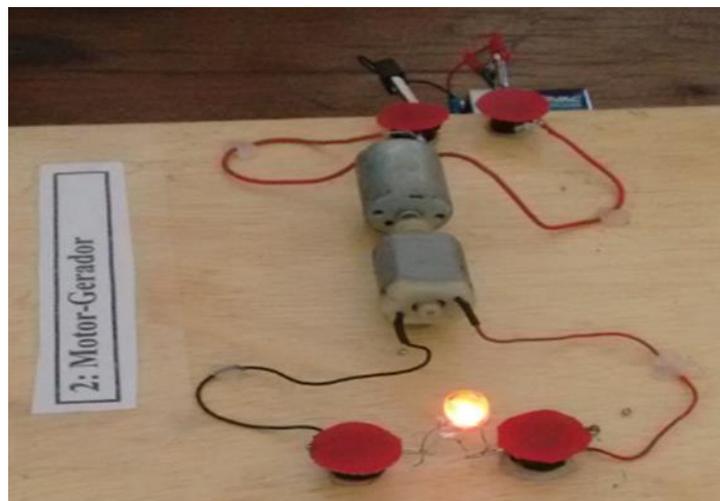
Fonte: Acervo do autor.

É notório o interesse e a curiosidade dos alunos em relação à participação das atividades. Todas as equipes participaram das atividades. Observa-se na Figura 14, os alunos estavam executando as medições da associação de resistores em série, encontrando o valor da resistência equivalente. Figura 15, a princípio ocorre a ligação da fonte de tensão elétrica no terminais da associação. Daí executando as medidas das diferenças de

potencial em cada LED e a diferença de potencial da fonte de tensão elétrica, deverá ser observado que a soma das diferenças de potencial dos LEDs é igual a fonte de tensão elétrica, ou seja, a bateria.

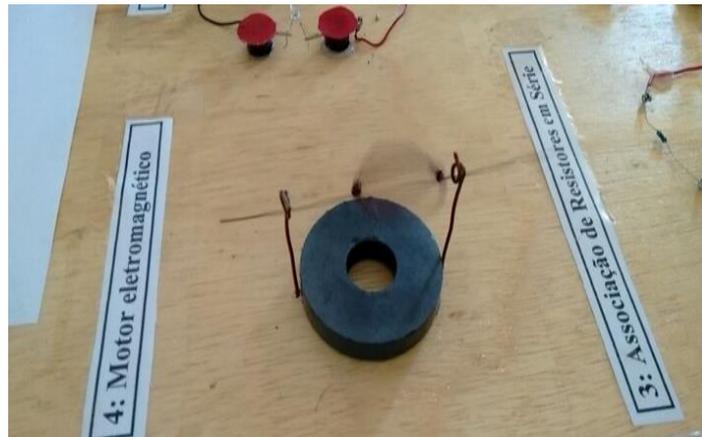
Alguns alunos recorreram ao professor se havia erro ao montar a associação ou se estavam executando as medições erradamente, pois não estavam obtendo os mesmos valores de tensão como esperados, conforme a teoria estudada em sala de aula. O professor então interferiu esclarecendo que o experimento estava correto, as diferenças nos dados obtidos eram devidas a resistência dos fios, conectores, além do próprio erro experimental de observação, como ligação da fonte, funcionamento do multímetro, posicionamento dos polos, etc.

Figura 16: Energia gerada pelo motor gerador.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 17: Momento em que motor eletromagnético está em movimento, executado pelos alunos.



Fonte: Acervo do autor.

A princípio na figura 17, quando conectou-se a fonte de energia no motor eletromagnético não funcionou, óbvio para iniciar foi preciso um empurrãozinho para início no funcionamento do motor, aí a bobina passou a funcionar normalmente como o esperado, e então a mesma se manteve desta forma pelo tempo em que a bateria esteve com carga, não sendo mais necessário nenhum tipo de interferência.

O campo magnético produzido no interior e ao redor da bobina continua a ser mais intenso quando contém corrente elétrica no suporte da bobina, e apresenta propriedade de centralizar as linhas de indução gerada pela corrente elétrica que circula na bobina. Esse movimento da bobina através da corrente elétrica contínua com o campo magnético do ímã recebe o nome de eletroímã.

Pode-se observar durante a realização desse experimento que os alunos ficaram encantados, motivados em executar a atividade e despertando o interesse de compreender melhor os fenômenos físicos envolvidos no experimentos.

Acredita-se que a aplicação desse kit experimental em sala de aula não deverá sobrecarregar ao professor e nem à escola, não necessita causar transtornos em relação ao cumprimento do conteúdo programático de Física, mas auxiliar o professor a ensinar os conceitos ou pelo menos despertar o interesse em estudar Física. Para não causar retardamentos na execução do programação, estas aplicações podem ser feitas no contra turno, estar sujeitas à disponibilidade da escola e do professor. O professor pode também nessa ocasião de ministrar algumas aulas de exercícios, solicitar para os alunos fazerem

os exercícios em casa e aplicar o kit experimental, outra possibilidade seria trocar as aulas teóricas dos conceitos aplicados pelas aulas práticas usando o kit experimental. Outras possibilidades aparecerão de acordo com os recursos disponíveis, necessidade e disponibilidade do professor em incrementar suas aulas de Física.

## **5.2 Análise da entrevista semiestruturada**

Como mencionado no capítulo 3, o kit experimental foi aplicado para 65 (sessenta e cinco) alunos de duas turmas ((Ensino Médio, regular: 3º ano A, tarde 3º ano B, noite).

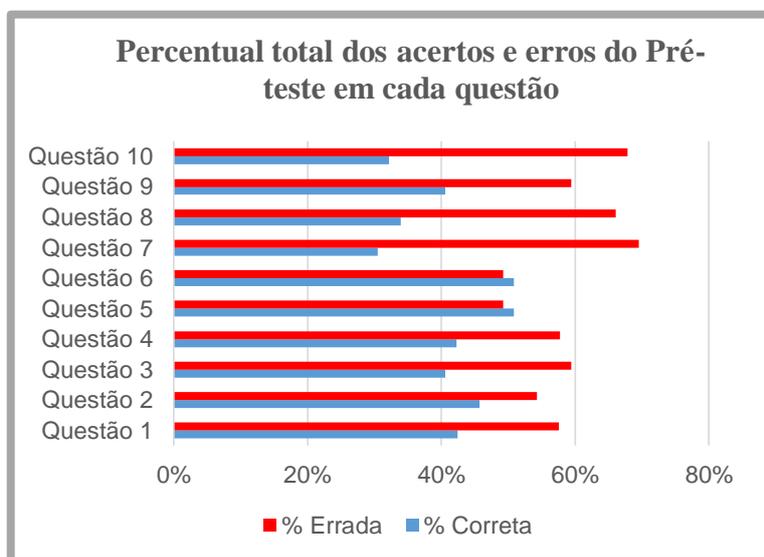
A partir dos resultados alcançados através das atividades experimentais em sala de aula, embora nem todas as equipes conseguiram fazer as atividades com êxito, observou-se que há diferença entre o nível de aprendizagem, teve alunos que adquiriu conhecimento com facilidade, já outros precisaram de mais tempo para absorver o conteúdo. Os resultados obtidos têm como referência o desempenho dos alunos envolvidos na pesquisa.

A média de acertos do questionário pré-teste apresenta um rendimento de 41% e para o pós-teste apresenta um rendimento de 69%. Esses resultados evidenciam que a metodologia aplicada nas atividades práticas, bem como o tratamento teórico abordado e aplicação do kit experimental, proporcionaram uma melhor compreensão sobre o assunto e aplicações dos conceitos propostos. Os alunos envolvidos melhoraram cerca de 28% nos acertos, fato que representa um potencial bastante significativo.

Compreende-se que existiu um acréscimo nos percentuais médios de acertos e uma diminuição nos percentuais médios de erros em todas as questões. Observando com mais detalhes, têm-se alguns pontos que merecem destaque. Um desses destaques é analisado no percentual de pré e pós-teste das questões 03, 04, 07 e 08, houve um desenvolvimento de mais de 33%. Portanto, pode-se constatar que cerca de 04 das 10 questões, no questionário prévios ouve entendimentos naturalmente que não alcança resultados significativo que não idealizava de maneira adequada, mostrando deste modo um potencial interessante da proposta de dissertação. Mais um destaque encontra-se no percentual de acertos, a partir da questão 03, no questionário pós-teste, no qual mais de 77% dos alunos que participaram da pesquisa mostraram o entendimento das propriedades envolvidas nos conceitos propostos. Por fim, nota-se que a questão 10 foi a que apresentou menor diferença de percentual no pré e pós teste.

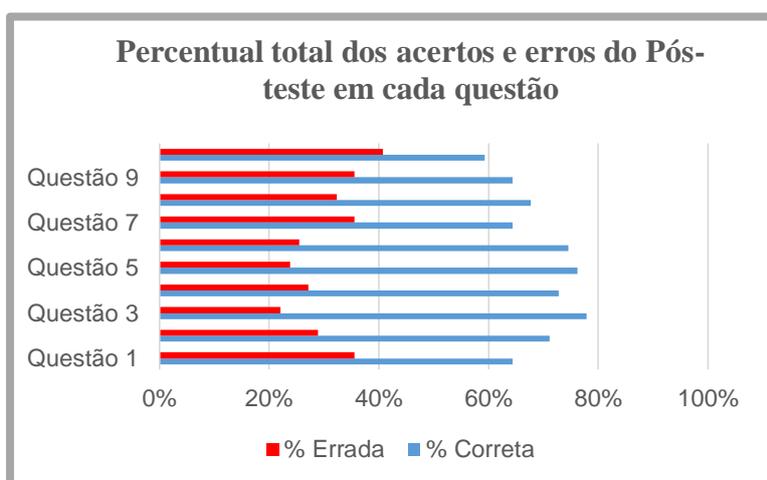
As figuras 18 e 19 mostram percentuais de acertos de cada questão e os percentuais de respostas erradas mais escolhidas pelos alunos nos questionários pré e pós-teste, simultaneamente para os participantes que foram 59 alunos. Deste modo, pode-se fazer um diagnóstico mais explícito com a observação dos erros mais frequentes entre os alunos envolvidos no projeto.

Figura 18. Percentual de acertos e erros em cada questão dos alunos no pré-teste.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 19. Percentual de acertos e erros em cada questão dos alunos no pós-teste.



Fonte: Acervo do autor.

Analisando as figuras, pode-se perceber, inicialmente, nas questões 01, 02, 03, 04, 07, 08, 09 e 10 uma maior média de erros no pré-teste e um acréscimo significativo no pós-teste. Isso mostra que a média de 08 das 10 questões prévias fundamentais dos

conceitos não eram de conhecimento de boa parte dos alunos, houve uma melhoria significativa com a aplicação do kit experimental.

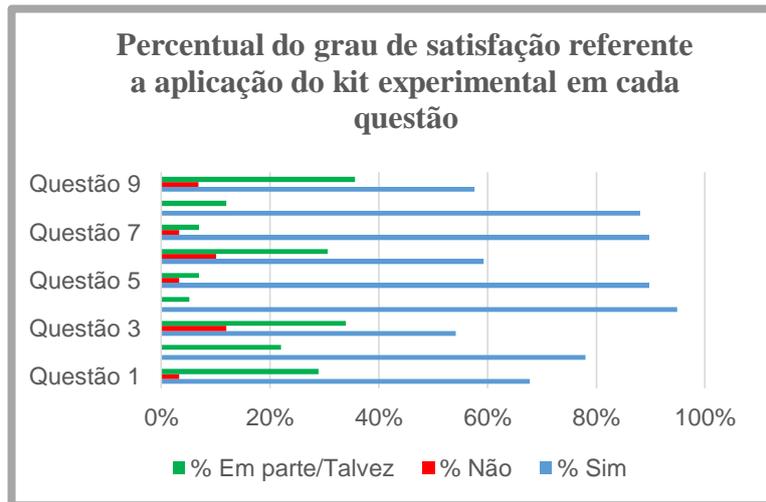
Observa-se que a questão 07 no pré-teste, foi a questão que os alunos mais erraram, representando uma média de erros de 69,5% dos alunos participantes, mostrando a dificuldade em associar o conceito aplicado com suas aplicações no dia-a-dia. Após as atividades práticas a média de erros diminuiu, significa que o número de alunos com essa dificuldade é bem menor, isso destaca que houve uma melhora significativa com aplicação da atividade prática, no índice de acertos de 30,5% para 64,4%, mostrando uma evolução de 33,9% nessa questão, resultado muito expressivo.

Outra questão que merece destaque é a 03, os resultados obtidos são expressivos em relação às demais questões, quase 80% dos alunos a acertaram no pós-teste. E no pré-teste a média de acertos dessa questão foi de pouco mais de 40%. Assim, as estratégias oferecidas ao longo das atividades teóricas e experimentais desenvolvidas contribuíram expressivamente com o melhoramento dessa compreensão.

De modo geral, está claro na apresentação das figuras que existiu um acréscimo expressivo no percentual de acertos das questões seguintes e uma diminuição ao mesmo tempo, expressiva na compreensão prévia errada pelos alunos.

A Figura 20 apresenta os percentuais das 09 questões do questionário avaliativo do grau de satisfação referente ao kit experimental, para medir o nível de satisfação dos alunos que participaram das atividades experimentais.

Figura 20. Percentual avaliativo do grau de satisfação referente aplicação do kit experimental.

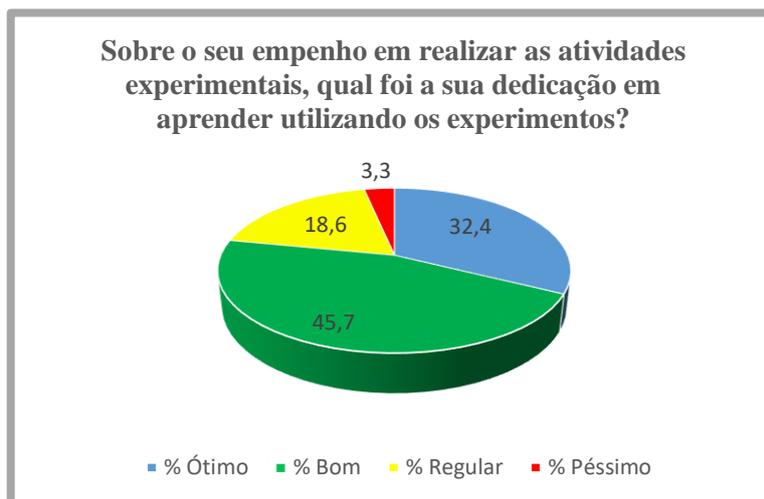


Fonte: Próprio autor.

Analisando os dados da figura 20, observa-se que esse resultado evidencia que o kit experimental aplicado com suas atividades práticas, bem como a metodologia utilizada na aplicação das atividades proporcionaram um melhor entendimento sobre os conceitos relacionados nas aulas práticas. Considerando que média de 75,5% dos alunos escolheram a opção sim nas 09 questões. Assim, as táticas oferecidas através do kit experimental deixaram as aulas de Física mais interessantes, atraentes, despertando o interesse nos alunos em participarem ativamente das aulas.

A figura 21 é da questão 10 do questionário satisfatório. Apresenta percentuais avaliativos do kit experimental realizado pelos alunos envolvidos no projeto.

Figura 21. Percentual avaliativo sobre o empenho dos alunos que participaram do projeto.



Fonte: Acervo do autor.

Ao analisar a Figura 21, fica evidente que houve um resultado expressivo no percentual de 45,7% para bom e de 32,4% para ótimo. Portanto, pode-se evidenciar que existiu um acentuado destaque e significativo resultado, não só nesta questão mas em todas as questões propostas no questionário satisfatório, evidenciando que a proposta do kit experimental apresentado tem contribuição efetiva. Óbvio, que não é correto afirmar que essa proposta é o melhor instrumento para ensino aprendizagem dos conceitos de eletricidade apresentados nessa investigação, mas pode-se afirmar que os resultados mostram que as atividades práticas ofereceram uma melhoria nas compreensões dos alunos que participaram da pesquisa. Portanto, a metodologia oferecida durante o desenvolvimento do kit experimental contribuiu expressivamente com a melhoria do ensino de Física, em especial os conceitos de eletricidade propostos nesse trabalho.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia do trabalho foi oferecer, de uma forma simples, um “laboratório” de eletricidade para a sala de aula, possibilitando novas oportunidades, que além de envolverem vários conteúdos de um campo do saber, permite uma aprendizagem eficaz. Este é apenas uma sugestão de trabalho, que tem potencial para o professor expandir por boa parte do conteúdo de eletricidade, e de acordo com os resultados tanto dos estudantes como dos professores, é bem viável sua aplicação.

Pode-se constatar qualitativamente, que as atividades experimentais propiciam um desenvolvimento de habilidades interessantes aos estudantes, tais como refletir sobre o papel da Física no cotidiano, reconhecer alguns conceitos de eletricidade como circuitos elétricos e seus componentes mais simples, verificar algumas leis da físicas inerentes à eletricidade, reconhecer associação em série e em paralelo de LEDs e resistores, fazer medidas de grandezas elétricas utilizando multímetro, além do desenvolvimento de habilidades sociais e de trabalho em equipe. Do ponto de vista da relação entre teoria e prática, são trunfos que foram utilizados para contextualizar, investigar, questionar, construir o conhecimento e reconstruir conceitos. O pensamento reflexivo busca descobrir a verdade, analisar mentalmente um contexto, questionar, avaliar as ideias e, deste modo, chegar a uma conclusão.

A ideia desse trabalho foi o desenvolvimento de kit experimental para as duas turmas do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Professor Lício Solheiro, utilizando as atividades experimentais como recurso de ensino e oferecer ao professor da disciplina e da rede pública uma forma geral ampliar as habilidades nessa área, auxiliá-lo em sua atividade pedagógica com a modificação didática de ensino através do uso de novas ideias. E, ainda, permitir ao professor subsídio para que desenvolva outros instrumentos e métodos em outros conteúdos distintos dessa pesquisa, usando essa sugestão didático-metodológica como modelo.

A eficiência da metodologia de ensino aprendizagem, usando o kit experimental, que está na condução das atividades dentro da filosofia construtivista da aprendizagem significativa, de maneira a possibilitar o questionamento por parte dos alunos, motivando-os a buscar explicações para os fenômenos analisados. Além de proporcionar que tenham o apoio durante toda as atividades de um acompanhante mais capaz, seja um de seus

colegas de sala aula, seja o professor, favorecendo o desenvolvimento de sua capacidade de abstração e de aprendizagem.

Do ponto de vista didático, as teorias aliadas aos mecanismos avaliativos mostraram-se bastante eficazes na prática, ou seja, para toda a atividade desenvolvida permeava-se uma teoria, e ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho percebeu-se a presença desses elementos teóricos durante as atividades experimentais.

Além dessa perspectiva a aplicação do kit experimental demonstrou que as atividades experimentais nas aulas mostraram-se envolventes e contribuíram de modo significativo com o aprendizado dos alunos. Verifica-se qualitativamente com este trabalho, que o kit experimental, através das atividades realizadas, proporciona um desenvolvimento de habilidades interessantes e almejavéis aos alunos, tais como refletir sobre o papel da física no seu dia a dia, reconhecer os conceitos de eletricidade utilizados nas atividades, analisar algumas leis físicas pertinentes à eletricidade, reconhecer associação em série e em paralelo de LEDs e resistores, fazer medidas de grandezas elétricas utilizando um multímetro, compreender o funcionamento do motor gerador e saber que energia elétrica pode ser produzida por meio de equipamentos mecânico que fazem parte do dia a dia, compreender sobre a indução eletromagnética, saber como motor elétrico funciona, além do desenvolvimento de habilidades e através dos experimentos os alunos perceberam que a Física está presente nas principais atividades que eles costumam fazer no dia a dia.

O trabalho aqui apresentado, não é uma receita pronta, mas como já dito, é apenas mais uma comprovação do quanto a experimentação vem a somar com a teoria quando fala-se em aprendizagem significativa. Acredita-se que com este material instrucional produzido por meio deste trabalho, o professor usufrua de condições para desenvolver sugestões metodológicas com a utilização do kit experimental. O trabalho demonstrou eficiência no aprendizado e o kit experimental pode ser adaptado e implementado para outros conceitos de Física.

Portanto, compreende-se que se faz preciso nas diversas práticas pedagógicas da sala de aula a aplicação de atividades experimentais que auxiliem o professor no desenvolvimento teórico-prático dos conceitos físicos e que incentivem os alunos ao raciocínio e à compreensão, tornando-os habilidosos e eficientes com as atividades práticas mais significativas e uma aprendizagem de qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, CHARLES K. **Fundamentos de circuitos elétricos** / Charles K. Alexander, Matheus N. O. Sadiku; José Lucimar do Nascimento; revisão técnica: Antônio Pertence Junior. – 5. Ed. – Porto Alegre: AMGH, 2013.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia dos Santos. “**Atividades experimentais no ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades**”. In: Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 25, n. 02, pp.176-194, junho 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Paralelo, 2003.

Base Nacional Comum Curricular (BNCC): **Educação é a Base**. Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>. Acesso em: 21 de setembro de 2019.

BONJORNO. CLINTON. EDUARDO PRADO. CASEMIRO. José Roberto Bonjorno, Clinton Marcico Ramos, Eduardo de Pinho Prado, Valter Bonjorno, Mariza Azzolini Bonjorno, Renato Casemiro, Regina de Fátima Souza Azenha Bonjorno: **Física: eletromagnetismo, física moderna, 3º ano**. \_\_ 3. ed. \_\_ São Paulo: FTD, 2016. \_\_ (Coleção física).

CARVALHO, A. M. P. **As práticas experimentais no ensino de Física**. In: Carvalho, A. M. P. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CAVICCHIOLI, E.A; JOUCOSKI, E. **Como ensinar física para os alunos do primeiro ano do Ensino Médio**, 2008.

FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 203-211, 2004.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências Para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Editora Ática, 2005. 328p.

HALLIDAY, David, 1916 – **Fundamentos de física, volume 3: eletromagnetismo** / Halliday, Resnick, Jearl Walker; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: LTC, 2010.

LABURÚ, Carlos Eduardo. **Seleção de experimentos de Física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores**. Investigação em Ensino de Ciências, v.10, n.2, 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/515>>. Acesso em: 27 Junho 2019.

Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 21 de setembro de 2019.

LEMOS, Evelyse dos Santos; **A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação, Aprendizagem Significativa** em Revista/Meaningful Learning Review – V1(1), pp. 25-35, 2011.

MOREIRA, Ana Cláudia S.; PENIDO, Maria Cristina Martins. **Sobre as propostas de utilização das atividades experimentais no ensino de Física.** In.: Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Florianópolis, 2014.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI Elcie F. Salzano; **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**, São Paulo, Centauro, 2001.

NUSSENZVEIG, HERCH MOYSÉS, **Curso de Física básica – vol. 3** / H. Moysés Nussenzveig – 1ª edição – São Paulo: Blucher, 1997.

PEREIRA Fábio Soares; **Formas de superação da situação da experimentação em ensino de física nas escolas públicas do estado do Acre**, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática. Rio Branco, 2016.

PINHO-ALVES, J. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista.** 302 f. tese de Doutorado. PPGE/CED/UFSC-Florianópolis/SC, 2000.

R.P. Feynman, R.B. Leighton e M Sands, **Lições de Física de Feynman**, v. 2. (Bookman, Porto Alegre, 2008).

ROGERS, Carl R. Terapia centrada no paciente. São Paulo: Martins Fontes 1975. SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **O papel da experimentação no Ensino de Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 20, n.1, p. 30-42, abr. 2003.

SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. **Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da Física**, em sala de aula – um estudo exploratório. Investigações em Ensino de Ciências, v. 11, n. 3, p. 383-401. 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/490/292>>. Acesso em: 17 julho 2019.

SCORSATTO, M.C; DULLIUS, M. M e KONRAD, O. **Uma Abordagem Alternativa para o Ensino da Física: Consumo Racional de Energia.** 2009.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **O papel da experimentação no Ensino de Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 20, n.1, p. 30-42, abr. 2003.

SILVA, Claudio Xavier da. Física aula por aula: **eletromagnetismo, ondulatória, física moderna** / Claudio Xavier da Silva, Benigno Barreto Filho. \_ 1. ed. \_ São Paulo: FTD, 2010. – (Coleção física aula por aula; vol. 3).

SILVEIRA, Sérgio. **Desenvolvimento de um kit Experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física. Araranguá: UFSC, 2016. Disponível em:<<http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/174132>>. Acesso em: 14 Julho 2019.

THOMAZ, M. F. **A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.17, n.3: p.360-369, 2000.

VÁLIO, Adriana Benetti Marques. **Ser protagonista: física 3º ano: ensino médio** / Adriana Benetti Marques Válido ... [et al.]; organização Edições SM; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edição SM; editora responsável Ana Paula Souza Nani. – 3. ed. – São Paulo: Edições SM, 2016. (Coleção ser protagonista).

YAMAMOTO, Kazuhito. Física para o ensino médio, vol. 3: **eletricidade, física moderna** / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. - - 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

## APÊNDICE A



### QUESTIONÁRIO AVALIATIVO PRÉ - TESTE

Leia as questões abaixo e marque a alternativa correta.

1 – A diferença de potencial (ddp) é também chamado de;

- ( ) potencial elétrico
- ( ) voltagem ou potência
- ( ) voltagem ou tensão
- ( ) potência ou tensão

2 – Corrente elétrica é o movimento de cargas elétricas em determinado meio, esse movimento relativamente chama-se;

- ( ) movimento contínuo
- ( ) movimento desordenado
- ( ) movimento alternado
- ( ) movimento ordenado

3 – Quais são os tipos de corrente elétrica?

- ( ) corrente desordenada e ordenada
- ( ) corrente contínua e alternada

4 – É um componente elétrico passivo com a função primária de regular e limitar o fluxo da corrente elétrica em circuito;

- ( ) resistência elétrica
- ( ) carga elétrica
- ( ) resistor
- ( ) ddp

5 – Um circuito elétrico com resistores ligados um em seguida ao outro, de maneira a oferecer um único trajeto para a corrente elétrica, é chamado de;

circuito em paralelo

circuito em série

6 – Um dispositivo que utiliza energia mecânica e a converte em energia elétrica, chama-se:

gerador térmico

gerador luminoso

gerador mecânico

7 – O dispositivo que utiliza a interação de um campo magnético com a corrente elétrica, para produzir movimento de rotação, chama-se:

gerador elétrico

motor elétrico

motor misto

8 – O que acontece com o sentido de rotação da bobina, quando se invertem os polos do imã?

a bobina continua girando normalmente;

a bobina passa a girar em sentido contrário;

a bobina para de girar;

9 – Sendo a força eletromotriz de uma bateria igual a 12 V:

a corrente fornecida pela bateria é de 12  $\Omega$ .

é necessária uma força de intensidade igual a 15 N para cada 1 C de carga que atravessa a bateria;

a energia química que se transforma em energia elétrica é de 15 J para cada 1 C de carga que atravessa a bateria.

10 – Resistência elétrica está associada a uma corrente elétrica na passagem de cargas elétricas pela estrutura do material;

( ) atração

( ) repulsão

( ) caminho

( ) dificuldade

## APÊNDICE B



### QUESTIONÁRIO AVALIATIVO PÓS - TESTE

Leia as questões abaixo e marque a alternativa correta.

1 – A diferença de potencial (ddp) é também chamado de;

- ( ) potencial elétrico
- ( ) voltagem ou potência
- ( ) voltagem ou tensão
- ( ) potência ou tensão

2 – Corrente elétrica é o movimento de cargas elétricas em determinado meio, esse movimento relativamente chama-se;

- ( ) movimento contínuo
- ( ) movimento desordenado
- ( ) movimento alternado
- ( ) movimento ordenado

3 – Quais são os tipos de corrente elétrica?

- ( ) corrente desordenada e ordenada
- ( ) corrente contínua e alternada

4 – É um componente elétrico passivo com a função primária de regular e limitar o fluxo da corrente elétrica em circuito:

- ( ) resistência elétrica
- ( ) carga elétrica
- ( ) resistor
- ( ) ddp

5 – Um circuito elétrico com resistores ligados um em seguida ao outro, de maneira a oferecer um único trajeto para a corrente elétrica, é chamado de;

circuito em paralelo

circuito em série

6 – Um dispositivo que utiliza energia mecânica e a converte em energia elétrica, chama-se:

gerador térmico

gerador luminoso

gerador mecânico

7 – O dispositivo que utiliza a interação de um campo magnético com a corrente elétrica, para produzir movimento de rotação, chama-se:

gerador elétrico

motor elétrico

motor misto

8 – O que acontece com o sentido de rotação da bobina, quando se invertem os polos do imã?

a bobina continua girando normalmente;

a bobina passa a girar em sentido contrário;

a bobina para de girar;

9 – Sendo a força eletromotriz de uma bateria igual a 12 V:

a corrente fornecida pela bateria é de 12  $\Omega$ .

é necessária uma força de intensidade igual a 15 N para cada 1 C de carga que atravessa a bateria;

a energia química que se transforma em energia elétrica é de 15 J para cada 1 C de carga que atravessa a bateria.

10 – Resistência elétrica está associada a uma corrente elétrica na passagem de cargas elétricas pela estrutura do material;

atração

repulsão

caminho

dificuldade

não sei

## APÊNDICE C



### QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DO GRAU DE SATISFAÇÃO REFERENTE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Leia as questões abaixo e marque a alternativa que achar correta.

1 - Em sua opinião, as atividades experimentais desenvolvidas pelo professor conseguiram abordar a compreensão física desejada?

Sim  Não  Em parte

2 - Em sua opinião, as explicações do professor facilitaram o entendimento dos experimentos?

Sim  Não  Em parte

3 - Na sua equipe, você interagiu com os experimentos?

Sim  Não  Em parte

4 - Os experimentos têm relação com os conteúdos estudados em sala de aula?

Sim  Não  Em parte

5 - As aulas ficaram mais interativas e interessantes com o uso das atividades experimentais?

Sim  Não  Em parte

6 - Você conseguiu aderir aos instrumentos como uma ferramenta de aprendizado?

Sim  Não  Em parte

7 - Estudar física através de aulas práticas é uma metodologia eficiente capaz de despertar o interesse pela Física?

Sim  Não  Em parte

8 - Se tivesse na escola uma sala para realizar as atividades experimentais em Física, ajudaria no preparo e montagem dos experimentos?

Sim ( ) Não ( ) Talvez ( )

9 - Você se sentiu motivado em aprender física utilizando esse método, aplicado pelo equipamento produzido por você?

( ) Sim ( ) Não ( ) Em parte

10 - Sobre o seu empenho em realizar a atividade experimental, qual foi a sua dedicação em aprender utilizando o experimento? Marque uma nota/conceito.

( ) Péssimo ( ) Regular ( ) Bom ( ) Ótimo

## APÊNDICE D



### MANUAL DO PROFESSOR PARA APLICAÇÃO DO KIT EXPERIMENTAL DE ELETRICIDADE

#### 1 – INTRODUÇÃO

Este manual tem por finalidade proporcionar suporte ao professor que for usar o kit experimental de eletricidade que o acompanha.

Os assuntos de cada atividade experimental oferecem um breve texto, com orientações de como organizar o experimento, as particularidades mais importantes a serem analisadas; um breve esclarecimento dos conceitos físicos envolvidos e, com base em conhecimento prático de fabricação e aplicação em sala de aula dos autores, possíveis problemas que possam surgir e suas soluções, oferecendo assim auxílio para que o professor possa disponibilizar aos seus alunos uma aula prática/experimental que colabore de modo significativo para o procedimento de ensino aprendizagem de qualidade.

Como nas atividades experimentais existe a necessidade de se utilizar o multímetro. No Apêndice IV o leitor encontrará um manual que, se preciso for, o guiará na utilização deste aparelho.

Espera-se que este manual acompanhado do kit experimental de eletricidade, seja de grande utilidade nas aulas de Física, principalmente no que compete à motivação, o incentivo dos alunos ao estudo da física.

Então, nesse trabalho o conteúdo aplicado nas investigações foi eletricidade, que foi desempenhado com um compartilhamento e encontra-se, assim, nesta ordem: corrente elétrica; intensidade da corrente elétrica; corrente elétrica contínua e alternada; estudos dos resistores; resistência elétrica e Lei de Ohm; potência elétrica; circuito elétrico em série e paralelo; circuito em corrente contínua; capacitância e circuito magnético; força eletromotriz; motor gerador e motor eletromagnético.

## **2 – KIT EXPERIMENTAL**

O kit experimental que acompanha este manual, tem por finalidade oferecer mais uma alternativa para ensinar eletricidade, objetivando estimular o estudo da física e apresentar aplicações práticas/experimentos dos conceitos aprendidos em sala de aula, proporcionando deste modo, dentro de uma prática construtivista, com uma contribuição significativa para o método de ensino aprendizagem.

### **2.1 – O que consta no kit experimental**

- ✓ 1 roteiro de atividade prática;
- ✓ 1 fonte de tensão de 9 volts (bateria);
- ✓ 1 multímetro;
- ✓ 1 placa (instrumento);
- ✓ 1 cabo com garras (jacaré) para conexão da fonte;

### **2.2 – Quais os experimentos podem ser feitos**

Este kit foi desenvolvido de maneira a realizar alguns experimentos de eletricidade, ficando a cargo do professor decidir quais dos experimentos realizar. A grande vantagem deste kit é que ele é simples e pode ser realizado pelos alunos com a orientação do professor e oferece margem para a criatividade, sendo possível a construção de novos experimentos e mais barato.

Apresenta aqui suporte para montagem e mediação de quatro (4) experimentos distintos.

Experimento 01 – Circuito em série e paralelo;

Experimento 02 – Motor gerador;

Experimento 03 – Associação de resistores em série;

Experimento 04 – Motor eletromagnético.

## **3 – EXPERIMENTO 01: CIRCUITO EM SÉRIE E PARALELO**

### **3.1 – Objetivo**

O objetivo desta atividade prática é conferir as qualidades de uma ligação em série de LEDs e por semelhança a associação em série de resistores. Apresentar um curto

circuito elétrico em um LED e medir algumas grandezas físicas e avaliá-las qualitativamente. Além disso, debater erros experimentais de medição.

### 3.2 – O que usar

O kit experimental (primeiro experimento);

A bateria de 9 volts (fonte);

A conexão com a garra de jacaré;

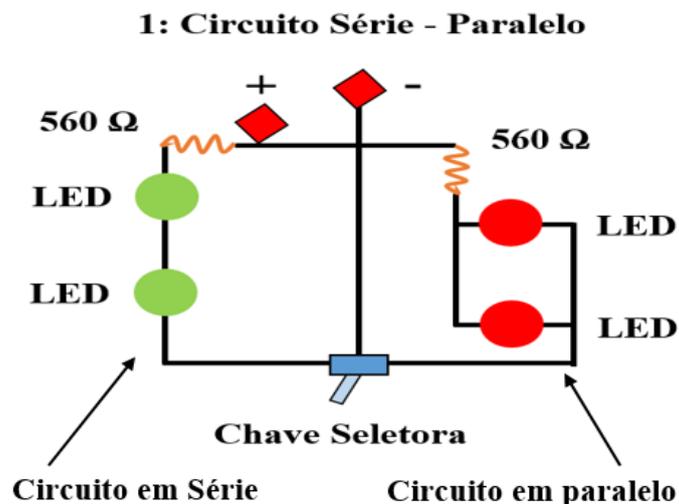
Multímetro.

### 3.3 – Procedimento

Conecte a fonte nos pontos de ligação do sistema na placa conforme a figura 08 abaixo. Observe que os terminais de conexão da fonte um é menor potencial (-) e outro é maior potencial (+).

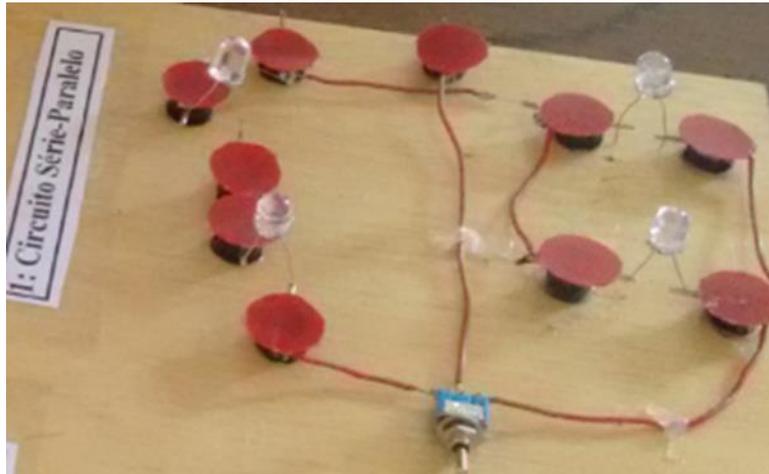
Com a bateria conectada nos polos de tensão ao circuito, ao ligar a chave seletora para direita, associação de LEDs em série deverão acender e invertendo a chave associação dos LEDs em paralelo deverão acender. Observe a figura 25.

Figura 25: Circuito em série e paralelo



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 26: Diagrama de circuito elétrico com LEDs ligado em série e paralelo.



Fonte: Acervo do Autor.

### 3.4 – O que observar

Medindo-se a diferença de potencial ou tensão (ddp) em cada LED e a diferença de potencial da fonte de tensão, é preciso ser observado que a soma das diferenças de potências dos LEDs é igual à diferença de potencial da fonte.

Desconectando um dos LEDs, o outro deverá se apagar, pois o circuito em série está aberto, ou seja, não existe passagem de corrente elétrica no circuito em série.

Desconectando um dos LEDs, o outro deverá permanecer aceso, pois o circuito elétrico está em paralelo. Isso acontece para que haja tensão elétrica constante em todos os pontos. Desconectar um dos LEDs e verificar como o sistema se comportará na ausência deste LED de forma qualitativa, o outro LED permanecerá ligado com a mesma intensidade de corrente elétrica.

### 3.5 – Como explicar

Num circuito em série, só existe uma passagem para a corrente elétrica passar, todos os LEDs que estão conectados em série, ou seja, a corrente elétrica em todos os LEDs têm o mesmo valor. Como consequência, a diferença de potencial da fonte se divide entre os LEDs, não necessariamente por igual. Ao desconectar um LED, o outro se apaga, pois a diferença de potencial nele será nula, como sugere a lei de Ohm  $V=R.i$ , considerando-se R como a resistência equivalente.

### **3.6 – O que pode dar errado**

#### **3.6.1 – Os leds não acederem**

Examine a polaridade dos LEDs, se está ligado nos polos da associação, inclusive na fonte de tensão;

Analise as conexões dos LEDs, se não estão soltas ou bambas;

Verifique se os LEDs não estão queimados;

Observe se a fonte está conectada corretamente.

#### **3.6.2 – Não existe leitura no multímetro**

Observar se o multímetro está com o marcador na posição voltagem

Ver o fundo de escala (20 volts).

#### **3.6.3 – A soma da ddp dos leds não é igual à ddp da fonte**

Observar se os terminais do voltímetro estão interligados corretamente. Ver o apêndice.

Pode ocorrer erros de medida devido a vários motivos, um deles está relativo com a posição que se bota os terminais do multímetro para se realizar a leitura, pois as arruelas e os fios de ligação não são ideais, apresentam resistência elétrica.

## **4 – EXPERIMENTO 02: MOTOR GERADOR**

### **4.1 – Objetivo**

O objetivo desta atividade prática é simular a construção de um gerador ideal, levantar a curva característica de um gerador elétrico, determinando experimentalmente a conversão de energia mecânica em energia elétrica, e outras.

### **4.2 – O que usar**

O kit experimental (segundo experimento);

A bateria de 9 volts (fonte);

A conexão com a garra de jacaré;

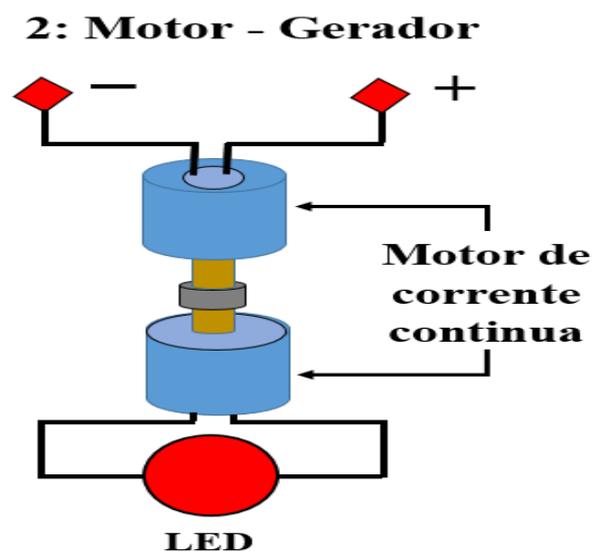
Multímetro.

### 4.3 – Procedimento

Conecte a fonte nos pontos de ligação do instrumento conforme a figura 07 abaixo. Observe os terminais de conexão da fonte; um desses terminais é o menor potencial (-) e outro é maior potencial (+).

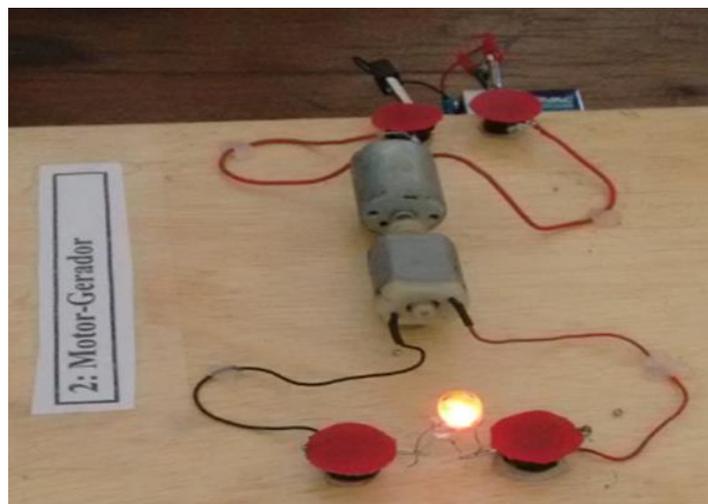
Com a bateria conectada nos polos de tensão do motor, ao ligar o cabo de conexão da fonte, o motor deverá funcionar e rodar o gerador gerando energia elétrica que acenderá o LED. Observe as figuras 27 e 28.

Figura 27: Motor gerador



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 28: Diagrama de motor gerador com ligação de um LED.



Fonte: Acervo do Autor.

#### **4.4 – O que observar**

Ao conectar a fonte/bateria (gerador químico), nos terminais do motor, observa-se que essa energia química é convertida em energia mecânica, girando o motor, que em seguida é convertida em energia elétrica pelo gerador, que acende um LED (energia luminosa). Se o LED não acender, é só inverter a ligação dos cabos dos terminais da bateria, pois o LED tem polaridade e deve ser ligado à bateria de modo correto.

#### **4.5 – Como explicar**

Um motor gerador de energia pode ser conceituado como uma máquina designada a realizar uma conversão de energia. Nesse experimento, primeiramente utilizou-se energia química de bateria, que fez funcionar motor havendo uma alteração de energia química para energia mecânica, em seguida a energia mecânica (energia cinética) que gira o gerador elétrico que transforma energia mecânica em energia elétrica que acende o LED (energia luminosa).

#### **4.6 – O que pode dar errado**

##### **4.6.1 – O motor não funcionar**

Verifique se os cabos estão ligados nos terminais, inclusive na fonte de tensão;

Analise as conexões dos LEDs, se não estão soltas ou bambas;

Verifique se os LEDs não estão queimados;

Observe se a fonte está conectada corretamente.

##### **4.6.2 – Não existe leitura no multímetro**

Verifique se o multímetro está com o marcador na posição voltagem;

Observe o fundo de escala (20 volts).

### **5 – EXPERIMENTO 03: ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE**

#### **5.1 – Objetivo**

Com o objetivo de controlar as propriedades elétricas de um circuito elétrico de corrente contínua, trabalha-se com a associação dos elementos resistivos de forma que a equivalência da associação produza a resistência almejada.

## 5.2 – O que usar

O kit experimental (terceiro experimento);

A bateria de 9 volts (fonte);

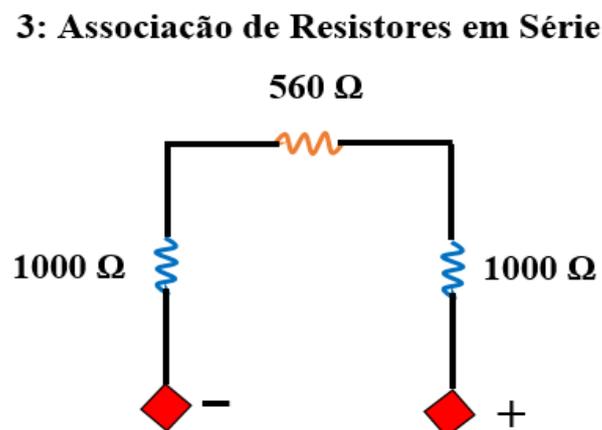
A conexão com a garra de jacaré;

Multímetro.

## 5.3 – Procedimento

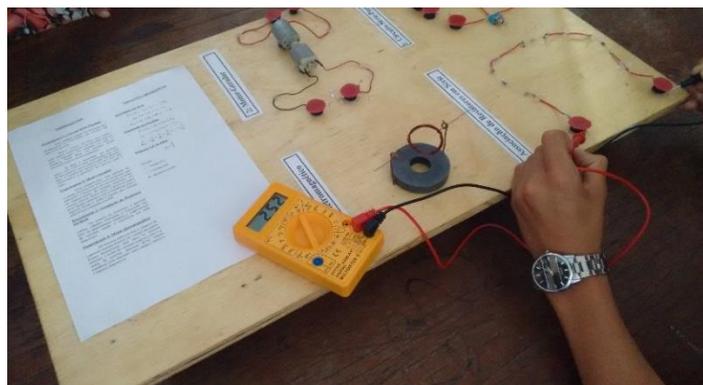
Conecte a fonte nos terminais de ligação do instrumento conforme a figura 11 abaixo. Observe os terminais de conexão da fonte: o terminal um é menor potencial (-) e outro é maior potencial(+). Compare com as figuras 29 e 30.

Figura 29: Associação de resistores em série.



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 30: Diagrama de circuito elétrico com resistores ligados em série.



Fonte: Acervo do Autor.

## **5.4 – O que observar**

Como os resistores estão ligados em uma associação em série, uma única circula, mas a tensão vai caindo a cada resistor ultrapassado. Os resistores limitam o valor da corrente elétrica porque diminuem a energia potencial dos elétrons e, conseqüentemente, constituem uma diferença de potencial entre os pontos.

## **5.5 – Como explicar**

Na associação em série só existe um trajeto para a corrente elétrica passar, todos os elementos que estão ligados, têm o mesmo valor, porque a tensão é distribuída entre eles, não essencialmente por igual.

## **5.6 – O que pode dá errado**

### **5.6.1 – Os resistores não funcionarem**

Examine a polaridade dos resistores, se estão conectados nos terminais da associação, inclusive na fonte de tensão;

Analise as conexões dos resistores, se não estão soltas ou bambas;

Observe se os resistores não estão queimados;

Observe se a fonte está conectada corretamente.

### **5.6.2 – Não existe leitura no multímetro**

Ver se o multímetro está com o marcador na posição voltagem;

Verifique o fundo de escala (20 volts).

### **5.6.3 – A soma da ddp dos resistores não é igual à da fonte**

Verifique se os terminais do voltímetro estão conectados de maneira correta.

Pode acontecer erros de medida devido a vários motivos, um deles está relativo com a maneira que se coloca os terminais do multímetro para conseguir fazer a leitura, pois as arruelas e os fios de ligação não são ideais, demonstra resistência elétrica.

## 6 – EXPERIMENTO 04: MOTOR ELETROMAGNÉTICO

### 6.1 – Objetivo

A finalidade desse experimento é despertar interesse dos alunos na compreensão dos fenômenos físicos envolvidos. Mostrar na prática para os alunos a função do motor elétrico que é converter energia elétrica em energia mecânica usando magnetismo e corrente elétrica.

### 6.2 – O que usar

O kit experimental (quarto experimento);

A bateria de 9 volts (fonte);

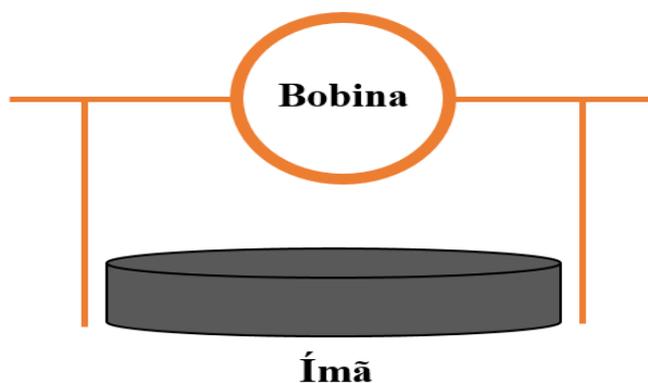
A conexão com a garra de jacaré;

### 6.3 – Procedimento

Conecte a fonte nos suporte da bobina conforme o instrumento na figura 7. Observe os terminais de conexão da fonte um é menor potencial (-) e outro é maior potencial(+). Compare a figura 30 (diagrama) com a figura 31.

Figura 07: Diagrama motor eletromagnético de corrente contínua.

### 4: Motor - Eletromagnético



Fonte: Acervo do autor.

Figura 31: Motor eletromagnético de corrente contínua.



Fonte: Acervo do autor.

#### **6.4 – O que observar**

Ao conectar a fonte/bateria (gerador químico), nos suportes da bobina, observa-se que essa energia química é convertida em energia elétrica, deixando os suportes e bobina eletrizados, como a bobina está na presença de um campo de indução magnética gerado pelo ímã, e faz girar a bobina conseqüentemente. Observa-se também que invertendo-se as ligações nos terminais da bateria e invertendo os terminais do ímã, a bobina inverte o sentido de rotatividade.

#### **6.5 – Como explicar**

A explicação para o funcionamento desse motor elétrico, quando lidar a fonte e circuito está fechado, as cargas elétricas fluirão radialmente, pelo suporte da bobina, onde existe a presença de um campo magnético gerado pelo ímã. Esse campo magnético ganha força e a bobina começa a girar por que é repelida por esse campo.

#### **6.6 – O que pode dá errado, o motor não funcionar**

Desde que instalado perfeitamente, acompanhando todas as instruções dadas, especialmente quanto à colocação certa do ímã, a única dificuldade que pode aparecer será nos contatos elétricos. Verifique se os suportes metálicos estão alinhados;

Observe se a bobina não está muito leve. O seu peso é que determina o contato com o suporte metálico, principalmente durante o giro.

## APÊNDICE E



### MANUAL DO ALUNO PARA AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

#### EXPERIMENTO 01 – ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE E PARALELO

Observe a polarização dos LEDs ao ligar o sistema. Na associação em série segue o seguinte:

- h) Com o auxílio do multímetro, meça a diferença de potencial em cada LED;
- i) Com o auxílio do multímetro, meça a diferença de potencial na fonte;
- j) Usando o multímetro, coloque o LED no meio da associação em curto circuito, e observe o que acontece com o outro LED e meça a diferença de potencial;
- k) Ao desconectar um dos LEDs e observe o que acontece com o outro;

Na associação em paralelo, segue o seguinte:

- l) Usando o multímetro, meça a diferença de potencial da fonte de tensão;
- m) Utilizando o multímetro, meça a diferença de potencial em cada um dos LEDs;
- n) Ao desconectar um dos LEDs e observe o que acontece com o outro.

#### EXPERIMENTO 02 – MOTOR GERADOR

Observe se a fonte de tensão elétrica (bateria) está ligada nos terminais motor, e segue o seguinte:

- d) Utilizando o multímetro, meça a diferença de potencial da fonte de tensão;
- e) Utilizando o multímetro, meça a diferença de potencial do LED;
- f) Observe a transformação de energia que acontece nessa atividade.

#### EXPERIMENTO 03 – ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE

Essa atividade é uma sequência de resistores em série com três LEDs, são 02 (dois) resistores de  $1000\Omega$  e 01 (um) resistor de  $560\Omega$ , conectar a fonte de tensão no terminais do circuito, segue o seguinte:

- c) Usando o multímetro, meça a diferença de potencial da fonte de tensão;
- d) Utilizando o multímetro, meça a resistência equivalente;

## **EXPERIMENTO 04 – MOTOR ELETROMAGNÉTICO**

Observe se a fonte de tensão está conectada corretamente no suporte que sustenta a bobina, se não funcionar dá um empurrãozinho com a mão para ele funcionar, e veja:

- e) Observe o movimento da bobina;
- f) O que acontece ao inverter os terminais da fonte de tensão?
- g) Utilizando uma fonte de tensão maior ou menor o que acontece?
- h) O tamanho do ímã interfere no desempenho do experimento?