

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS, MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA –MNPEF

ROBERTO WANDERLEY DE SOUZA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO MULTÍMETRO COMO UMA
FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE MEDIDAS ELÉTRICAS
NO ENSINO MÉDIO

MOSSORÓ - RN

JULHO – 2020

S719s Souza, Roberto Wanderley de .
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO
MULTÍMETRO COMO UMA FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE
MEDIDAS ELÉTRICAS NO ENSINO MÉDIO / Roberto
Wanderley de Souza. - 2020.
143 f. : il.

Orientador: Geovani Ferreira Barbosa.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Física, 2020.

1. Multímetro. 2. Eletricidade. 3. Ensino em
Física. I. Ferreira Barbosa, Geovani , orient. II.
Título.

ROBERTO WANDERLEY DE SOUZA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO MULTÍMETRO COMO UMA
FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE MEDIDAS ELÉTRICAS
NO ENSINO MÉDIO**

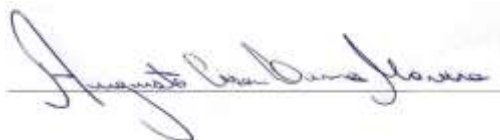
Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do
Departamento de Ciências Naturais, Matemática e
Estatística do Centro de Ciências Exatas e Naturais da
Universidade Federal Rural do Semiárido, como
requisito parcial para a obtenção do título de mestre em
Ensino de Física.

APROVADO EM 29/07/2020

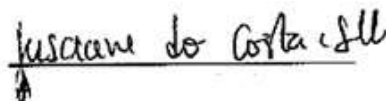
BANCA EXAMINADORA



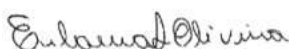
Prof. Dr. Geovani Ferreira Barbosa
(Orientador)



Prof Dr. Augusto César Lima Moreira
(Avaliador Externo)



Profa Dra. Jusciane da Costa e Silva
(Avaliador Interno)



Profa Dra. Erlania Lima de Oliveira
(Avaliador Interno)

In memória...

Dedico este trabalho a minha mãe Maria das Graças da Silva Souza, que foi uma esposa do lar e que durante o curto espaço de tempo de sua passagem na Terra me conduziu da infância a adolescência ao caminho do estudo. Acrescento ainda, neste espaço a todos os professores do nosso país que também partiram para outro plano de vida que, contribuíram significativamente para a formação da nossa sociedade.

Dedico este trabalho, em primeiro lugar a minha família iniciando-o em primeiro lugar pelo meu pai Raimundo Nonato de Souza, que no princípio da minha jornada academia foi quem deu grande contribuição para estruturação profissional do sonho de ser professor. A minha esposa Maria Nazaré da Silva Souza, que além de esposa foi e é uma excelente amiga. Ao meu filho João Vittor de Deus Souza, que no princípio mesmo em sua inocência da infância foi forte diante das dificuldades para realização do meu sonho profissional. A minha filha Mari Stella de Deus Souza, que sempre trouxe sorte. Hoje juntos buscamos essa nova conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus o criador, em segundo ao meu orientador professor Dr. Geovani Ferreira Barbosa, que durante o período orientação desta dissertação de mestrado, no qual sempre esteve a dispor nas correções, procurando sempre contribuir com o seu melhor.

Aos professores desta instituição de ensino (UFERSA) que ajudaram muito para que eu realizasse este sonho.

Ao meu pai profissional da área elétrica industrial e predial e ao meu filho estudante de engenharia elétrica

À CAPES e à SBF pelo Programa de Pós-graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física ao qual o polo 9 está lotado na Universidade Federal Rural do Semiárido.

RESUMO

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO MULTÍMETRO COMO UMA FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE MEDIDAS ELÉTRICAS NO ENSINO MÉDIO

O trabalho buscou mostrar através da experimentação uma sequência didática a ser realizada por professores do ensino de física com o auxílio do instrumento de medição multímetro, como uma ferramenta alternativa na aprendizagem de medidas elétricas estudadas nos conteúdos didáticos de física do ensino médio. Assim, permitindo que essa tecnologia, possa auxiliar no desenvolvimento das competências e habilidades da investigação e compreensão de medições, favorecendo o reconhecimento do uso de experiências demonstrativas como instrumento motivador para os estudantes. O produto foi aplicado em uma turma do terceiro ano do ensino médio de uma escola da cidade de Areia Branca-RN. Aplicou-se um questionário pré-teste como forma de orientar os trabalhos do produto educacional a ser aplicado e um pós-teste com perguntas objetivas e abertas. Um roteiro didático foi disponibilizado contendo aulas expositivas, demonstrativas e atividades de práticas experimentais de fácil montagem com lâmpadas e resistores, utilizando o auxílio do multímetro digital, que permite ao professor levar o alunado solucionar problemas propostos. Os alunos efetuaram as medições de corrente, resistência e diferença de potencial utilizando o multímetro como ferramenta de auxílio à aprendizagem. Ao final, eles relataram a experiência do uso do multímetro nas aulas de Física.

Palavras-chave: Multímetro; Eletricidade; Ensino em Física.

ABSTRACT

A TEACHING SEQUENCE FOR THE USE OF THE MULTIMETER AS A TOOL IN LEARNING ELECTRICAL MEASURES IN HIGH SCHOOL

The work deal to show through experimentation a didactic sequence to be carried out by physics teachers with the aid of the multimeter measurement instrument, as an alternative tool in the learning of electrical measures studied in the didactic content of physics in high school. Thus, allowing this technology, it can assist in the development of competences and skills of investigation and understanding of measurements, favoring the recognition of the use of demonstrative experiences as a motivating instrument for students. The product was applied to a third-year-high school class at a school in the Areia Branca-RN city. A pretest questionnaire was applied as a way to guide the work of the educational product to be applied and a post-test with objective and open questions. A didactic script was made available containing expository classes, demonstrations and experimental practice activities that are easy to assemble with lamps and resistors, using the aid of a digital multimeter, which allows the teacher to take the student to solve proposed problems. The students made the measurements of current, resistance and potential difference using the multimeter as a learning aid tool. In the end, they reported the experience of using the multimeter in physics classes.

Key words: Multimeter; Electricity; Physics Teaching

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de situações possíveis das zonas de desenvolvimento de Vygotsky com respeito o uso do multímetro e do circuito elétrico.....	20
Figura 2 - Comportamento da corrente elétrica em um plano condutor.....	28
Figura 3 - Representação da velocidade de arraste produzida por cargas positivas...29	
Figura 4 - Esboço de gráficos representativos de imagens de resistores ôhmicos (a) e não-ôhmicos juntamente com as suas curvas características (b)..	34
Figura 5 - Código de cores dos resistores	35
Figura 6 - Associação de resistores em série	36
Figura 7 - Associação de resistores em paralelo.....	36
Figura 8 - Nó ponto no circuito onde há 3 condutores ligados	37
Figura 9 - Circuito elétrico composto por duas malhas	38
Figura 10 - Esboço de um circuito elétrico simples contendo uma fonte de tensão, uma chave liga e desliga e uma lâmpada resistiva	39
Figura 11- Alguns modelos de transistores disponíveis para a montagem de circuitos eletrônicos	40
Figura 12 - Representação de um diodo para a montagem de um esquema de um dado circuito elétrico	40
Figura 13- Alguns modelos de multímetro disponíveis no mercado.....	42
Figura 14- Como colocar um voltímetro para medir a ddp entre dois pontos.....	43
Figura 15- Representação esquemática de como deve ser conectado o amperímetro no circuito elétrico	44
Figura 16- Esquema convencional da ponte de Wheatstone	44
Figura 17- Ohmímetro: a) Resistor, b) resistor energizado c) resistor nulo d) resistor aberto.	45
Figura 18- Simbologias padrão das cores dos fios em um circuito.	50
Figura 19- Momentos iniciais da apresentação do produto.....	55
Figura 20- Apresentação do multímetro e a da luva de segurança como item de proteção individual para manusear instalações elétricas	56
Figura 21- Normatizações das cores padrão p/ rede elétrica e demonstração com multímetro.....	56
Figura 22- Aula experimental sobre o funcionamento da Ponte de Wheatstone.....	57
Figura 23- Aula demonstrativa de utilização do multímetro.....	57
Figura 24- Momento da aplicação do questionário para direcionamento do produto educacional.	61
Figura 25- Dados mostrando o percentual de acertos nas questões de número 01 à 11 dos alunos sobre conceitos de eletricidade no pré-teste.....	62
Figura 26- Porcentual de acertos dos alunos nas questões de número 12 à 16 do pré-teste sobre medições de grandezas elétricas	63
Figura 27- Resposta da pergunta sobre a instalação do multímetro no circuito elétrico de um aluno do grupo 1.	65

Figura 28- Registro do uso do multímetro efetuando medições de resistência proposta na atividade da questão 9.....	68
Figura 29- Resposta dos alunos do grupo 01 à pergunta 9 do questionário que fazia um comparativo entre as medidas de valor nominal de resistência e a resistência lida com o multímetro.....	68
Figura 30- Medindo a resistência elétrica da lâmpada de forma direta.....	70
Figura 31- Momento em que os alunos montavam e testavam o circuito elétrico montado e testado com a supervisão do professor.....	72
Figura 32- Resposta do grupo 2 para a questão de número 15 do questionário proposto..	73
Figura 33- Dados representativos em porcentagem de acertos e erros de cada questão efetuada pelos grupos nas atividades práticas com o multímetro.	78
Figura 34- Dados representativos em porcentagem de acertos e erros dos grupos nas atividades práticas com o multímetro..	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Possíveis danos no corpo humano devido a passagem, acidental, da corrente elétrica.....	32
Tabela 2 - Precisão e resolução na escala VDC do multímetro FOXLUX.	49
Tabela 3 - Materiais utilizados no produto educacional.....	59

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	13
1.1 – OBJETIVO GERAL	16
1.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 – O ENSINO DE FÍSICA NOS DIAS ATUAIS	18
2.2 - A PRÁTICA E O DESENVOLVIMENTO SÓCIO-INTERACIONISTA.....	19
2.3 - A PRÁTICA EXPERIMENTAL	21
2.4- BREVE HISTÓRICO DO PRINCÍPIO DA ELETRICIDADE.....	22
2.5- TEMÁTICAS DE FÍSICA ABORDADOS	24
2.5.1- Diferença de potencial elétrico ou tensão elétrico entre dois pontos	24
2.5.2 - Intensidade de corrente elétrica.....	28
2.5.3 - Condutores e Isolantes.....	31
2.5.4 – Efeitos da corrente elétrica	31
2.5.5 - Resistência e Resistividade elétrica	33
2.5.6 - Associação de Resistores	35
2.5.7 – Potência elétrica.....	38
2.5.8 – Circuito Elétrico	39
2.5.9 – Transistores.....	39
2.5.10 – Diodo.....	40
2.5.11 - Capacitores	41
2.6 – MULTÍMETRO	42
2.6.1 - Voltímetro	43

2.6.2 - Amperímetro.....	43
2.6.3 - Ponte de Wheatstone	44
2.6.4 - Ohmímetro	45
2.6.5 – Erros de medição em um multímetro	45
2.6.6 – Erros sistemáticos de um multímetro	46
2.6.7 - Precisão e resolução de um multímetro.....	48
2.7 - SEGURANÇA ELÉTRICA	49
2.7.1 - O uso de equipamentos de segurança pessoal EPI's	50
3- APLICAÇÃO DO PRODUTO	52
3.1- PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	52
3.2- METODOLOGIA.....	52
3.2.1- Pré-teste.....	53
3.2.2 - Aulas Expositivas e demonstrativas.....	54
3.2.3- Atividade prática experimental.....	58
3.3 - MATERIAIS UTILIZADOS.....	59
4- RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
4.1. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO PRÉ-TESTE.....	61
4.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES DA ATIVIDADE PRÁTICA	64
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
6- REFERÊNCIAS	82
APÊNDICE A- PRODUTO EDUCACIONAL(PE)	88

1 – INTRODUÇÃO

A base conceitual de circuitos elétricos abordados na terceira série do ensino médio são ministradas com características de reprodução e resolução de problemas matemáticos de forma descontextualizadas da realidade dos alunos e da própria física. Santos (2011) e Gimenes (2011) descrevem que a falta de interação do teórico com o prático de forma contextualizada acaba fazendo com que os alunos se distanciem da física provocando desinteresse na maioria. É preciso que nessas aulas, o professor estabeleça conexões entre a teoria e a prática, pois esta será uma maneira que, se bem trabalhada pode aumentar a fixação dos conceitos abordados. Onde o professor estimularia a criticidade diante dos alunos e do conhecimento, possibilitando que os alunos construam suas próprias percepções do conhecimento, opondo-se a este tipo de prática educacional. Sempre buscando didáticas que valorizem os alunos como sujeito central da relação do ensino-aprendizagem.

Já é sabido que ferramentas tecnológicas, como o multímetro, podem auxiliar o professor com a sua metodologia, porém, por falta de motivação, aperfeiçoamento continuado, entre outros, estas continuam esquecidas nas atividades diárias do professor. Jéssyka (2015) complementa que existe uma certa resistência dos educadores à inserção desses suportes tecnológicos. Talvez essa resistência se deva pelo fato das limitações que esses professores possuem quanto a operacionalização deste instrumento de medição, que poderia em seu bom uso didático alternativo servir para a instrução de conhecimentos de potencial elétrico, resistência, potência e corrente elétrica, capacitância, circuito elétrico, entre outros estudos da área da eletricidade vista em física. Esta seria mais uma maneira de que se bem executada, ajudaria aos professores em suas salas de aula, permitindo que os alunos aproximem o conhecimento descritos em conceitos e fórmulas, deixando eles de serem trabalhados de forma descontextualizada.

A prática educativa que mobilize os alunos interfere na aprendizagem destes. Lima (2018) relata que os estudantes do ensino médio apresentam enormes dificuldades na aprendizagem de conceitos de elétrica. Em outro artigo, Silva (2011) comenta que para o estudante do ensino médio, os conteúdos de eletricidade são repletos de conceitos abstratos, de difícil compreensão e extensos causando desinteresses desses alunos. Ele argumenta também que, como opção para reverter esse quadro em partes seria através de atividades experimentais lúdicas.

As atividades de práticas como o uso do multímetro são fundamentais, tanto para o estudante quanto para o professor, pois através delas, ambos podem desenvolverem as competências e habilidades prevista na base nacional comum curricular do MEC, BRASIL (2019).

Para Araujo e Mazur (2013), o encontro do aprendiz com um determinado fenômeno, como uma atividade experimental em física e que tenha significado, os levará a refletir, tomar decisões diante de um problema ao qual esteja inserido.

Moraes e Moraes (2000) mencionam que a prática experimental já vem sendo defendida por muitos alunos e professores, como uma estratégia de ensino-aprendizagem de minimizar as barreiras existentes no aprendizado dessa área.

O multímetro é um instrumento que possibilita a realização de atividades práticas como estratégias para que ocorra aprendizagem, já que esta permite aferir diversas medidas elétricas que fazem parte dessas tecnologias presentes no ambiente educacional (BRAGA 2012).

O multímetro como ferramenta tecnológica e pedagógica auxilia o professor e o aluno permitindo que eles verifiquem valores de medidas de circuitos elétricos e formas de como proceder para extrair os resultados precisos. Além de aprender a operacionalizá-lo e manuseá-lo de forma correta, estimulando a leitura de tensão, corrente, resistência, continuidade e capacitância, por fim, problematizando com situações de associações deste aparelho em um circuito elétrico. Partindo dessa hipótese, que traçamos o objetivo deste trabalho de dissertação de mestrado profissional em ensino de física, verificando se com o uso do multímetro na atividade de prática experimental contribui com o ensino e aprendizagem do processo educacional em física.

Ao levantar atividades práticas como essa o professor estimula o aluno a se engajar nas atividades propostas através da curiosidade que viriam de situações do cotidiano como previa Bizzo (2002).

O que motivou a escolher este tema como um produto de dissertação do mestrado, é que em alguns encontros pedagógicos de professores em ensino de física promovidas pelas Dired's (Diretorias Regionais de Educação e Cultura do estado do Rio Grande do Norte), percebi a deficiência por parte de alguns colegas professores com formação em física ou de áreas afins, quanto ao uso de instrumento de medição de eletricidade, principalmente em se tratando de alta tensão e corrente alternada ou até mesmo em baixas tensões. Essa deficiência de alguns pares no uso de aparelhos de medições nas aulas de Física também está relacionada à falta de estrutura da escola, como prévia Satyro e Soares (2007).

Deficiências essas, que também, foram vistas por mim com relação a realidade educacional local da cidade de Areia Branca/RN e mais precisamente na Escola Estadual do Ensino Médio em Tempo Integral Desembargador Silvério Soares, quando atentei a necessidade do alunado do ensino médio em Física no tocante à praticidade de medição de unidades básicas da eletricidade. Como aluno do programa nacional de pós-graduação em ensino de física, motiva-me cada vez mais para primar na realização de práticas que construam significados para o aluno quanto o exercício da função de professor. MEIER e GARCIA (2007), alerta sobre o papel do professor as mudanças da sociedade em que vivemos. O professor ele necessita contemplar em sua rotina de trabalho novas experiências e vivenciá-las no processo de ensino-aprendizagem, pois em nosso produto educacional, considera-se que esse aparato será elemento auxiliar de intervenção pedagógica.

Verificou-se com o pré-teste, as limitações do educando quanto às informações sobre elétrica básica para permitir o uso adequado desse equipamento de medição, as formas como eles interagem, os cuidados quanto ao seu manuseio, pois o circuito elétrico a ser utilizado em nosso produto possui fonte de 220 V e amperagem compreendida 10 a 20 A, dados estes das especificações do disjuntor da rede elétrica.

As medidas acima mencionadas requerem a atenção e cuidado ao manuseio dos materiais da prática exigindo do professor que incorpore durante todo o processo de medição o uso de equipamentos de segurança (luvas, base de madeira para instalação do circuito elétrico, uso de tênis preferencialmente de borracha ou eva, fitas isolantes, ferramentas com cabos isolantes). Além de englobar temas como a importância dos EPI's.

Dessa forma, este trabalho, terá um papel relevante aos colegas professores, pois poderá contribuir a estes como instrumento auxiliar para os saberes da docência conforme o interesse destes e do próprio aluno quanto ao uso do instrumento de medição multímetro, antecipando o processo de ensino-aprendizagem na compreensão de grandezas físicas, como diferença de potencial elétrico, resistência e corrente elétrica, além de circuitos elétricos simples. Tardif (2003), comenta que, a todo momento o professor deva estar construindo o conhecimento ao longo da sua história, novas experiências fazem parte do seu dia-a-dia seja elas com alunos ou com professores. Não temos como finalidade ou interesse conflitar assuntos pertinentes as estruturas escolares, mas sobre saberes docentes ao uso de um material possivelmente de alto potencial significativo a aprendizagem de circuitos elétricos.

Através dessas indagações que partiu a nossa problemática de conhecer melhor os instrumentos reais de medição de eletricidade. É sabido que existem plataformas virtuais como

Phet, que são ferramentas que tentam reproduzir virtualmente procedimentos de medições com instrumentos elétricos que se aproximam do real, que também são aceitos, e podem ser usados como fontes alternativas de estratégias de aprendizagem. Mas, o nosso projeto é mais uma alternativa metodológica e não possui a intenção de confrontar o que é produzido através do real, com o virtual, mas sim, problematizar realidades que muitas vezes não são vivenciadas no cotidiano nas aulas de física dos estudantes do terceiro ano das escolas estaduais da cidade de Areia Branca-RN.

O contato direto com o ambiente real é desafiador, seguir à risca e ter maiores cuidados em sua execução para não comprometer todo o circuito e aparelho de medição prendem a atenção do aluno e aumenta o comprometimento durante a execução das tarefas propostas. Além disso, de saber construir com a prática percorrendo campos que não só se limitam às aulas de física, como outras profissões como: eletricitista, eletrônica, engenharia elétrica e melhor entender situações reais do cotidiano, ou até mesmo com a construção desse conhecimento exigidos no Enem (CANTARINO, 2017).

1.1 - OBJETIVO GERAL:

- Este trabalho tem como objetivo oferecer aos professores do ensino em física na elaboração de seus planos de aula o uso da ferramenta multímetro como instrumento de medições na aprendizagem de circuitos elétricos na tentativa de sanar as dificuldades do alunado.

1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- subsidiar o professor em analisar o conhecimento já existente do aluno sobre instrumentos de medição de elétrica, conceitos de unidades de medições como voltagem, amperagem, resistência e circuito elétrico;
- mostrar as principais funções do multímetro e sua aplicabilidade no conhecimento de eletricidade vistas nos conteúdos didáticos do ensino em física.
- demonstrar o uso adequado do instrumento de medição em um circuito elétrico na aferição de medições;
- aferir medidas de corrente elétrica, ddp, resistência, continuidade e capacitância.

- efetuar montagem de circuitos elétricos para medidas de corrente elétrica, ddp, resistência e continuidade;

- verificar e comparar se o uso do multímetro como atividade de prática experimental contribui na aprendizagem do aluno com respeito aos conhecimentos básicos de medições de corrente elétrica, resistência elétrica, tensão, potência elétrica, condutibilidade e capacitância;

Faremos a seguir na seção 2 a nossa fundamentação teórica, na qual, trataremos sobre o ensino de física nos tempos atuais, a prática e o desenvolvimento sócio interacionista de Vygotsky correlatando este a nossas pretensões didáticas, além de diligenciar um breve histórico do princípio da eletricidade e produção da base conceitual de física pertinentes ao nosso produto educacional.

2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na revisão de literatura trataremos sobre a prática pedagógica do professor de física na aula de eletricidade, a falta de habilidade com os instrumentos de medição e a importância do uso desses, como ferramenta alternativa de estratégia alternativa de ensino-aprendizagem.

2.1 O ENSINO DE FÍSICA NOS DIAS ATUAIS

O ensino de Física nos tempos atuais é feito pela transferência de conhecimento em que o professor em sua prática educativa é postulado como sujeito ativo e os alunos são colocados em sala de aula em cadeiras enfileiradas considerados como receptores “sujeitos passivos”, no qual as aulas teóricas e tradicionalista dominam toda a programação metodológica. Regrinhas e fórmulas prontas são valorizadas, as repetições dessas servem como sistematização de memorização, descontextualizadas e inquestionáveis. Delizoicov e colaboradores (2007) afirmam que o ensino não só de física como das outras ciências da natureza é marcado por esses fatores.

A prática experimental é uma dessas ferramentas que pode ser usada pelos professores para estimular uma melhor aprendizagem do aluno. Castro e Cerqueira (1992) cita que ao estimular a investigação, o indivíduo se envolve, abstraindo o conhecimento, problematizando com a sua realidade e que os possam além de instruir formando cidadãos que possam construir o saber para transformá-lo. É durante este modelo de aulas experimentais, que eles têm condições de manusear, testar, discutir e, ainda modificar a prática no intuito de melhor compreender os fenômenos estudados. Quando as aulas de Física passam a ser melhor planejadas, levando em consideração esses fatores, elas constituem momentos ricos no processo de ensino-aprendizagem, pois o uso de um multímetro, conectado a um circuito elétrico simples, com uma boa metodologia didática do professor poderá aprofundar e, sobretudo, concretizar as habilidades e competências como conhecimentos, atitudes e valores.

Guimarães (2017) afirma que é em um ambiente rico em experimentos que oportuna o aluno a observação e a desenvolver hipótese. É nessas ações de planejamento teórico/prático que devemos aproveitar as informações colhidas para a obtenção de resultados significativos da aprendizagem do aluno, atribuindo a eles um conhecimento mais consistente e relevantes.

2.2 - A PRÁTICA E O DESENVOLVIMENTO SÓCIO-INTERACIONISTA

O conhecimento que o aluno possui é construído pelo processo de interação sujeito, meio e sociedade, em que seus costumes, valores e crenças têm que ser respeitados, como já descrevia Vygotsky (2010). Ao relacionar com a Física isso não é diferente, tudo que ele possui a respeito dessa ciência foram arquitetadas nessa relação de cooperação, da observação e ferramentas que se caracterizam no desenvolvimento do indivíduo, proporcionando a aprendizagem que sendo criativa e dinâmica resultará no melhor desenvolvimento dos processos mentais.

Marques (2018), afirma que a aprendizagem é fator determinante no desenvolvimento e maturidade do indivíduo e que esse desenvolvimento possui três modos: zona de desenvolvimento real, zona desenvolvimento proximal e zona de desenvolvimento potencial.

| A zona de desenvolvimento proximal pode ser explicada como sendo a distância entre o nível de desenvolvimento real, que é aquele constituído por funções que leva o sujeito a realizar tarefas com total autonomia, e o nível de desenvolvimento potencial é caracterizado pela fase em que o sujeito necessita da autonomia da ajuda do outro com nível de desenvolvimento mais avançado para a realização de suas tarefas (VYGOTSKY, 1991). Toda a mediação de nossa prática experimental e de aplicabilidade terá duas dessas Zonas de Desenvolvimento prevista por Vygotsky, a zona de desenvolvimento potencial e a zona de desenvolvimento proximal, posto que eles adquiram habilidades suficientes para estarem na zona de desenvolvimento real é necessário que estejam supervisionados pelo professor nas tarefas devido à atenção redobrada pelo uso da tensão da rede elétrica.

A zona de desenvolvimento potencial acontecerá no início e meio das realizações das tarefas, montagem e as primeiras aferições. Espera-se que durante o desenvolvimento das tarefas, estes alunos possam ingressar na zona de desenvolvimento proximal, em que eles consigam sob supervisão do professor: ligar, desligar circuitos, inserir e subsistir resistores, e principalmente usar o multímetro durante toda a aula prática.

Apesar dessas duas zonas comentadas anteriormente isso não quer dizer que os alunos não possam estar na zona de desenvolvimento real, já que os mesmos pelas passagens das zonas de desenvolvimento potencial e proximal sucedido nas aulas expositivas, demonstrativas e oficinas pedagógicas, sejam capazes de terem adquirido autoconhecimento construído com o envolvimento das atividades educativas, apoderando-se de habilidades técnicas e sapiência de resolver problemas com autonomia.

A figura 1, representará as situações possíveis da aplicação das zonas de desenvolvimento de Lev Vygotsky a nossa temática.

Figura 1: Representação de situações possíveis das zonas de desenvolvimento de Vygotsky com respeito o uso do multímetro e do circuito elétrico.



Fonte: Autoria própria

Oliveira (2004) descreve que na teoria sócio interacionista, o ensino e aprendizagem é realizado pela orientação do professor como objetivo de correlacionar a teoria e a prática, com isso sendo uma maneira de viabilizar o gosto pela física que está presente em seu cotidiano, tanto da vida escola quanto fora do espaço escolar. Convém lembrar que as experiências vivenciadas pelos discentes devem ser valorizadas, podendo ocorrer até em certos momentos que o próprio discente acrescente informações adicionais que venham contribuir para uma relação bilateral de informações na busca pelo conhecimento. Na teoria de Vygotsky, todo conhecimento é construído por relações sujeito e sujeito, homem e meio, sujeito e objeto, sempre em uma relação dialética, tendo como produto as funções psicológicas superiores (processos mentais, a capacidade de se concentrar e resolver situações-problemas). Assim, ele é capaz de suprir suas necessidades imediatas, modificá-la ao meio em que vive e criar novas necessidades nesse dinamismo social.

O professor tem um papel muito importante nessa transformação do ser na relação sócio interacionista ele é o sujeito responsável por mediar as tarefas a serem realizadas. É com ele

que os alunos passam uma parcela do seu tempo em suas rotinas diárias, por esse motivo é interessante a demonstração de preocupação quanto à formação do sujeito, vinculando-as às questões de ordem social, ao meio ambiente e a ciência.

2.3 - A PRÁTICA EXPERIMENTAL

Atividades práticas através da experimentação de eletricidade com o uso do multímetro tem um papel muito importante na função de conectar o conhecimento teórico e o prático e auxilia os alunos na melhor compreensão de fenômenos físicos, visando ampliar as oportunidades de aprendizagem, deixando mais explícito os conceitos abordados nas aulas teóricas. O papel do professor mediador é planejar a experimentação como atividades de interesse do aluno, para que este possa testar seus conhecimentos, adquirir habilidades, despertar o interesse pela ciência física, expor o seu saber e agir de forma adequada em situações propostas. Para isso, foi necessário que as atividades com o uso do multímetro a serem desenvolvidas possuíssem flexibilização para não se tornarem tão complicadas aos discentes e estarem em consonância com a realidade destes em seu cotidiano, como compreender melhor algumas grandezas físicas existentes no circuito elétrico de sua residência, na escola e despertar o interesse pelas áreas afins que promova geração de renda em sua localidade. QUARTO (2020) cita uma forma de desenvolver estas atividades práticas que seria a zona de desenvolvimento proximal, em que ao realizar essas tarefas o professor tem um papel explícito de conduzir e interferir quando solicitado ou necessário o processo da aprendizagem, produzindo avanço a estes alunos, visando o desenvolvimento do aluno centralizando as tarefas no engrandecimento do pensamento, com material potencialmente significativo.

Dewey (2010) defende a ideia de que o educador deve dar condições ao desenvolvimento do intelecto do aluno, para isso o professor deve organizar de forma prévia suas atividades conectando a realidade do fazer com a prática, de tal modo que possibilite organizar gradualmente o intelecto do aluno.

Moreira (2010) defende o tipo de aprendizagem significativa, em que a inclusão de novas práticas metodológicas propiciará uma aprendizagem que se aproprie do conhecimento, gere discussões a partir das experiências que eles já carregam consigo, que estes sejam também provocadores permitindo conexões entre eventos, acontecimentos e conceitos, permitindo diferenciá-los, modificá-los ou reformula-los em diferentes situações.

Na próxima seção empreenderemos um breve histórico sobre alguns fatos pontuais relevantes na evolução dos conceitos em eletricidade, como forma de enriquecer o nosso trabalho na tentativa de produzir um impacto inicial ao nosso estudante durante a introdução das aulas expositivas e demonstrativas. Por sua vez evitar visões deformadas da construção coletiva da ciência.

2.4 - BREVE HISTÓRICO DO PRINCÍPIO DA ELETRICIDADE

Os trabalhos de (TONIDANDEL, ARAÚJO, BOAVENTURA, 2018) fazem um breve relato histórico da eletricidade iniciando-se como os registros do filósofo grego Tales de Mileto, no século *VI a.C.*, que constatou que o âmbar quando atritado com pele de animais ou outros tipos de tecidos adquiriam propriedade de atrair objetos leves. Tales, observou que algumas rochas encontradas na região da Magnésia apresentam o comportamento de atrair certos objetos. Alguns séculos depois, cientistas começaram a analisar os fenômenos elétricos com o objetivo de entender a sua natureza. O inglês William Gilbert (1544-1603) estudou sobre experimentos elétricos e magnéticos, nesse período ele criou o termo “elétrico”, do grego *eléktron* (âmbar). Um século após surgiu o então cientista Otto Von Guericke (1602-1686), que confeccionou a máquina de energia elétrica estática a famosa “máquina geradora de eletricidade estática”. Stephen Gray (1666-1736), em 1729, dedicou-se ao estudo da eletrização por atrito, em que observou a possível transferência da eletricidade produzida por atrito no vidro para outros corpos ou materiais. Outro experimento desenvolvido por Stephen Gray, foi a do garoto suspenso atraindo pequenas folhas de ouro para toda a partes do seu corpo, quando sobre ele entrava em contato com um tubo no estado de eletrização.

Boss e Caluz (2007) mencionam que Charles Du Fay (1698-1739) francês, baseando-se na descoberta da eletrização da atração entre as folhas de ouro com uma barra de vidro e âmbar no estado eletrizado, foi responsável pelas duas espécies de conceitos elétricos. Químico francês, nascido em 1698 e falecido em 1739, baseando-se na descoberta da atração entre uma folha de ouro eletrizada por uma barra de vidro e uma peça de âmbar eletrizada, formulou a teoria da existência de duas eletricidades, que designou por "vitreous" e "resinous". Esta era a «teoria dos dois fluidos» da eletricidade a que, mais tarde, Benjamin Franklin opôs a teoria de um fluido. “a vítrea e a resinosa”. Vitrosa, assim era denominada quanto ao surgimento de carga elétricas adquiria pela barra de vidro depois de atritada com seda, adquiria assim essa barra

excesso de cargas positivas. A outra seria a resinosa que é a carga elétrica da borracha quando eletrizada por meio do atrito também com a lã, adquiria a borracha um excesso de cargas negativas. Já, o francês Jean-Antoine Nollet (1700-1770), herdeiro e seguidor dos estudos de Du Fay, se deteve a postular o conceito de um único fluido elétrico que penetrar e sair em corpos eletrizados em forma de fluxo, que ficou conhecido como fluxo elétrico.

Segundo Moura (2018), os dois grandes físicos que contribuiu de forma revolucionária ao campo da eletricidade foi Benjamin Franklin (1706-1790), cientista norte-americano, que dentre várias descobertas elétricas estão a diferenciação das cargas positiva e negativa. Mencionou ainda que, todos os corpos estando no estado neutro possuíam uma quantidade normal de cargas, que ele chamou de fluido elétrico. Assim se o corpo possuísse excesso desse fluido, ele estaria positivamente eletrizado e, se este corpo possuía falta desse fluido estaria negativamente eletrizado. No caso para a eletrização por atrito ocorreria passagem do fluido de um corpo para outro. Foi ele quem inventou o para-raios.

Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), francês fez os primeiros estudos sobre os efeitos elétricos entre corpos de forma quantitativa. Com o experimento da balança de torção conseguiu estabelecer a lei que por mérito levaria o seu nome. No começo do século XIX, o então biólogo italiano Luigi Galvani (1737-1997), da existência de correntes elétricas produzidas pelas pernas de uma rã morta, quando colocada pendurada por presilhas de cobre marcaram a ciência de época. Outros como o italiano Alessandro Volta (1745-1827) que deu contribuições significativas, dentre elas a brilhante invenção da primeira pilha elétrica e os primeiros conceitos sobre corrente elétrica.

Os estudos a respeito da corrente elétrica tiveram um avanço com o físico Georg Simon Ohm (1787-1854), alemão, que explicou de forma detalhada o conceito de resistência elétrica nos materiais. Claude Pouillet (1790-1868), francês, fez também suas contribuições no campo da eletricidade por determinar a corrente elétrica em um circuito elétrico simples. Charles Wheatstone (1802-1875), um físico inglês que construiu um circuito que era capaz de medir com uma melhor precisão a resistência elétrica presente em um resistor, dando ela continuidade aos estudos presentes da lei de Ohm. Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), estabeleceu leis dando formas de como se calcular das intensidades das correntes elétricas que percorria um circuito elétrico. Tonidandel, e colaboradores (2018) afirmam que o dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) deu grande contribuição através das suas descobertas de que as correntes elétricas podem gerar campos magnéticos que estes são bastantes importantes ao Eletromagnetismo.

André-Marie Ampère (1775-1836) físico, cientista e matemático, além de filósofo. Este francês, que se deteve às experiências realizadas pelo então Oersted sobre o efeito magnético na presença da corrente elétrica. Suas experiências geraram descobertas que são úteis até os tempos atuais (os aparelhos eletromagnéticos. De forma genial construiu o galvanômetro, o primeiro telégrafo elétrico e o eletroímã.

Michael Faraday (1791-1867), químico, físico experimental deu contribuições significativas aos conceitos sobre eletromagnetismo. Nikola Tesla (1856-1943), austro-húngaro, estudante de engenharia elétrica onde iniciou seus estudos em 1873 no Instituto Politécnico de Graz, na Áustria transferindo-se seus estudos em 1880 para Universidade de Praga, onde cursou até o terceiro ano, desistindo no percurso do curso. Grande parte dos trabalhos de Tesla, foram realizados nos campos de eletromagnetismo, como o da corrente alternada e da engenharia eletromecânica, além da radioeletricidade e da eletrotécnica, que lhe rendeu reconhecimento de inúmeras invenções através de diversos prêmios, como o de 1894 título Honoris Causa pela Universidade de Columbia e o de 1934, agraciado com medalha John Scott pelo Instituto Franklin, por ter elaborado um sistema de energia polifásico. James Clerk Maxwell (1831-1879), físico e matemático britânico, descreveu a teoria moderna do eletromagnetismo, que une a eletricidade, o magnetismo e a óptica. Maxwell, também transformou as ideias da lei da indução eletromagnética de Faraday em equações matemáticas constitui uma das quatro leis fundamentais do eletromagnetismo.

Do item **2.5.1** a **2.8.1** trataremos dos conteúdos de física, dos componentes eletrônicos e instrumentos de medição de elétrica construídos ao longo da história da humanidade por esses cientistas e inventores presentes nos tempos atuais.

2.5 – TEMÁTICAS DE FÍSICA ABORDADOS

2.5.1- Diferença de potencial elétrico ou tensão elétrica entre dois pontos

O deslocamento de uma partícula carregada de um dado ponto inicial para um ponto final devido a presença do campo elétrico possui relação de dependência entre a variação do potencial ΔV , a carga elétrica q da partícula, a variação da energia potencial ΔU e o trabalho realizado W pela presença da força elétrica atuante (HALLIDAY, RESNICK, 2016). O potencial elétrico V em um ponto P arbitrário, devido à presença do campo elétrico é dada por:

$$V = \frac{-W_{\infty}}{q_0} = \frac{U}{q_0}, \quad (1.0)$$

Em que W_{∞} representa o trabalho de levar uma carga elétrica positiva q_0 do infinito até o ponto P pela presença do campo elétrico. A energia potencial de uma partícula com carga q em uma dada região será:

$$U = qV, \quad (1.1)$$

Para essa mesma partícula que atravesse uma região com pontos diferentes em seu potencial elétrico ΔV , a variação de energia potencial elétrica dessa partícula obedece a equação:

$$\Delta U = q\Delta V = q(V_f - V_i), \quad (1.2)$$

Para duas situações com e sem a existência de forças externas, descrevemos pelo princípio da conservação da energia mecânica a variação da energia cinética da partícula ao atravessar um meio com variação de energia potencial elétrica como sendo:

Ainda falando de trabalho realizado devido ao campo elétrico sobre uma partícula que se desloca do ponto i para o ponto f podemos relacionar a variação de energia potencial ΔU ao trabalho W devido à ação da força elétrica, resultando daí uma variação de potencial elétrico conforme equação:

$$W = -\Delta U = -q\Delta V = -q(V_f - V_i). \quad (1.3)$$

Essa tensão elétrica pode ser traduzida como o resultado da quantidade de energia gerada para deslocar uma carga elétrica de um potencial elétrico para outro, ou seja, de V_f maior até V_i menor. Para um circuito elétrico, essa diferença pode ser estabelecida pelo potencial elétrico de entrada no condutor, por onde toda a carga elétrica circulará até chegar em sua outra extremidade de menor potencial. A geração de uma diferença de potencial em um circuito elétrico pode ser contínua ou alternada. A ddp (tensão) é contínua quando as correntes elétricas têm um único sentido, sendo esta conhecida como CC (corrente contínua). Para esta situação tanto a corrente como a tensão elétrica serão constantes (ALVES, 1999). Já no caso de uma diferença de potencial e corrente elétrica alternada, haverá um comportamento de alternância

de sentidos quando ao fluxo de corrente elétrica comportando-se como senoidal e quadrada/triangular, sendo esta conhecida como AC (corrente elétrica alternada).

Vamos supor uma situação em que a diferença de potencial entre os terminais de uma fonte real de resistência r seja dada por $V_b - V_a$ e que esta fonte real, esteja diretamente conectada a um determinado dispositivo elétrico, considerando arbitrariamente V_a sendo nulo. Essa diferença de potencial elétrico pode ser expressa por meio da equação:

$$V = \mathcal{E} - ri \quad (1.4)$$

Em que \mathcal{E} representa a força eletromotriz e r será a resistência interna do gerador. Na teoria vista nos livros de física que existe uma fonte de tensão ideal, cujo valor da diferença de potencial elétrico entre seus terminais será o mesmo valor da força eletromotriz da fonte. A grandeza iR transferida até o resistor que por sua vez será transformada em calor (HALLIDAY; RESNICK,2016).

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R}, \quad (1.5)$$

Do ponto de vista experimental, uma fonte de tensão real é ligada a um circuito elétrico, no qual a própria fonte transfere energia para os portadores de carga que passam por ela, daí essa energia dos portadores de carga é transferida para outros dispositivos presentes no circuito, como por exemplo, uma TV ou mesmo o carregamento da bateria de um celular.

Um outro conceito que deve ser discutido com os alunos é a superfície equipotencial, ou seja, pontos do espaço em o potencial elétrico é constante. (HALLIDAY, RESNICK, 2016) descreve matematicamente esta relação entre a ddp de superfícies equipotenciais:

$$V_f - V_i = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{S}, \quad (1.6)$$

Para $V_i = 0$, temos:

$$V_f = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{S}. \quad (1.7)$$

em que $d\vec{S}$ representa a elemento de área das superfícies equipotenciais.

Vamos agora abordar a questão do fio condutor de formato cilíndrico. O fluxo do campo elétrico está relacionado à carga na superfície através da lei de Gauss (HALLIDAY, RESNICK, 2016). No qual toda superfície gaussiana é dividida em elementos infinitesimais de área, assim nós temos a equação:

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}, \quad (1.8)$$

em que Φ_E é o fluxo elétrico e $d\vec{A}$ é o elemento infinitesimal de área. O círculo indica que esta integral se estende a toda superfície fechada. E que este mesmo fluxo elétrico dependerá da quantidade de cargas em seu interior Q_{int} e ϵ_0 é a permissividade no vácuo.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}, \quad (1.9)$$

Desse modo, podemos escrever que:

$$\Phi = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} \quad (2.0)$$

O campo elétrico também pode ser determinado em uma região ou mesmo um ponto do espaço por uma linha de carga infinita que possuirá uma densidade linear de carga uniforme λ (densidade linear de cargas), que será sempre perpendicular à linha de carga, cujo módulo é:

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}, \quad (2.1)$$

Um outro conceito importante é a relação entre o fluxo de campo elétrico e o campo magnético gerado (HALLIDAY, RESNICK, 2016). No qual ele utilizou-se da fórmula de integração para comprová-los.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 i_{env}. \quad (2.2)$$

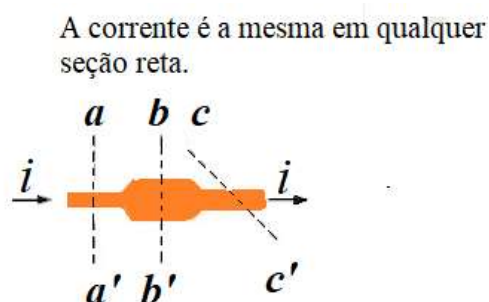
2.5.2 - Intensidade de corrente elétrica

Para que ocorra uma corrente elétrica é necessária a existência de um fluxo líquido de cargas que ao longo de um meio material (HALLIDAY, RESNICK, 2016). E que para que isso ocorra o número de elétrons que atravessará dois pontos diferente de um material, como por exemplo um condutor, terá que possuir uma quantidade maior desse fluxo comparado com o movimento dos elétrons que se deslocam no sentido oposto do plano. Se existe uma taxa de variação temporal (dq) através de plano hipotético (como aa'), conforme figura 2, a corrente i será descrita pela equação:

$$i = \frac{dq}{dt}, \quad (2.3)$$

em que i - intensidade corrente elétrica, dq - elemento de carga elétrica e dt -intervalo de tempo.

Figura 2: Comportamento da corrente elétrica em um plano condutor.



Fonte: livro do (Halliday, Resnick, 2016), vol.3.

A corrente elétrica está relacionada a densidade da corrente, que pode ser estabelecida a seguinte equação:

$$i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}, \quad (2.4)$$

Em que a densidade de fluxo de corrente possui o mesmo sentido da velocidade dos portadores de carga se forem positivos, do contrário para as cargas negativas terá o sentido oposto.

A figura 3 ilustra a velocidade de arraste das cargas livres positivas que se deslocam em um condutor. Todas essas partículas movendo-se com velocidade de arraste idênticas v_a e distância $v_a dt$ (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Figura 3 - Representação da velocidade de arraste produzida por cargas positivas.

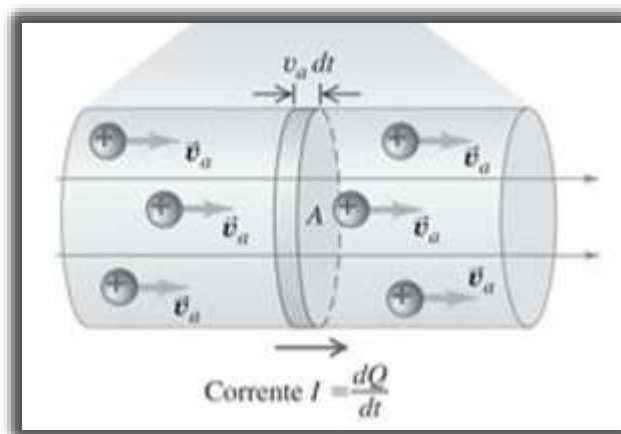


Figura: do livro YOUNG; FREEDMAN, 2009

O volume do fio condutor cilíndrico dada por $A \bar{v}_a dt$, em que A representa a secção transversal da área do fio, tendo número de partículas em seu interior igual a $nA \bar{v}_a dt$. Para cada partícula q , a carga dQ fluirá da extremidade da direita durante o intervalo de tempo dt , como sendo:

$$dQ = nqA\bar{v}_a dt, \quad (2.5)$$

dq , n , q , A e dt trata-se de grandezas escalar e \bar{v}_a uma grandeza vetorial.

Assim podemos escrever que a equação para a corrente elétrica dos portadores de carga:

$$I = \frac{dQ}{dt} = nq\bar{v}_a A, \quad (2.6)$$

A densidade decorrente J que flui da área na seção reta, cuja unidade são ampères por metro quadrado (A/m^2):

$$J = \frac{I}{A} = nq \bar{v}_a \quad (2.7)$$

O sentido da corrente elétrica, seguindo convenções históricas, é aquele que corresponderia ao deslocamento de cargas positivas (oposto ao sentido do movimento dos elétrons), já que na época ainda nada se conhecia sobre as cargas elétricas negativas. Em uma situação em que a corrente elétrica for de 1 A em uma seção transversal de um fio condutor a cada um segundo há 1 C de carga elétrica corresponde a aproximadamente $6,2 \times 10^{18}$ elétrons.

O comportamento da corrente elétrica em um circuito pode se dar de duas formas: contínua e a alternada. A corrente elétrica caracterizada como contínua quando o seu sentido não é alterado, ou seja, ela sempre será positiva ou sempre será negativa. Nos circuitos eletrônicos em sua grande maioria trabalha-se com corrente elétrica contínua.

Para conseguir uma corrente que seja constante, precisamos de uma “bomba” de cargas, como a própria fonte de tensão que produza uma força eletromotriz que possui energia potencial exercendo um trabalho sobre os portadores de carga, resultando conseqüentemente na diferença de potencial entre seus terminais (HALLIDAY;RESNICK, 2016). Acrescentamos como exemplos do nosso dia a dia, de equipamentos elétricos que operam sob energia elétrica de amperagem contínua: as pilhas e baterias.

A corrente elétrica alternada ocorre quando periodicamente haverá oscilações em sua geração invertendo-se o sentido de positivo para negativo em um movimento oscilatório. Este tipo de corrente é a mesma encontrada em nossas residências na rede elétrica e tomadas. No Brasil, a corrente elétrica que chega em nossas residências possui uma frequência de 60 Hz. A velocidade de deriva dos elétrons pelo material utilizado chega a ser da ordem de 4×10^{-5} m/s, deslocando cerca de 3×10^{-7} m a cada meio ciclo. Uma de seus pontos positivos é a facilidade que se tem em sua geração e também com suas oscilações é possível com ajuda de um transformador aumentar ou diminuir sua ddp.

Em algumas aplicações é possível efetuar uma correção na corrente elétrica de modo a obter uma corrente contínua pulsante, o sentido da corrente elétrica na oscilação não é alterado, mas passam periodicamente por pulsações. Este tipo de corrente pode ser encontrado em circuitos retificadores de corrente alternada.

2.5.3 – Condutores e Isolantes

Nussenzveig (1997), explica que Stephen Gray (1666-1736) descobriu que as cargas elétricas possivelmente poderiam se transferir de um material para outro, esse material foi denominado de condutores. Em contrapartida, para aqueles em que as cargas permaneceram retidas, sem se deslocar para outros foram chamados assim de isolantes. É sabido que os materiais mesmo sendo isolantes eles dependem muito da intensidade do campo elétrico no qual esteja sujeito, podendo este torna-se um condutor.

Nos livros de ensino superior como o de (YOUNG; FREEDMAN,2006) e (HALLIDAY; RESNICK, 2016), explica de forma qualitativa o que ocorre nos materiais que são condutores e isolantes. Nos materiais isolantes toda a energia a ser utilizada no material para tentar liberar os elétrons dos átomos do material deve ser muito grande, mesmo que se tenha a uma energia elétrica e um campo elétrico razoável, não será suficiente para liberar estes para a condução da corrente elétrica. No caso dos semicondutores, apresentam uma certa propriedades muito parecidas com o que ocorre nos isolantes, exceto que necessita este um pouco menos de energia para que os elétrons seja liberados. Um exemplo de semicondutores são os diodos e transistores, que são feitos por meio do processo de dopagem que pode fornecer elétrons ou déficits de elétrons devido a constante presença de impurezas nestes materiais. Outro fato a ser considerado nos semicondutores é que com o aumento de temperatura devido da energia faz com que as colisões entre os portadores de cargas aumente rapidamente e a resistividade do material diminui. O grafite também possui essa características dos semicondutores, pois este é um material não-metálico.

Nos condutores, com o aumento da temperatura a resistividade do material aumentará devido a ocorrência de colisões dos portadores de carga com os átomos do material existentes na rede com o aumento da temperatura.

2.5.4 – Efeitos da corrente elétrica

A passagem da corrente elétrica através de um dado material pode acarretar diferentes efeitos dependendo das características do material e da intensidade da corrente elétrica que o atravessa. Os efeitos principais são: efeito térmico, efeito químico, efeito magnético e efeito fisiológico (FERRARO; JÚNIOR; SOARES,1999, p. 125).

Um exemplo do efeito químico é a utilização em reações químicas nas soluções eletrolíticas e no recobrimento de metais. Já o efeito térmico, conhecido como efeito joule, surge de vibrações da estrutura do material quando este é submetido à passagem da corrente elétrica. Quando os átomos recebem energia, eles passam a vibrar com mais intensidade e, quanto maior for essa vibração, mais elevada será a temperatura resultante no condutor. Muito comum de se observar este efeito térmico, são os equipamentos de aquecimento, como: em uma pranchina de cabelo, chuveiro elétrico, ou até a corrente elétrica presente do curto circuito de um condutor, que requer maiores cuidados, pois com o aquecimento do condutor poderá em sua maioria das vezes provocar o derretimento do condutor (fusão), atingindo as camadas protetoras de isolamento elétrico. Com isso deixando as pessoas que estiverem em contato com esse tipo de material sujeita a uma descarga elétrica, e queimaduras que variam de segundo ou até mesmos de terceiro grau. O efeito magnético quando se aplica a corrente elétrica pode ser observada em sala de aula com o uso de uma bússola, a agulha da bússola sofre deflexão quando o circuito é ligado. Por fim, o Efeito fisiológico acontece quando a corrente elétrica circula pelo organismo de um ser vivo, como por exemplo em nosso corpo humano. A corrente elétrica pode causar desde pequenos desconforto à morte dependendo da intensidade. atuará no sistema nervoso, fazendo com que o corpo sofra contrações musculares, pela ação dessa corrente ocasionando o choque elétrico, resultante da diferença de potencial que passa a existir sobre o nosso corpo, no qual ele está submetido. A tabela 1 resume nos efeitos da CA (corrente alternada) e da CC (corrente contínua) provocado no corpo humano quando, acidentalmente, é submetido a uma corrente elétrica.

Tabela 1 – Possíveis danos no corpo humano devido a passagem, acidental, da corrente elétrica.


Corrente elétrica (mA)	Reação
CA / CC <25 / <80	1 mA – Limiar de formigamento 5 a 15 mA – contrações musculares 15 a 20 mA – contrações violentas e problemas respiratórios
25 a 80 / 80 a 300	Sensação insuportável e asfixia
Da ordem de Amperes	Queimaduras Necrose Sequelas

Adaptado de <https://consultoriaengenharia.com.br> – Acesso em 22/06/2020.

2.5.5 – Resistência e Resistividade elétrica

Ao falar em resistência elétrica nas aulas experimentais, trabalharemos com as equações para os resistores de uma forma macroscópica, pois não tínhamos equipamentos modernos capaz de aferir com precisão as tensões e correntes a cada instante das resistências dos dispositivos elétricos, em especial atenção quando se trata de tensão alternada de 220V de uma instalação predial trifásica com tensão em rede local de trabalho na realização de tais práticas. No entanto, nossa idéia central aqui é conhecer o que é um resistor e sua função. A resistência R entre dois pontos de um condutor é expressa pela equação (22), que ficou bastante conhecida como a 1ª Lei de Ohm.

$$V = Ri. \quad (2.8)$$

Em que R representa a resistência do resistor cuja unidade no SI é ohm (Ω) cujo simbolo no circuito elétrico é . V representa a diferença de potencial entre os pontos (volts), por último i indica a intensidade da corrente elétrica que atravessa os terminais entre os dois pontos do resistor (Ampère).

Os dispositivos elétricos possuem resistências elétricas que podem ser ôhmicos e não-ôhmicos. Georg Simon Ohm (1789-1854) através de suas observações e experimentações, chegou a concluir que em um determinado ponto à temperatura constante, a razão da ddp aplicada pela intensidade de corrente seria uma constante característica para o resistor. Nesta situação poderíamos dizer que este resistor em uma análise gráfica se comportaria em termos de uma função linear entre a ddp (V) e a corrente elétrica (i), caracterizando como uma resistência de condutibilidade linear. Para o caso de resistores não-ôhmicos ou não-lineares, o gráfico da voltagem em função da corrente elétrica apresenta um comportamento de uma curva. Um exemplo bastante comum são as lâmpadas fluorescentes residenciais, que em seu estado de funcionamento ocorrerá o efeito Joule no material elevando-se a temperatura.

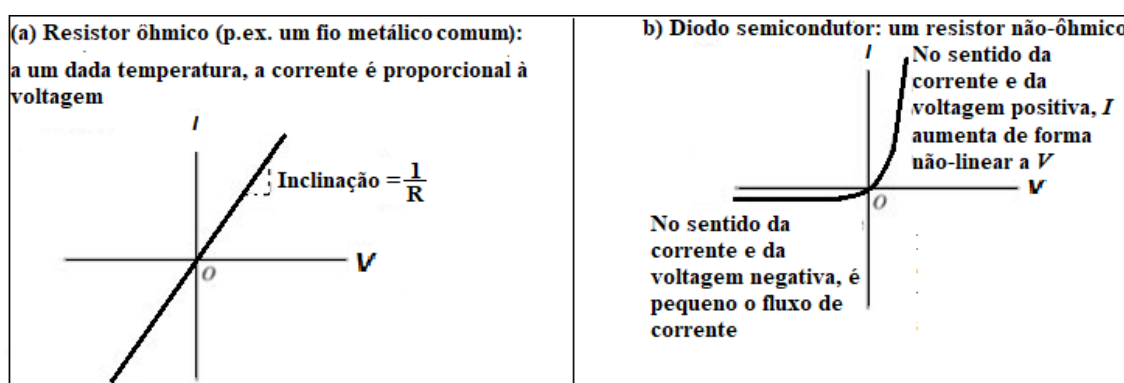
Quanto aos resistores não-ôhmicos estes resultarão em curvas características para cada tipo de material de um resistor não-ôhmico a ser determinado experimentalmente.

A cada ponto estudado para se conhecer a sua resistência aparente, poderá, poderá ser determinada pelo coeficiente angular da secante que passa pela origem e pelos pontos considerados.

$$\operatorname{tg} \beta = Rap, \operatorname{tg} \beta' = Rap'. \quad (2.9)$$

Para o resistor ôhmico e não-ôhmico veja como seria o modelo de um condutor ôhmico e não-linear conforme figura 4 (a) e (b). Curva característica esta que depende do tipo de material.

Figura 4– Esboço de gráficos representativos de imagens de resistores ohmicos (a) e não-ohmicos juntamente com as suas curvas características (b) .



Fonte: livro do (YOUNG;FREEDMAN, 2006) 12 ed. Vol. 3.

Um dos exemplos mais comuns são os semicondutores que possui condutibilidade sensível as condições ambientais, ocasionando alterações em sua resistividade que está diretamente associada a resistência elétrica do material. Medeiros (2018) relata que todo material cuja função será dificultar a passagem da corrente elétrica seria denominado de resistência, e que a energia elétrica que passará por ele é transformada grande parte em energia térmica, ocasionado o efeito Joule, atenuando a tensão e a corrente que o atravessa.

A resistência do material pode ser escrita em termos de uma dependência com a resistividade (ρ), comprimento (L) e a área (A) através da equação:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (3.0)$$

em que $\rho = 1/\sigma$ é determinada pela resistividade do material, no qual a letra σ é definida como a condutividade elétrica do material homogêneo. Menciono ainda que é a resistividade do material que irá influenciar diretamente no resistor quando temperatura se modifica em seu funcionamento.

No cotidiano principalmente em equipamentos eletrônicos são comuns resistores de filme de carbono metálicos, de carvão, e as de fio (bobinadas), classificando o valor nominal das resistências com listras especificadas por cores, possuindo em alguns deles valores escritos

nos próprios materiais conhecidas como código de cores. Os resistores de fio é um exemplo que aplica o código de cores, no qual a regra para efetuação de sua respectiva leitura dos valores de resistência em codificação segue, conforme figura 5.

Figura 5 - Código de cores dos resistores

$R = 5600 \Omega, +/- 1\%$
 $R = 5,6 \cdot 10^3 \Omega$
 $R = 5,6 \text{ K}\Omega$

COR	1ª Faixa (Número)	2ª Faixa (Número)	3ª Faixa (zeros ou Pot. de 10)	4ª Faixa (Tolerância)
Preto	—	0	—	—
Marrom	1	1	0 ($\times 10^1$)	1%
Vermelho	2	2	00 ($\times 10^2$)	2%
Laranja	3	3	000 ($\times 10^3$)	—
Amarelo	4	4	0000 ($\times 10^4$)	—
Verde	5	5	00000 ($\times 10^5$)	—
Azul	6	6	000000 ($\times 10^6$)	—
Violeta	7	7	—	—
Cinza	8	8	—	—
Branco	9	9	—	—
Ouro	—	—	$\times 0,1$ ($\times 10^{-1}$)	5%
Prata	—	—	$\times 0,01$ ($\times 10^{-2}$)	10%

Código de cores dos resistores

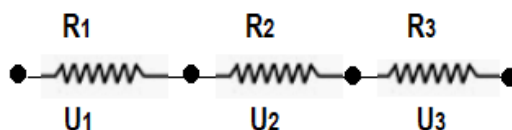
Fonte: Professor Renato Medeiros, UEG.2018.

2.5.6 - Associação de Resistores

As instalações elétricas das nossas residências é um circuito elétrico que podemos usar durante as aulas de eletricidade no ensino médio.

No livro de Halliday e Resnick (2016) explica que numa associação de resistores em série, os componentes resistivos são ligados um após o outro, de modo que a corrente elétrica sempre resultante pelo percurso do caminho não se modificará ao atravessá-los (constante). Caso queira substituir todas as resistências desse percurso por uma resistência equivalente, essa será igual à soma das resistências presente na associação. Aplicando a 1ª lei de Ohm, teremos, que a ddp em cada um deles é diretamente proporcional à resistência elétrica e que, o total da mesma será igual a soma das ddp's nos resistores associados. Veja a seguir uma figura (6) representativa de uma associação em série.

Figura 6 - Associação de resistores em série.



Fonte: Autoria própria.

Matematicamente, podemos escrever que a resistência equivalente neste tipo de associação entre resistores ôhmicos é dada pela equação:

$$R = \sum_{j=1}^n R_j. \quad (3.1)$$

E para a ddp entre os terminais de cada resistor podem ser expressas pela equação:

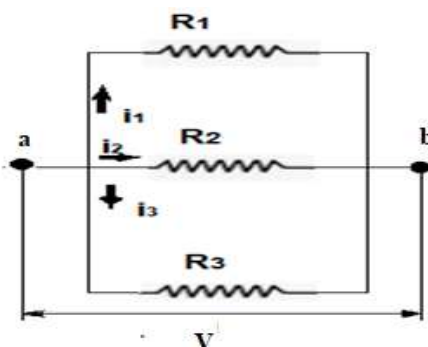
$$V_s = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n. \quad (3.2)$$

$$i = i_1 = i_2 = i_3 = i_n. \quad (3.3)$$

$$P_1 = R_1 i^2, P_2 = R_2 i^2, P_3 = R_3 i^2 \quad (3.4)$$

Para a associação de resistores em paralelo, eles devem estar ligados pelos mesmos terminais, de modo a ficarem submetidos à uma mesma ddp. A figura (7) mostra um desenho esquemático da associação de resistores em paralelo.

Figura 7 - Associação de resistores em paralelo.



Fonte: Autoria própria.

Para esse tipo de associação, a resistência equivalente dos resistores ôhmicos é obtida através da seguinte equação:

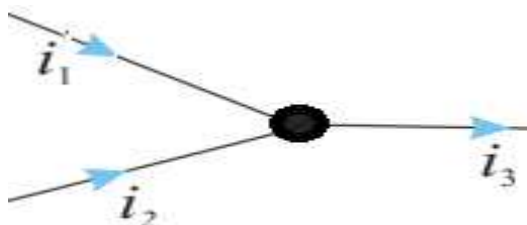
$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}. \quad (3.5)$$

Nesse caso, a diferença de potencial entre os pontos a e b é constante. Adota-se a regra dos nós para cada resistor. Assim a corrente elétrica em cada componente é a soma das correntes de acordo com a lei de Kirchhoff.

$$i = i_1 + i_2 + i_3 = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right). \quad (3.6)$$

O caso mais real que acontece nas instalações de algumas residências é a associação mista de componentes resistivos. Aqui, o aluno manterá cautela ao determinar a simplificação do circuito a cada ponto, com o intuito de determinar a resistência equivalente em cada ramificação do circuito. A primeira Lei de Kirchhoff diz que em um nó, a soma das correntes elétricas que entra no circuito é própria somatória das correntes que saem, ou seja, a corrente elétrica se conservará de acordo com o conhecido Princípio da Conservação da Carga Elétrica (NUSSENZVEIG, 1997). A figura (8) mostra o esquema da soma das correntes que chegam a um nó no circuito.

Figura 8: Nó ponto no circuito onde há 3 condutores ligados

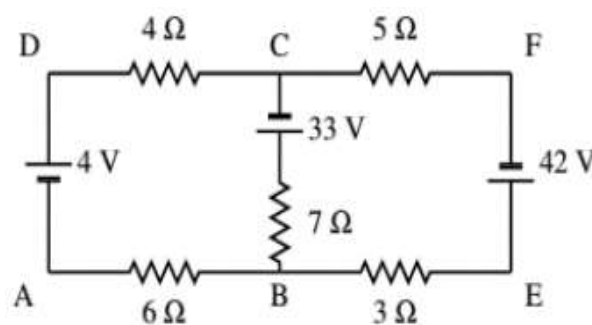


Fonte: Autoria própria.

Esse é um conceito muito importante para a leitura e interpretação de circuitos em termos de separação de malhas. A figura (9) apresenta um circuito em que é possível aplicar a lei das Malhas ou lei das tensões. Em cada malha, considera-se que a somatória das *ddp's*

do percurso fechado sendo nula ($\sum_{k=1}^n U_k = 0$).

Figura 9: circuito elétrico composto por duas malhas.



Fonte: (HALLIDAY; RESNICK, 2012).

Como podemos observar é fácil identificar que há três caminhos fechados. São eles: $ABCD$, $BEFCB$ e $ABEFCDA$. Para a malha $ABCD$, a lei das tensões no circuito é:

$$\Delta V_{AB} = \Delta V_{BC} + \Delta V_{CD} + \Delta V_{DA} = 0, \quad (3.7)$$

A somatória algébrica dos pontos, nos dar condições para representa cada ddp:

$$\Delta V_{AB} = V_B - V_A, \quad \Delta V_{BC} = V_C - V_B, \quad \Delta V_{CD} = V_D - V_C, \quad \Delta V_{DA} = V_A - V_D. \quad (3.8)$$

2.5.7 – Potência elétrica

A lei de Joule especifica que um resistor transforma a energia elétrica em energia térmica, assim por conta das sucessivas colisões dos elétrons dentro do material resistor dissipará parte da energia elétrica que recebe de um circuito. Para transportar uma carga dq por meio do potencial elétrico V será necessário que uma fonte do circuito forneça-lhe uma energia (NUSSENZVEIG, 1997). Além disso, a presença de uma corrente elétrica $i = dq/dt$ considerando um intervalo de tempo dt através de V , seria preciso de fornecer uma energia:

$$dw = (idt)V \quad (3.9)$$

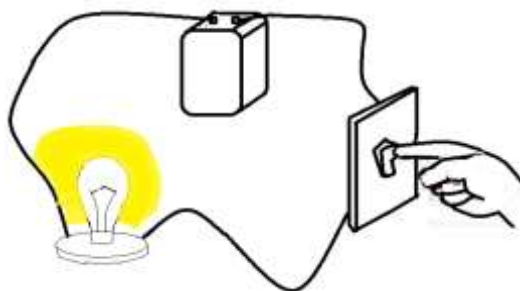
A unidade conhecida internacionalmente pela relação de unidades de energia (Joule) e o intervalo de tempo (segundos) é o watt (W). Não é difícil encontrar vários exemplos dessa transformação em que a energia elétrica é convertida em aquecimento do material, como no secador de cabelo (calor) e em uma resistência de de torradeira elétrica (radiação térmica visível em forma de luz). A relação Matemática a potência em termos de energia por ser formulada como:

$$\frac{dw}{dt} = P = iV \quad \text{ou} \quad P = i^2R = \frac{V^2}{R} \quad (4.0)$$

2.5.8 - Circuito elétrico

Não é difícil enumerar exemplos de componentes que podem estar presentes na parte de um circuito elétrico, alguns deles são: geradores elétricos, chave de liga/desliga, fios condutores, resistores, capacitores, indutores, entre outros elementos que são indispensáveis para constituir um circuito elétrico. A figura (10) é um esboço de um circuito elétrico simples.

Figura 10: Esboço de um circuito elétrico simples contendo uma fonte de tensão, uma chave liga e desliga e uma lâmpada resistiva.



Fonte: Autoria própria.

Em muitos circuitos elétricos, o aterramento significa ligar o circuito a superfície terrestre ou melhor levar um ponto do circuito até a parte do solo, garantido que o potencial menor no circuito seja zero pelo fato da Terra ser um bom condutor elétrico. O símbolo do aterramento em qualquer leitura de circuito elétricos é representado pelo símbolo \perp .

2.5.9 - Transistores

É um dispositivo usado para trocar ou ampliar sinais eletrônicos e potência elétrica. Eles são formados por meio de um material semicondutor em que são compostos de três terminais para que se possa estabelecer a ligação desses transistores a um circuito elétrico exterior a eles. Esses componentes elétricos são feitos de germânio ou de silício puro, mas também podem ser feitos de outros tipos de materiais semicondutores. Em sua fabricação, há dois tipos quanto aos portadores de cargas elétricas, um deles permite apenas um tipo e o outro permite dois de junção

bipolar. A figura (11) mostra alguns dos modelos de transistores disponíveis em lojas eletrônicas.

Figura 11: Alguns modelos de transistores disponíveis para a montagem de circuitos eletrônicos.



Fonte: <https://eletronicaqui.com/2017/10/transistor/> Acesso em 22/06/2020.

Para verificar se o transistor possui boa funcionalidade utiliza-se o multímetro devendo colocar a chave seletora na posição diodo ou continuidade e os cabos de ponta de provas nos bornes (cabo vermelho $V\Omega mA$ e o cabo preto no borne COM). Quando deseja-se identificar o coletor e o emissor, coloca-se a ponta de prova preta em um dos conectores e a ponta de prova vermelha no segundo conector separadamente. Existem três terminais nos transistores comuns, ao efetuar a leitura através do multímetro, o terminal que apresentar maior valor de resistência é o emissor, aquele que possuir menor resistência é o coletor e, por fim o do meio é a base.

2.5.10 – Diodo

O diodo de germânio ou silício, faz parte dos componentes elétricos comuns na retificação de corrente elétrica. Com o uso desse componente, é possível controlar o fluxo da corrente elétrica em dois sentidos devido a função de semiciclo. A representação de diodos semicondutores está esquematizada logo a seguir pela figura (12), por meio de símbolo em diagramas esquemáticos bastante conhecido na eletricidade.

Figura 12: Representação de um diodo para a montagem de um esquema de um dado circuito elétrico.



Fonte: Autoria própria.

2.5.11 – Capacitores

O capacitor é mais um componente elétrico que em sua funcionalidade tem o poder de armazenamento de energia potencial elétrica durante um determinado intervalo de tempo. Estes dispositivos encontram-se em diversos modelos, sendo muito comum os de placas planas paralelas, separadas por meio de um material dielétrico. Entre o dielétrico haverá um campo elétrico uniforme dado pela equação $E = \sigma / \epsilon_0$, em que ϵ_0 é a constante de permissividade elétrica do vácuo, σ representa a densidade superficial de carga elétrica. A capacitância para o capacitor de placas paralelas com a presença de um material dielétrico é dada pela equação:

$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}, \quad (4.1)$$

C é identificado como a capacitância do capacitor plano $k\epsilon_0$ é a constante dielétrica do meio ($\epsilon_0 = 10^{-9}/36\pi$) F/m, A é a área das placas do capacitor e d é distância entre as placas do material. Entre as placas do capacitor plano haverá uma diferença de potencial, que pode ser associada ao campo elétrico e a distância entre elas, determinada por

$$V = - \int_+^- E dl = Ed, \quad (4.2)$$

O comportamento do sentido do campo elétrico estudado no interior entre duas placas condutoras paralelas mergulhada em um material isolante será no sentido da placa positiva para a placa negativa. Dessa forma podemos escrever a seguinte equação:

$$V = \frac{\sigma d}{\epsilon_0} = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}. \quad (4.3)$$

O coeficiente de proporcionalidade inverso de Q em relação a V , chama-se de capacitância dada pela equação $C = Q/V$ com sua unidade denominada de Farad (F).

As medições da capacitância são realizadas através do capacitímetro, porém, o nosso instrumento de medição não possui unidade de medição nessa função. Por isso, nos limitaremos na medida para verificar se o capacitor possui continuidade ou não.

2.6 – MULTÍMETRO

Um multímetro é um instrumento de medições elétricas que possui várias funções em um único aparelho, com funcionalidade de voltímetro, amperímetro e ohmímetro, de forma padrão, e capacitímetro, frequencímetro, termômetro, entre outros (PIRONDI, 1980). Esse aparelho no mercado pode ser encontrado do tipo analógico ou digital. Gomes (2007), comenta que o multímetro possui ampla utilização no mercado de trabalho, entre técnicos em eletrônica, eletricitas e por sua vez também podendo ser muito útil para auxiliar na aprendizagem do ensino de eletrodinâmica de física no ensino médio. Pelo simples motivo de ser um aparelho que permite realizar medidas de ddp, de corrente elétrica, de resistência, como também outras mais específicas como testar diodos, medir continuidade, efetuar leitura em transistores, verificar frequência, dentre outras.

Em geral, os multímetros digitais ou multiteste possuem em seu painel uma espécie de chave rotatória/seletora, além de três orifícios bastante nítido em sua parte frontal destinado a introdução dos cabos (pretos e vermelhos) conhecidos como pontas de provas, cujas posições da chave como dos pinos determinará a grandeza física correta que deseja medir. O nosso projeto fará o uso do multímetro digital modelo 30.03 com testador para cabos *Rj45*, *Rj12* e *Rj11*, do fabricante *Foxlux*. A figura (13) apresenta dois modelos de disponíveis no mercado.

O multímetro 13-a será utilizado em nosso experimento para efetuar as medições pretendidas de corrente alternada (CA), de voltagem (ACV), assim também como de resistência elétrica (Ω). Ao operacionalizar o instrumento de medição devemos ter bastante cuidado com o tipo de medição que estamos efetuando, pois se acidentalmente posicionar a chave seletora de maneira equivocada, poderá acarretar no comprometimento da funcionalidade do multímetro.

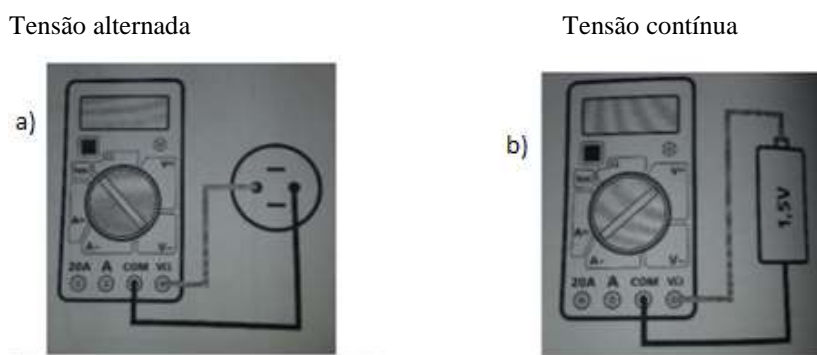
Figura 13 – Alguns modelos de multímetro disponíveis no mercado.



2.6.1 Voltímetro

O voltímetro é um aparelho constituído de uma resistência interna R' enorme, podendo ultrapassar até mais de 10.000Ω em série com um amperímetro de resistência menor (SOUZA, 2010). Seu valor em escala é graduado diretamente em volts. O valor da resistência nesse aparelho tem a função de dificultar a passagem da corrente elétrica ($i \sim 0$). Para a medição da *ddp*, ele ser colocado em paralelo com o trecho do circuito por onde deseja efetuar a medição. Dessa forma quantificamos e identificamos a tensão entre os terminais de um dispositivo elétrico. A figura (14), mostra como devemos associar o voltímetro para identificar a tensão entre dois pontos de um resistor escolhidos acoplando as cargas de provas nos pontos A e B.

Figura 14- Como colocar um voltímetro para medir a *ddp* entre dois pontos.

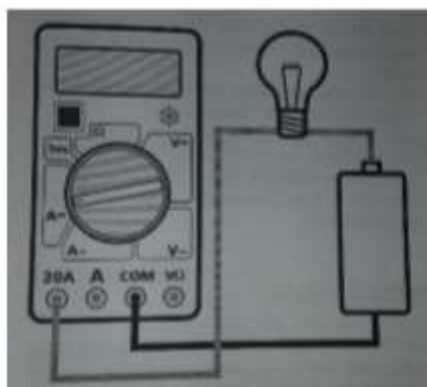


Fonte: (MEDEIROS, 2018)

2.6.2 Amperímetro

A função de amperímetro do multímetro é usada para medições de corrente elétrica. Com essa função selecionada na chave seletora, a corrente elétrica que passa através do aparelho encontrará uma resistência cujo valor nominal é baixo, o objetivo é que essa resistência não interfira na medição da corrente elétrica do circuito. Para efetuar as medições é necessário associar os cabos de pontas de prova em série com o circuito elétrico, conforme especificação das figuras (15). Sua unidade de medição é o Ampere.

Figura 15- Representação esquemática de como deve ser conectado o amperímetro no circuito elétrico.

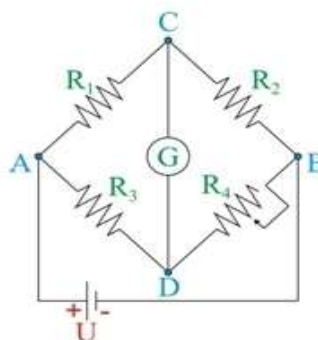


Fonte: (MEDEIROS, 2018).

2.6.3 Ponte de Wheatstone

A ponte de Wheatstone é um tipo de associação mista de resistores formada por quatro resistores que estão ligados em forma de losango conforme figura 16, cuja a funcionalidade desses arranjos será de medir valores de resistência elétrica. O modelo da ponte de Wheatstone constitui de resistências R_1 , R_2 e R_3 seguida de um resistor variável (reostato) R_4 . Dois nós do losango (A e B) ligados no circuito ligados a uma fonte de tensão. Entre os outros dois pontos de nós (C e D) estão conectados a eles um galvanômetro representado por G. Assim nesse formato a função do galvanômetro será de estabelecer como uma ponte de ligação entre os dois ramos paralelos ACB e ADB. O que acontece com o reostato de valor em R_4 será ajustado para que o medidor galvanômetro não registre qualquer passagem de corrente elétrica $i_g = 0$.

Figura 16 - Esquema convencional da ponte de Wheatstone.



Fonte: <https://www.infoescola.com/eletricidade/ponte-de-wheatstone>. Acesso em 22/06/2020.

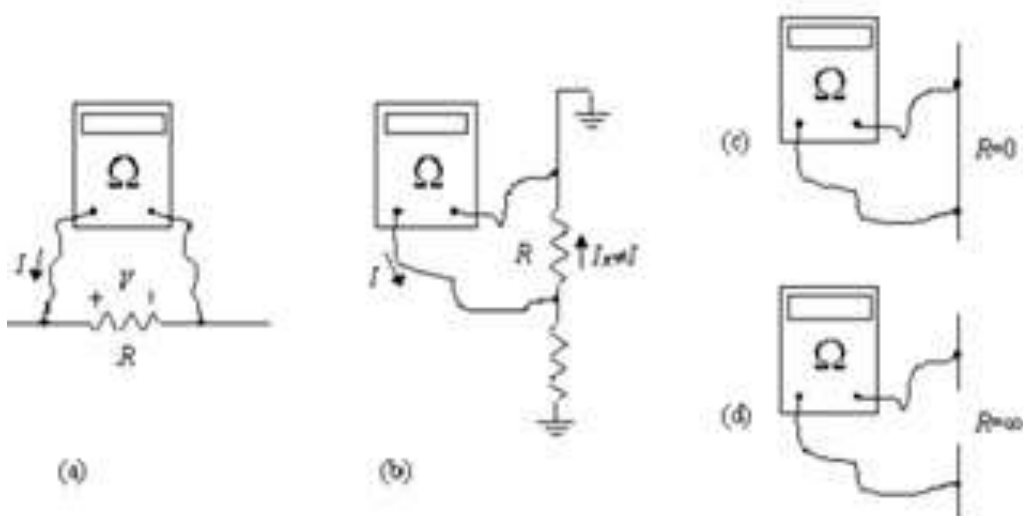
Podemos encontrar a seguinte relação para as resistências da ponte de Wheatstone:

$$R_1 R_3 = R_2 R_4.$$

2.6.4 - Ohmímetro

O instrumento utilizado para efetuar medições de resistência de um componente elétrico denomina-se Ohmímetro. Carreira e Fonseca (1997) afirmam que a operacionalidade da função ohmímetro baseia-se na Lei de Ohm. O instrumento fornece uma corrente elétrica no circuito e mede a tensão nos terminais, dessa forma é possível determinar o cálculo da resistência. A figura (17) apresenta algumas maneiras de se utilizar o multímetro para a medição de resistência.

Figura 17 - Ohmímetro: a) Resistor, b) resistor energizado c) resistor nulo d) resistor aberto.



Fonte: http://www.ufrgs.br/eng04030/Aulas/teoria/cap_03/ohmimetr.htm. Acessado em: 20 de jul 2019.

Outras funções podem ser atribuídas ao ohmímetro, como identificar se entre os pontos das conexões de medição o circuito está em curto, conforme a figura 17-c, assim como também se o circuito está em aberto figura 17-d.

2.6.5 – Erros de medição em um multímetro

O sistema de medição em um multímetro se traduz em conhecer o valor de uma unidade de medição presente nas grandezas elétricas que se deseja medir. Vejamos uma situação de medição de corrente elétrica em um circuito elétrico, para esse tipo de medida, o operador

precisa posicionar a chave seletora na função e escala mais adequada possível e efetuar a leitura da medida apresentada no display do equipamento, obedecendo a quantidade de algarismos significativos apresentados. Outro fator preocupante na leitura dessas medições traduz-se no erro sistemático, erro grosseiro e o erro aleatório. Cabral (2004) comenta que “o erro sistemático é aquele que sempre afeta o resultado no mesmo sentido”. Estes ocorrem por fatores que não dependem de quem operacionaliza o instrumento, mas sim devido às limitações físicas ou dos instrumentos, ou até mesmo por motivo de falta de calibração do instrumento, que muitas vezes é difícil de detectar. Segundo este mesmo autor, o erro passa a ser grosseiro, pelo próprio nome já é fácil de identificar “é devido à falta de habilidade do operador ou de atenção”. Um dos objetivos desse produto educacional é minimizar a falta de habilidade que alguns professores possuem quando existe a necessidade de efetuar medições elétricas durante as aulas experimentais de eletricidade que são aplicadas no ensino médio. Sano e colaboradores (1995), já relatavam os frequentes erros grosseiros dos alunos, como falhas de medições de escalas de corrente, tensão e resistência, além do descuido durante as aulas práticas. Dalzotto (2016) também relatou que o erro operacional praticado pelos alunos era devido à falta de conhecimento em relação aos dos componentes do circuito elétrico, provocando erros de ligações do multímetro com o sistema elétrico.

Os erros experimentais passam a ser aleatórios, devido a natural variabilidade dos processos físicos, resultando na variação dos valores medidos. Matematicamente, esse tipo de erro pode ser expresso pela diferença dos resultados da medição e a média das repetições das medições efetuadas (CABRAL, 2004).

2.6.6 – Erros sistemáticos de um multímetro

Os erros sistemáticos de medição inerentes do processo de medição estão presentes em qualquer medida experimental, no caso do uso do multímetro, o próprio instrumento possui limitações do processo de fabricação que afetam a medição de corrente *DC/AC*. Esse erro aparece por causa da resistência interna do equipamento, mesmo possuindo um valor baixo, ela afeta a medida afetando a precisão do resultado da corrente elétrica. Os cabos de ponta de prova que conectam no circuito também produzirão esses erros sistemáticos. Por último, o erro na medição de tensão, neste são mais comuns em correntes alternadas *AC*. A variação da tensão é possível de ser observada com bastante frequência a quase a todo instante de pequenos intervalos de tempo devido a sua indutância. Helene (1991) diz que a análise de confiabilidade

da medição se dá por meio dos instrumentos, que muitas vezes possui suas limitações. Conseqüentemente, nunca teremos um valor verdadeiro extraído dos dados de uma medição.

A própria física recorre as teorias da probabilidade e estatística., como a média dos valores medidos, de um determinado conjunto de N medidas de uma grandeza x , em que, $\{x_i | i = 1, 2, \dots, N\}$. Helene (1991) apresenta, de forma introdutória, alguns conceitos que são importantes para a divulgação de dados experimentais mais prováveis. Assim, é possível abordar durante as aulas experimentais, os conceitos introdutórios de estatística. A fim de apresentar o melhor resultado possível, durante as aulas experimentais, os alunos devem efetuar várias medições da grandeza a ser medida e construir uma tabela com todos os dados medidos. A partir desse conjunto de dados, o professor mediador deve auxiliar os alunos como calcular o valor mais provável através do cálculo da média aritmética simples através da equação:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_N}{N}, \quad (4.4)$$

em que \bar{x} é a média da grandeza medida, x_i representa cada resultado de medição e N é o número total de resultados efetuados. Como existem os erros experimentais durante o processo de medição, naturalmente, alguns resultados apresentarão um desvio quando comparados ao valor mais provável, esse desvio é caracterizado pelo desvio padrão. O valor da incerteza associada para cada valor da grandeza x , pode ser calculado pela variância (σ^2). Para o dado conjunto de N medidas, podemos ter:

2

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2, \quad (4.5)$$

Com os dados da incerteza pode chegar ao desvio padrão, que serve para fornecer informações se um dado conjunto é uniforme. E quanto mais próximo do valor 0(zero) for o desvio padrão, mais homogêneo são os dados (maior precisão tem os resultados). O desvio padrão pode ser determinado pela raiz quadrada da incerteza $\sigma = \sqrt{\sigma_x^2}$. Se tivermos N medições, a representação da grandeza padrão, será determinada pela média que foi calculada sobre N medições, acrescido do valor do desvio padrão para mais ou para menos. Assim os valores serão compreendidos como padrão nos intervalos que vai da média diminuído do desvio padrão até essa mesma média acrescido do desvio padrão.

$$x = \bar{x} \pm \sigma_x. \quad (4.6)$$

2.6.7 - Precisão e resolução de um multímetro

Os multímetros são diferentes quanto a precisão da medição, ou seja, a efetuação da leitura dos algarismos significativos apresentadas no visor do aparelho. Já a resolução será o menor valor capaz de ser registrada pelo medidor multímetro. Em geral, aqueles aparelhos multímetros que apresentem resoluções mais precisas têm custo aquisitivo bem mais elevado. A precisão é calculada pela porcentagem da leitura determinada no painel digital do aparelho. Enquanto a resolução ela é determinada pela quantidade de dígitos significativo da escala selecionada multiplicada pelo menor valor significativo da escala selecionada.

A precisão e a resolução geralmente vêm especificadas nos manuais dos aparelhos em porcentagem ou para mais ou para menos do valor constatados na leitura acrescido de duas vezes o valor do dígito menos significativo da escala.

$$\pm(\%Leit. + N^{\circ}Dig.). \quad (4.7)$$

Sobre temperatura compreendida entre 18° a 28° C, umidade < 80%. Outros fatores contribuem para a precisão da medição (limite do erro), como a sensibilidade do instrumento de medição. Vamos supor uma situação que envolva uma precisão e resolução. Se tivermos uma medição de 9,99 V na escala VDC (utiliza a escala tensão contínua 10 V) e a precisão for de 0,8%+2d, o erro associado será: 0,8% de 9,99V = 0,07992V.

Como o valor apresentado inicial da medição seria de dois números decimais. Consideramos somente três valores significativos. Temos: 0,07+9,99 = 10,6. E a resolução é duas vezes o dígito de menor valor significativo da escala = 2x0,01 = 0,02V. A medida precisa com o seu erro será: 0,07+ 9,99 = 10,06 ± 0,02 V.

Envolvendo a mesma situação que implica em uma tensão de 9,99 V na escala VDC (utilizando agora a escala do multímetro de 1000V) e a precisão for de 0,8%+2d, o erro associado será: 0,8% de 9,99V = 0,07992V. Já foi apresentado anteriormente acima 0,07+9,99 = 10,6. E a resolução será 1. Já que não há o dígito de menor valor significativo da escala = 2x1 = 0,02V.

No manual da (FOX LUX, 2017) mostra as informações das especificações do multímetro digital modelo CAT II, desde as informações sobre a precisão e resolução de

corrente elétrica, resistência, transistores e corrente elétrica. Logo abaixo, disponibiliza os valores da tensão contínua com seus respectivos erros extraídos da tabela do manual do multímetro.

Tabela 2. Precisão e resolução na escala VDC do multímetro FOXLUX.

a. Tensão contínua				
ESCALA	RESOLUÇÃO	PRECISÃO	IMPED. ENTRADA	PROTEÇÃO
200 mV	100 μ V	$\pm (0,8\% + 2d)$	$> 1 M\Omega$	250 Vms
2000 mV	1 mV			1000 VDC / 750 AC
20 V	10 mV			
200 V	100 mV			
1000 V	1 V			

Fonte: (foxlux, 2017. Multímetro digital)

2.7 - SEGURANÇA ELÉTRICA

Os cuidados a serem praticados pelo professor e deve servir ainda como tarefa indispensável aos alunos. Tarefa que se inicia a partir do momento da verificação dos dados nominais presente no receptor, que constará dados essenciais de especificação de valores da tensão em volts (V) em sua entrada. Respeitar as recomendações do seu uso como, obedecer os limites de tensão do aparelho a uma tensão superior a suas especificações e que possam elas estar fora dos padrões de sua tolerância recomendada, de modo que possa evitar danificações ou quebra desses aparelhos. Como por exemplo; uma lâmpada de tensão de entrada de 110V~127V, não deve ser ligada com uma tensão nominal maior, pois acarretará no aquecimento do aparelho, conseqüentemente em sua avaria. Quando a tensão for menor, ocorrerá o seu mau funcionamento. A potência elétrica (W) é outro cuidado adicional que deve ser levado em conta que trataremos. Essa grandeza pode ser lida em placas informativas que estão fixadas na carcaça dos equipamentos.

Todo equipamento eletrodoméstico deve possuir algum sistema de proteção contra os eventuais choques elétricos. Os cabos elétricos domésticos são constituídos normalmente por três tipos de fios elétricos, sendo eles: de um fio fase, ligado à fonte de energia e de potencial elétrico maior, seguido ainda do fio neutro, cuja função é fechar o circuito entre o receptor e a fonte elétrica, conseqüentemente estabelecendo entre eles uma *d.d.p.* nos terminais do receptor. Por final, o terceiro fio conhecido como aterramento (fio terra), que nos conectores elétricos plugues machos e fêmeas, situa-se na parte central cuja finalidade é estabelecer a segurança

indispensável aos aparelhos e aos seus usuários, como forma de corrente elétrica de fulga (corrente eletrostática) que poderá passar por este fio, evitando danificar o equipamento ou até mesmo aplicando choque elétricos indesejáveis. Pode-se ainda acrescentar que esses fios mencionados são identificados com um código de cores. A norma da ABNT (NBR 5410, 2004 p. 158) apresenta tabelas de especificações para fios condutores de sistema de proteção. A figura (18) mostra o padrão dos fios usados nas instalações elétricas prediais.

Figura 18 - Simbologias padrão das cores dos fios em um circuito.



Fonte: <https://pedreiroao.com.br/conceitos-de-fios-e-cabos-eletricos-passo-a-passo/> Acesso em 22/06/2020.

2.7.1 - O uso de equipamentos de segurança individual EPI's

Em nosso trabalho, utilizamos os equipamentos de proteção individual porque as aulas experimentais do uso do multímetro foram realizadas em contato da rede elétrica de 220 V, combinada com corrente elétrica específica, que pode ser identificada pelo seu limite de passagem pela rede de 20 A, nos disjuntores nos corredores do prédio da escola, em que será realizada a prática experimental. Para manter o controle e segurança em nossas atividades práticas, aplicamos determinadas medidas de proteção a todos os envolvidos com a utilização dos *EPIs* específicos para essa atividade. Como por exemplo: botina de segurança adequada para isolar a eletricidade. Como na atividade trabalhamos com baixa tensão, um tênis de eva ou emborrachada foram utilizados ou substituídos pela botina. Por último as luvas de segurança que serviram de proteção das mãos com os materiais condutores. Em geral essas luvas são de borracha.

Estas medidas de proteção visam a redução de acidentes de natureza de origem elétrica. O anuário estatístico de acidentes de origem elétrica tendo como ano base 2017, mostra dados a respeito de choques elétricos ocorridos no Brasil nesse período (ABRACOPEL, 2018). De acordo com suas informações, os acidentes por choque elétrico/fatal, cerca de 46% acontecem

na região nordeste, que apresenta o maior número de acidentes, conseqüentemente também de casos fatais. As causas, segundo a ABRACOPEL, são o desconhecimento dos riscos, descasos, falta de fiscalização, contratação de mão barata e sem qualificação que contribuem para este quadro elevado nessa região do nosso país.

Diante do exposto das seções já tratadas até o momento iniciará a partir da seção 3 a aplicação do nosso produto, que discutirá pontos de como foi cometido a nossa pesquisa e a metodologia aplicada como ferramentas que direcionará o aprendizado durante toda as fases de execução do nosso produto educacional.

3 – APLICAÇÃO DO PRODUTO

3.1- PARTICIPANTES DA PESQUISA

Participaram desta pesquisa 24 estudantes da 3ª série turma B da Escola Estadual em Tempo Integral Desembargador Silvério Soares, localizada na cidade de Areia Branca/RN. Todos os estudantes do ensino médio cumprem um cronograma de conteúdos e atividades comum a todos, com carga horária semanal em Física de 03 (três horas-aula) semanais.

Com relação à aplicação do questionário roteiro de práticas experimentais, dividimos a sala de aula em grupos de 08 componentes para cada um deles. A divisão das atividades em grupo primeiramente deve-se pelo fato que o trabalho traz inúmeros benefícios, como: a socialização do saber, permite vivenciar diferentes experiências entre os envolvidos, contribui para o desenvolvimento de habilidades intelectuais e a linguagem. Este tipo de formação nos permite desferir o sócio interacionismo de Vygotsky (2010).

Optamos também de não fazer o uso da imagem dos participantes em nosso projeto por questões de uso de imagens de menores de idade, assim como, não violar os direitos quanto a exposição indevida destes.

3.2- METODOLOGIA

O método científico se baseia em conjunto de técnicas operacionais bem definidas, divididas em 06 (seis) tipos de pesquisas: a exploratória, a experimental, a acadêmica, a empírica, a de campo e a laboratorial (PRAÇA, 2015). Aqui, utilizamos o uso da pesquisa experimental que envolve experimentos com o uso de multímetro, no desenvolvimento para a aprendizagem do aluno e que de forma qualitativa no entendimento sobre tensão, corrente elétrica, resistência e alguns componentes presentes no circuito elétrico.

Este trabalho foi programado para 14 (doze horas aula), com tempos de 50 minutos horas-aula, divididos de acordo com a distribuição dos horários de aula da disciplina de Física do 3 ano, em sequências contínuas. Sendo aconselhado a quem fizer o uso deste produto educacional aplicá-lo este em aproximadamente 2 (duas) horas-aula destinado a aplicação do pré-teste, 6 (seis) horas-aulas para aplicação dos conteúdos programáticos, combinados com aulas demonstrativas dos componentes de um multímetro e de como utilizá-lo para efetuação de medições. E por último, destinamos 5 (cinco) horas-aulas para aplicação de atividades

experimentais como o uso do multímetro e 1 (uma) horas-aula final destinada às considerações finais.

3.2.1 - Pré-teste

Nossa sequência didática, inicialmente realizou um pré-teste como forma de nortear o nosso trabalho e aos professores na aplicação do nosso produto educacional verificando os conceitos básicos que os discentes possuíam sobre o tema proposto, conhecendo suas competências e habilidades. Competências como representação e comunicação, além da investigação e compreensão presente na base nacional comum do ensino médio atual, MEC (2018). As habilidades exploradas que pretendemos atingir com a formulação do questionário pré-teste serão: o reconhecimento do significado físico dos conceitos como, condutores e isolantes, circuito elétrico, potencial elétrico, corrente, resistência e potência elétrica, assim como, habilidades quanto o reconhecimento dos aparelhos de medições de grandezas elétricas e sua utilização. Essa sequência de informações permitiu ajustar e direcionar a nossa prática experimental com o uso do multímetro para constatar se os alunos avançaram com a prática dessa metodologia de aprendizagem.

TOMASZEWSKI (2007), informa que o pré-teste, pode ser usado como um instrumento de verificação através de temáticas abordando pontos pertinentes para viabilizar a validade das informações colhidas. Assim buscamos através dele formular questões para colher qualitativamente as impressões possíveis quanto o conhecimento do aprendiz, em que caberá o aplicador a forma de análise dos dados colhidos.

Nesse pré-teste foi lançado a cada discente de forma individual questões de múltipla escolha idênticas a todos participantes para que eles tivessem um tempo hábil para cada resposta de aproximadamente de 5 minutos em cada questão (totalizando duas horas/aula) e marcassem a opção que julgaram ser a correta para um total de 5 opções presentes em cada questão. Antes de aplicá-lo o professor comentou o objetivo da realização do pré-teste mapeada no primeiro parágrafo desta seção 3.2.1. Foi necessário também acompanhar os alunos e solicitar que os mesmos lessem com atenção as perguntas formuladas para que houvesse um claro entendimento, pois, a má interpretação poderia gerar erros ou incoerências nas respostas.

O papel do professor com a elaboração desse pré-teste é de pôr em prática as habilidades de sua competência, criando métodos alternativos de avaliar o conhecimento do aluno de forma sequenciada, conforme este instrumento educacional.

Vygotsky (2010), no livro *Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem* diz que o homem é produto do meio e que para que ele possa se desenvolver, necessita de estar em contato com o meio, como instrumentos e signos, assim como foi proposto em nossas tarefas, no qual antecipamos o ensino com os resultados colhidos do pré-teste partindo do ponto do que aluno desconhece e nem seria capaz de realizar sozinho. Sempre em uma relação em que, primeiramente ele apreende, internaliza o conhecimento e em seguida ele se desenvolve ampliando suas estruturas cognitivas superiores.

Efetuiremos na seção 3.2.2. conjuntura a aulas expositivas e demonstrativas que foram realizados como um dos momentos em que se mais trabalhou a zona de desenvolvimento potencial de Vygotsky, em que a mediação foi instrumento condutor para a ampliação da aprendizagem do estudante.

3.2.2 - Aulas Expositivas e demonstrativas

Logo após, utilizou-se da lousa, pincel para quadro branco, recursos multimídia para exposição de aulas audiovisuais como slides, o multímetro para explicação detalhada quanto ao seu funcionamento e cuidados em seu manuseio e outros componentes para as atividades práticas.

Nesse momento, os alunos foram colocados em círculos para facilitar a participação de todos durante a apresentação do multímetro como ferramenta auxiliar da aprendizagem. Trocas de experiências e diálogo foram essenciais na construção da aprendizagem participativa nesta etapa. O papel do professor, como já previa (VYGOTSKY, 2010), permiti detectar e comprovar algum tipo de deficiências existente que auxilia na reorganização desse novo saber, de modo que, a maioria dos alunos conseguisse alcançar os objetivos propostos. O professor precisa entender que a aprendizagem possui um caráter heterogêneo, onde cada aluno possui ritmos diversos de aprendizagem.

LOPES (2012), comenta que as aulas expositivas é o objeto de estudo em que o professor deve buscar o melhor método para a inserção dos conceitos a serem utilizados. Para ela o diálogo é extremamente importante nessa interação.

Nas aulas expositivas, iniciamos com uma introdução das contribuições dos grandes filósofos, matemáticos e físicos na história da eletricidade, seguida de exposição de aulas sobre os componentes elétricos em um circuito elétrico simples. A demonstração iniciou-se já nas

aulas sobre a compreensão da instrumentalização do multímetro. A figura (19) mostra o início de nossa exposição dos conteúdos.

Figura 19 – Momentos iniciais da apresentação do produto educacional.



Fonte: Autoria Própria.

Durante as aulas demonstrativas, aproximando as ideias de Vygotsky (1991) introduzimos e exploramos bem quanto o uso correto do equipamento de medição do multímetro, conhecendo o painel frontal além de colocação correta dos bornes de ligação para efetivação das medições desejadas de ddp, corrente elétrica, resistência e continuidade, no qual esta relação o aluno não teve acesso direto aos objetos de estudo, mas sim por meio de mediação do professor. NEDELSKY (1958), diz que as aulas demonstrativas são aulas que permitem a aproximação dos conteúdos programáticos com as atividades formuladas, por meio de apresentação e aplicação, chamando a atenção dos discentes pelo alto potencial que pode estar presente com a forma de trabalhar.

Com a leitura do multímetro pudemos explorar os conteúdos programáticos de eletricidade abordados na física a que se destina no ensino médio, com ênfase em componentes de um circuito elétrico simples com a utilização do multímetro como ferramenta auxiliar de aprendizagem.

Nesse momento, alertamos sobre todas as precauções que se deve ter para o momento da prática com o uso do aparelho ao ser colocado em contato com uma tensão de 220 V, desde os equipamentos de proteção individual. A figura (20) apresenta o momento em que foi

discutido com os alunos sobre os principais componentes externos do multímetro digital e a luva de borracha para altas tensões que é um dos itens de segurança individual.

Figura 20 – Apresentação do multímetro e a da luva de segurança como item de proteção individual para manusear instalações elétricas.



Fonte: Autoria própria

A padronização sobre as cores dos fios para as instalações elétricas e o uso do multímetro na prática pode ser observado na figura (21).

Figura 21 - Normatizações das cores padrão p/ rede elétrica e demonstração com multímetro.



Fonte: Autoria própria

O funcionamento da Ponte de Wheatstone mostra a construção efetuada durante as aulas demonstrativas de uma associação de resistências como está mostrado na figura (22).

Figura 22 - Aula experimental sobre o funcionamento da Ponte de Wheatstone.



Fonte: autoria própria.

Durante a exposição da utilização do multímetro, tivemos a preocupação de mostrar a eles cada posição do borne vermelho e da chave seletora para cada tipo de medição a ser efetuada, pois dependendo da posição a ser colocada poderíamos provocar um curto-circuito em rede, ou até mesmo uma eventual queima do aparelho, quando a chave seletora era colocada em medições inferiores ao que estava sendo medido, ou como também aferições de grandezas não equivalentes. A figura (23) mostra um dos momentos em que utilizamos o multímetro para averiguação das grandezas a serem observadas e estudadas nos conteúdos programáticos de Física com respeito a eletricidade.

Figura 23 - Aula demonstrativa de utilização do multímetro.



Fonte: Autoria própria

3.2.3- Atividade prática experimental

Depois de aplicada todas as etapas anteriores no dia 05 de novembro de 2019, foi sugerido por indicação do professor a formação de três grupos com 8 (oito) componentes, para a execução da prática de acordo com as situações-problemas propostos pelo professor.

No momento da aplicação do produto em si (uso do multímetro) foi distribuído um cronograma de sequência de atividades didáticas a serem divididas a cada responsável pelos grupos para cumprimento dos objetivos propostos. Os alunos no momento da interação com o multímetro foram convidados a responder um questionário de perguntas e problemas práticos, como montagem de um circuito elétrico simples de tensão monofásica de 220V, com resistores. Situações contendo também ddp, corrente elétrica, capacitância, e de continuidade, que estão relatadas nos resultados e discussões.

KRASILCHIK (2004), explica que atividades práticas permite o aluno interagir com materiais e interconectar o conhecimento existente, adquirindo habilidades de solucionar problemas despertando o interesse do aluno nas atividades propostas. Ele comenta que um dos fatores negativos a esse tipo de prática seria em seu desenvolvimento, a um grande número de alunos e os riscos possíveis de acidente. Por essas falhas prevista por Krasilchik, já tinham sido atenuadas com as formações dos grupos, instruções quanto aos materiais e equipamentos de proteção individual.

Outro momento do nosso produto educacional iniciou-se no dia 05 de novembro de 2019, através de aulas experimentais, no qual os alunos foram divididos em três grupos distribuídos em quantidades de 08 componentes. Cada grupo mesmo ficando bastante numerosos tivera que ficar heterogêneos, de acordo com os resultados do pré-teste, pois através da relação de troca de experiências, como já previa Vygostky, que componentes com maior conhecimento ensinavam os menos experientes. Assim como em alguns momentos a possibilidade da interferência do professor nas atividades, quando todo o grupo ou casos individuais sentissem pequenas dificuldades de iniciação dos problemas propostos. Esse fato está dentro do que é caracterizado por zona de desenvolvimento proximal, ou seja, quando em uma tarefa proposta alguém não é capaz de realizar sozinho.

Nessas atividades proposta, os discentes tiveram funções das mais diversas para que esta atividade se realizem, desde a montagem ao momento da medição que necessitou que todos trabalhassem em conjunto, como separar ferramentas para a iniciação das montagens, cortar os fios para montagem, utilizar ferramentas para soldar, parafusar fios em soquetes,

emendas dos fios, instalar disjuntor, isolar fios com fita isolante, acoplar lâmpadas em soquetes, separar lâmpadas incandescentes e potências especificadas. Além claro, do principal que é a utilização do multímetro com acompanhamento de todo o grupo e, relacionar os resultados com o que é visto nas aulas teóricas de eletricidade ministradas previamente. Permitindo que todos tivessem direitos de participar e interferir nos procedimentos mais adequados para aferir as medições.

O professor entregou a apostila contendo um total de 19 questões variadas entre questões objetivas e subjetivas direcionadas a eletricidade e a utilização do multímetro para comprovação das medidas, mais precisamente sobre a associação e leitura de resistência, tensão, corrente elétrica e continuidade. Ficando o nosso trabalho com tempo maior direcionado à medição de grandezas relacionadas a corrente alternada em uma rede elétrica de baixa tensão de 220V.

3.3 - MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados nas atividades práticas com o multímetro estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Materiais utilizados no produto educacional.

Descrição	Unidade
Fio flexível 1,5 (azul,)	12m
Fio flexível 1,5 (vermelho)	12m
Fita isolante	2
Bocal Soquete decorativo p/ lâmpadas E27	10
Lâmpada incandescente colorida (vermelho, laranja, amarelo, verde e azul)	15
Multímetro	03
Lâmpada led 10 W	03
Estilete	03
Chave estrela	01
Alicate isolante	01
Potenciômetro com chave Liga/Desliga	03
resistores de filme de carbono ou metálico.	9
Luva de proteção contra choque elétrico monofásica (borracha)	03
Capacitores	04
Disjuntor chave liga e desliga	03

Fonte: Autoria própria.

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO PRÉ-TESTE

No primeiro encontro no dia 15 de outubro de 2019 foi realizado o pré-teste com o objetivo de conhecer a realidade do nosso alunado a respeito dos conhecimentos básicos sobre os conceitos de eletricidade e utilização do multímetro. O questionário foi dividido com 11 (onze) questões de direcionadas a temas como: diferença de potencial elétrico, corrente, resistência, potência e capacitância elétrica. Contando ainda com 5(cinco) questões sobre a utilização do multímetro em um circuito elétrico. A figura (24) mostra o momento de aplicação do questionário com os alunos da 3ª série do ensino médio.

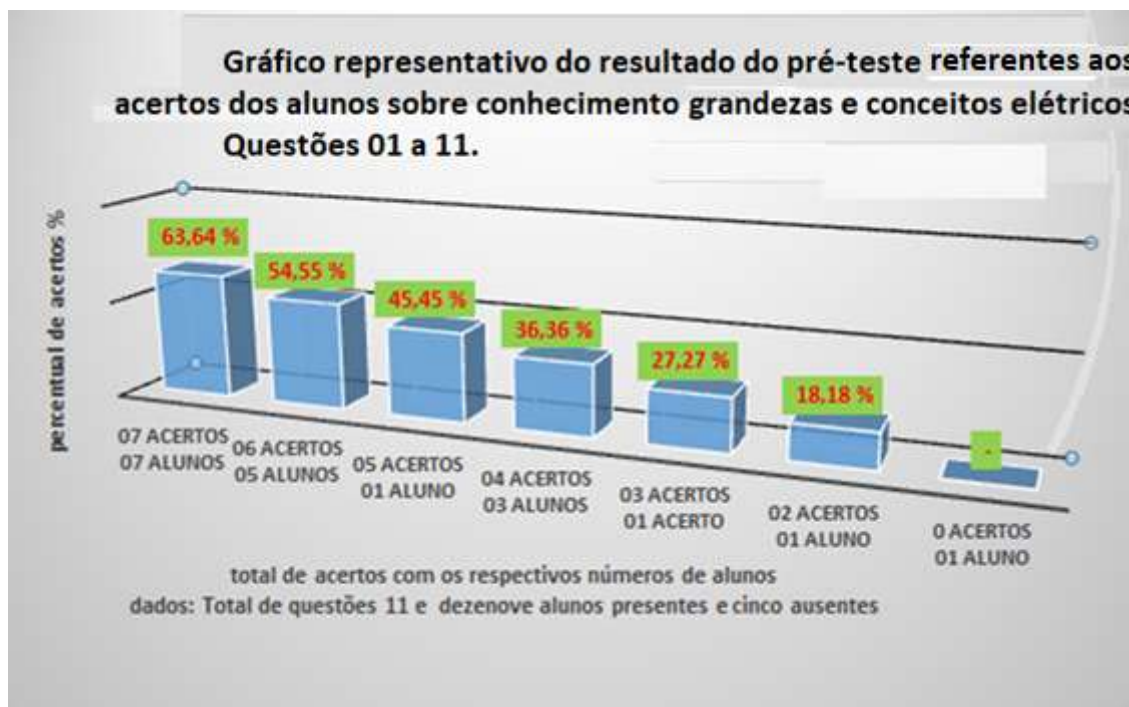
Figura 24 - Momento da aplicação do questionário para direcionamento do produto educacional.



Fonte: Autoria própria

As questões objetivas deram um caráter mais dinâmico para a correção por parte do professor, pois às vezes o aluno dificuldades operacionais e dificulta o processo de tratamento dos dados qualitativos. Rivas, Silva e Catirse (2015) mencionam que quando bem elaboradas e aplicadas, as questões objetivas contribuem para o processo de aprendizagem, permitindo o julgamento imparcial, rápida correção, imediato feedback ao aluno, além da abrangência do conteúdo, que inclusive viabiliza as eventuais dificuldades existentes do aluno. A figura (25) apresenta os dados referentes aos acertos em percentuais das questões de número 01 até a de número 11 do pré-teste, em que mostra que a maioria dos alunos possuíam dificuldades em relação ao entendimento sobre de circuito elétrico, conforme gráfico abaixo.

Figura 25 – Dados mostrando o percentual de acertos nas questões de número 01 à 11 dos alunos sobre conceitos de eletricidade no pré-teste.

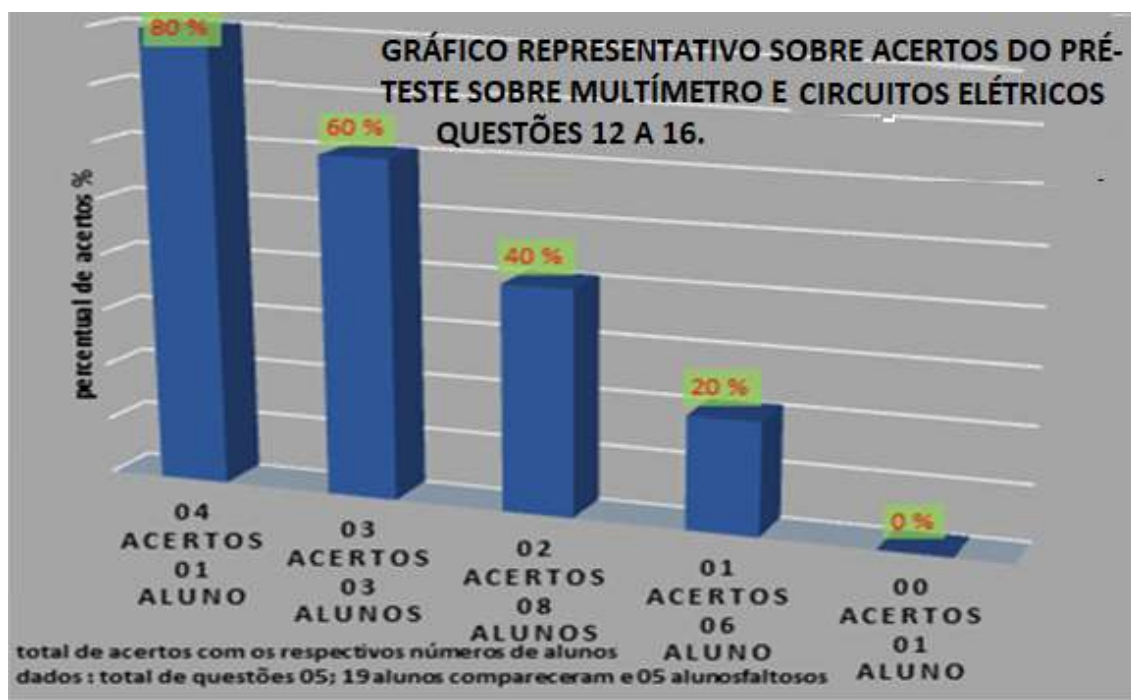


Fonte: Autoria própria.

Nos quesitos 01, 03, 07, 08 e 11 os alunos apresentaram erros acentuados excessivos nestes itens, no qual tentávamos conhecer um pouco sobre conceitos de eletricidade, materiais isolantes, circuitos elétricos, diferença de potencial em um circuito elétrico e definição de potência elétrica. Enquanto nos quesitos 02, 04, 05, 06, apresentaram melhores resultados de forma expressiva, quando tínhamos a intenção do reconhecimento de conceitos sobre condutores e isolantes elétricos e o reconhecimento de aparelhos de medições. Por fim, resultado moderado, no quesito 09, que trata das definições da medição do ampère e da corrente elétrica.

A figura (26), que será apresentada a seguir mostrar os resultados dos alunos quanto aos quesitos sobre o aparelho de medição multímetro.

Figura 26 – Porcentual de acertos dos alunos nas questões de número 12 à 16 do pré-teste sobre medições de grandezas elétricas.



Fonte: Autoria própria.

Nos resultados do pré-teste sobre a utilização do aparelho multímetro, nos quesitos 13, 14 e 15, os discentes mostraram por meio deste questionário de atividade que sentiam dificuldade na compreensão das funções de medição do multíteste. Totalizando 15 alunos, errando as três questões acima citada sobre a posição do multímetro em um circuito elétrico para aferição de medidas, como diferença de potencial elétrico, corrente e resistência elétrica.

A partir dos dados analisados no pré-teste, o professor elaborou as estratégias metodológicas para apresentar aos alunos com o objetivo de minimizar a falta de compreensão de definição de diferença de potencial e como utilizar o multímetro para efetuar as medidas das grandezas elétricas em um circuito.

Partindo desse resultado elaboramos um cronograma de aulas teórico - demonstrativas seguidas dos conteúdos explorados pelo pré-teste com ênfase de menores domínio por parte dos alunos. Essa sequência de informações permitiu ajustar e direcionar a nossa prática, conforme os resultados colhidos do nosso pré-teste, iniciando-se estes ajustes a partir do segundo até o quarto encontro, destinando-se seis aulas expositivas e demonstrativas, culminando-se com as atividades experimentais.

4.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES DA ATIVIDADE PRÁTICA

Do quinto até o oitavo encontro realizados entre os dias 05 de novembro de 2019 até 13 de novembro de 2019, aula de número 08 até a aula de número 13, iniciamos as atividades experimentais em que com um caderno de 21 questões objetivas e subjetivas acompanhada do multímetro e dispositivos elétricos permitiu auxiliar os alunos.

Desde o primeiro momento da aplicação do questionário o multímetro foi colocado à disposição dos alunos. Aqui colocaremos alguns resultados e discussões geradas pelas atividades realizadas pelo produto educacional. As questões foram divididas para saber se os alunos compreenderam a praticidade de utilização do multímetro como ferramenta de medição de grandezas elétricas em atividades práticas. Na primeira questão:

Questão 01- Os instrumentos de medidas elétricas, como o próprio nome explica são aparelhos utilizados para medir as grandezas elétricas. Eles podem ser, analógicos ou digitais. Um instrumento de medida multifuncional que reúne a função de voltímetro, ohmímetro e amperímetro, são conhecidos como:

- (A) multímetro (B) Capacímetro (C) Termovisor
(D) Megômetro (E) Wattímetro

Em nosso contexto tínhamos como objetivo nesta questão, o reconhecimento de aparelhos de medições de grandezas elétricas. A questão de número 01 teve como resposta de todos os grupos envolvidos a alternativa “A”, cuja resposta seria o multímetro. Todos os alunos mostraram nesta questão conhecimento sobre a utilidade geral do multímetro. Pois com o princípio deste trabalho já tínhamos apresentado o aparelho de medição, suas funções contribuindo para que todos os alunos de forma representacional ou constituindo conceitos de forma genérica tivesse condições de representar com regularidade este tipo de evento/ situação proposta. Um aluno do grupo 3 fez o seguinte comentário durante a sua resposta ao questionário:

“Múltipla vem de diversas funções, conseqüentemente seria a resposta o multímetro. ”

A segunda questão versou sobre os erros e medidas experimentais na utilização dos aparatos de medidas e consistiu do seguinte:

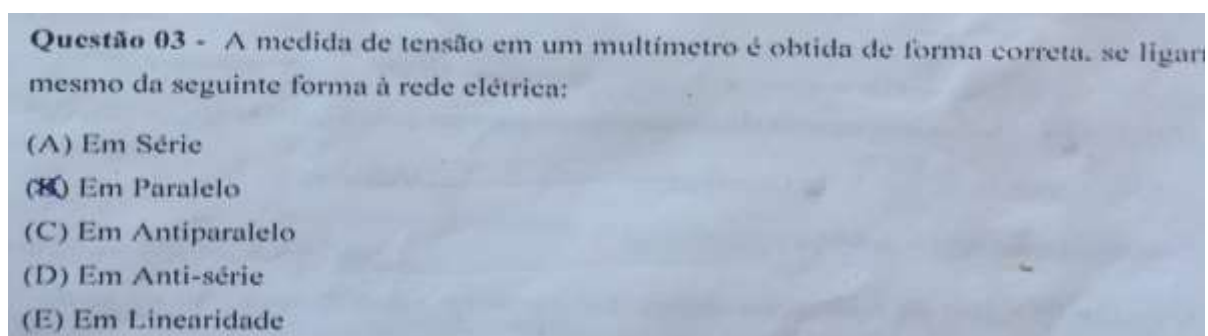
Questão 02 - De que depende o erro de medida associada a uma medição?

- (A) Apenas da qualidade do aparelho.
- (B) Da qualidade do aparelho e do procedimento de medida.
- (C) Da localização do aparelho no circuito.
- (D) Do procedimento de medida.
- (E) Do desgaste do aparelho.

Nesta questão 02 tínhamos como objetivo tentar certificar junto aos discentes que qualquer medida de grandeza física possui uma incerteza inerente do processo de medição. A questão de número 02 teve como resposta de todos os grupos envolvidos a alternativa B e D. A alternativa de letra D estava parcialmente correta, sendo a correta a alternativa “B” seria a resposta mais completa já que os erros são provocados pela ação isolada ou combinada de diversos fatores que afetam o processo de medição, que vai desde o procedimento de medição, assim como também na qualidade do aparelho.

Dos quesitos 03 até 10, por se tratar da parte experimental de montagem do circuito e o processo de medição, como trabalhamos com a tensão de 220 V, os alunos necessitaram do acompanhamento do professor, mostrando inicialmente por parte ainda da maioria dos alunos, uma certa dificuldade na instalação do multímetro no circuito e na leitura das medições independentemente de toda informação repassada. A falta de experiência com o aparelho inibia os estudantes com receio de danificar o aparelho ou até mesmo de um possível acidente. Exploramos aqui a zona de desenvolvimento proximal, em que o professor mediador atuou como o agente mais experiente para sanar as dúvidas dos alunos. A figura (27) mostra a resposta de um dos alunos do grupo 1.

Figura 27 – Resposta da pergunta sobre a instalação do multímetro no circuito elétrico de um aluno do grupo 1.



Fonte: Autoria própria

O objetivo da questão 3 foi identificar se os grupos de alunos conseguiam identificar como medir valores de tensão elétrica na função voltímetro. Além de identificar as posições possíveis da chave seletora nesta e da posição dos cabos nos bornes do aparelho, bem como sua

montagem no circuito. O professor aproveitou para explicar que o multímetro de alta resistência é capaz de detectar uma ddp entre os terminais da resistência e ainda que as pontas de provas dos cabos vermelhos e pretos estivessem conectados nos bornes $V\Omega mA$ e no borne COM , sendo assim instalados em paralelo com os pontos de medições.

A questão 5 abordou sobre a funcionalidade do multímetro para a medição de corrente elétrica:

Questão 05 - Qual o instrumento de medida usado para medir apenas corrente elétrica?

- (A) Amperímetro.
- (B) Ohmímetro.
- (C) Multímetro.
- (D) Potenciômetro
- (E) Escalímetro

Sobre essa questão o aluno do grupo 3 teceu o seguinte comentário:

“Observamos que a maior parte das funções no aparelho multímetro deriva-se da unidade de medição mais a terminação metro, que consideramos que se deriva de medir.”

O aluno associou com a unidade fundamental de medida de comprimento como uma espécie de regra mnemônica para lembrar-se das funcionalidades do multímetro.

Para as questões 6 e 7, o professor foi em cada grupo solicitar que cada um deles colocasse a chave seletora nas posições de corrente contínua e corrente alternada e, nos valores de precisão das medições da chave seletora. Essas questões estão dispostas abaixo:

Questão 06 - Uso do Amperímetro na posição CC (corrente contínua). Utilizando o multímetro, indique a posição da chave de medição das seguintes amperes:

- a) 50mA
- b) 800mA
- c) 2,5mA
- d) 15mA
- e) 1000 mA
- f) 1600Ma

Questão 07- Uso do Amperímetro posição CA (corrente alternada). Utilizando o multímetro, indique a posição da chave de medição das seguintes amperes:

- a) 50mA
- b) 800mA
- c) 2,5mA

d) 150mA

e) 1000 mA

f) 16000 mA

Todos os grupos acertaram os itens da posição da chave seletora, pois eles já tinham compreendido que a posição da chave seletora para efetivação de cada medição, jamais poderia ser inferior a escala sugerida e que, para aqueles casos quando não se tinha o valor exato a ser medido, sugeriu-se que a chave deveria estar na posição de maior valor mensurado. Assim seria possível evitar qualquer danificação ao aparelho. Situação comprovada quando no quesito “a” da questão 06 tinha uma corrente de 50mA, no multímetro em que eles colocaram a posição 200mA, que seria a escala mais próxima ideal para evitar os erros de precisão na medição. A seguir estão as respostas dos alunos para cada item proposto:

a) 50mA – posição DCA 200mA (cabo vermelho no borne "VΩmA" e cabo preto no borne "COM").

b) 800mA – posição DCA 10 A (cabo vermelho no borne "10ADC" e cabo preto no borne "COM").

c) 2,5mA – posição DCA 20mA (cabo vermelho no borne "VΩmA" e cabo preto no borne "COM").

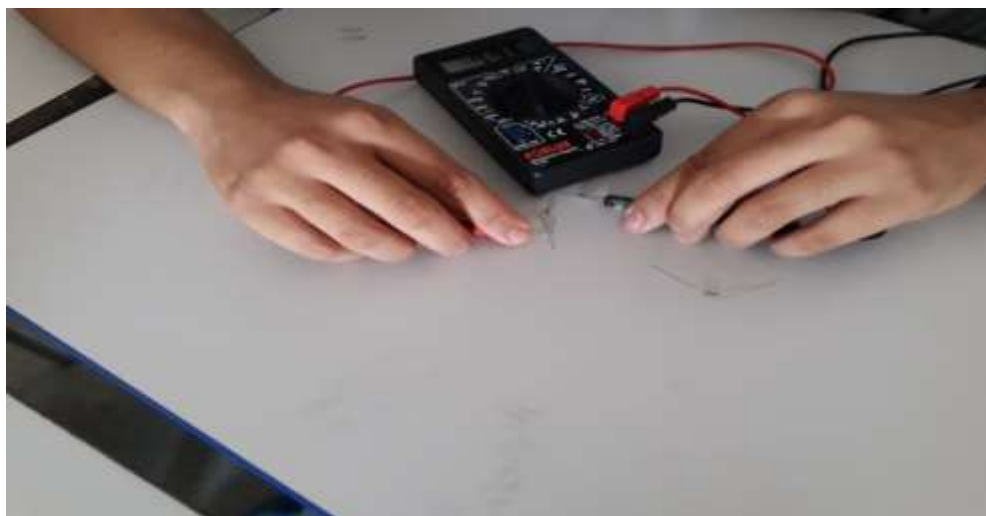
d) 150mA – posição DCA 20mA (cabo vermelho no borne "VΩmA" e cabo preto no borne "COM").

e) 1000 mA – posição DCA 10A (cabo vermelho no borne "10ADC" e cabo preto no borne "COM").

f) 16000 mA – não há como medir, pois, o limite do aparelho é de 10 A.

A questão 9 versou sobre o assunto de resistores e associação. O objetivo era observar se os alunos conseguiam selecionar a função correta no multímetro e efetuar a medição de resistência, comparando com o resultado teórico. Para essa atividade foram apresentados dois resistores de filme de carvão idênticos a todos os grupos, contendo no primeiro as cores em sequência marrom, vermelho e vermelho de tolerância dourada ouro e o segundo de cores laranja, laranja e vermelho com tolerância dourada ouro, e pedimos que efetuassem a leitura pela tabela de cores de resistência e em seguida utilizando o multímetro. A figura (28) mostra o momento em que o aluno estava efetuando a medição da resistência com o multímetro.

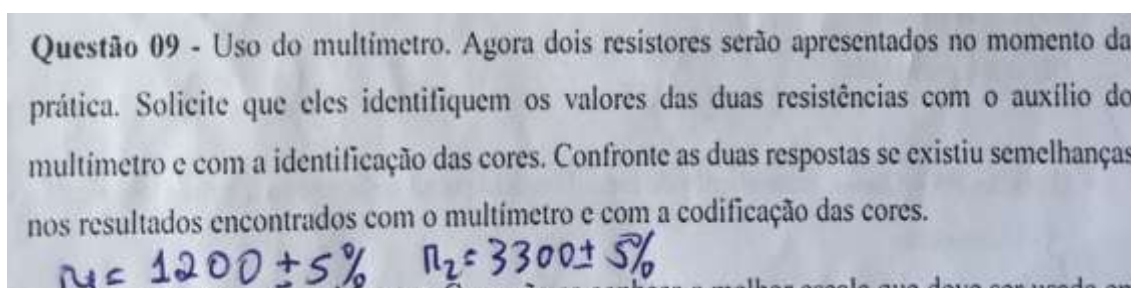
Figura 28 - Registro do uso do multímetro efetuando medições de resistência proposta na atividade da questão 9.



Fonte: Autoria própria.

Os resultados de todos os grupos para o resultado utilizando a tabela de código de cores foi $R_1 = (1200 \pm 5\%) \Omega$ e $R_2 = (3300 \pm 5\%) \Omega$, como pode ser observado na figura (29).

Figura 29 – Resposta dos alunos do grupo 01 à pergunta 9 do questionário que fazia um comparativo entre as medidas de valor nominal de resistência e a resistência lida com o multímetro.



Fonte: Autoria própria

Os resultados experimentais utilizando o multímetro foram de $R_1 = 1176 \Omega$ e $R_2 = 3280 \Omega$. O professor argumentou que os valores estavam dentro da faixa de precisão do multímetro e os dados teóricos e experimentais possuíam concordância em seus valores.

Na questão 10 do questionário, o objetivo era saber se as explicações sobre a segurança no manuseio do multímetro para as medições de grandezas elétricas tinham sido compreendidas pelos alunos. A seguir, segue um comentário do aluno do grupo 2:

“Foi demonstrado e entendido que para cada posição da chave seletora o aparelho realiza medidas até o limite mostrado em seu painel. E que essa posição deve ser superior ao valor a ser medido.”

O comentário proferido pelo aluno é um indicativo que os integrantes do grupo compreenderam a explicação sobre os cuidados que se devem ter durante o processo de medição de grandezas elétricas. A questão 12 também sobre os cuidados com a unidade de grandeza que se deseja medir utilizando o multímetro:

Questão 12 - Uso do multímetro. Utilizando o multímetro, indique a posição da chave de medição das seguintes resistências:

- a) 50 Ω - posição 200 Ω (cabo vermelho no borne "V Ω mA" e cabo preto no borne "COM").
- b) 880 Ω posição 2000 Ω (cabo vermelho no borne "V Ω mA" e cabo preto no borne "COM")
- c) 2,5k Ω posição 20k Ω (cabo vermelho no borne "V Ω mA" e cabo preto no borne "COM")
- d) 10k Ω posição 20k Ω (cabo vermelho no borne "V Ω mA" e cabo preto no borne "COM")
- e) 5,6 Ω posição 200 Ω (cabo vermelho no borne "V Ω mA" e cabo preto no borne "COM")
- f) 100k Ω posição 200 Ω (cabo vermelho no borne "V Ω mA" e cabo preto no borne "COM")

Os comentários dos alunos refletem que as explicações ministradas durante as aulas demonstrativas permitiram a compreensão dos alunos sobre a utilização do multímetro como ferramenta de aprendizagem para as grandezas presentes em um circuito elétrico:

“Para as medições sempre respeitamos o limite especificado no aparelho, e o cabo vermelho no borne (V Ω mA), já que essa medida de resistência está especificada nessa entrada”.

Já em um outro comentário, um aluno fez uma analogia sobre a corrente elétrica e o fluxo de água para os outros integrantes da equipe pudessem compreender o conceito:

“A medição da corrente elétrica é como se fosse um hidrômetro em série medindo a quantidade de volume de água que passa pelo registro. ”

O professor argumentou que está analogia estaria correta, só que ao invés de medir quantidade de volume d’água passada por meio do hidrômetro, o multímetro é o instrumento empregado para esta medição.

A partir da questão 15, os alunos começaram a montagem de circuitos elétricos com o uso de tensão nominal de 220V, sempre com supervisão do professor. Onde foram utilizadas lâmpadas incandescentes de 15 W de cores, mais conhecidas popularmente por lâmpadas natalinas, em que seu funcionamento e brilho está diretamente associado ao efeito Joule da corrente sobre o filamento de tungstênio.

Um dos grupos (grupo 1) calculou a resistência das lâmpadas fora do circuito elétrico, pois durante as aulas tinha mencionado que com o uso do multímetro, a forma de se calcular diretamente a resistência de um dispositivo elétrico seria com o circuito elétrico desligado ou desconectado de outros componentes. Os (grupos 02 e 03) calcularam a resistência de forma indireta conhecendo as $ddps$ entre os terminais de cada resistência com energização do circuito, deixando a variante de tensão desligado (controlador de potência). Como as duas resistências estavam em série eles colocaram o aparelho multímetro em série com estas e chegaram ao resultado da corrente elétrica. A figura (30) apresenta o momento em que os alunos utilizaram o multímetro para determinar a resistência da lâmpada.

Figura 30 - Medindo a resistência elétrica da lâmpada de forma direta.



Fonte: Autoria própria

Os procedimentos executados pelos grupos de forma independente estavam corretos já que na elaboração das questões não mencionava a exigência de qual o procedimento teria que ser escolhido para se chegar aos resultados.

Ainda sobre as medições de resistência, por meio de intervenção do professor, começamos a questionar sobre o que seria um resistor ôhmico e não ôhmico, mencionado nas aulas expositivas. A seguir segue o comentário de um aluno sobre essa temática:

“O resistor não ôhmico libera muita energia térmica. Fazendo variar sua resistência devido a este aquecimento.”

O professor questionou se essas lâmpadas estavam relacionadas ao resistor ôhmico e, um aluno fez o seguinte comentário:

“Em aulas anteriores ministrada pelo senhor até mesmo antes desta atividade acadêmica, foi relatada que toda resistência quando sofrer um aquecimento significativo sua resistência variará devido a alteração da corrente elétrica que passará pelo circuito. Aqui ficará difícil constatar essa variação pois teríamos dificuldade de construir o gráfico em cada ponto de tensão versus corrente devida a alternância rápida da medição da tensão elétrica no multímetro.”

Em se tratando das medições de ddp 's entre os terminais das resistências e variante de tensão os procedimentos realizados por todos os grupos foram idênticos, mantendo, posicionando a chave seletora na escala correta e efetuando as medições. Os grupos comentaram neste resultado, se a variante de tensão estivesse desligada as tensões estariam bem próxima a outra em L_1 e L_2 e a corrente elétrica seria a mesma já que as lâmpadas estavam associadas em série. Ainda que se a resistência da variante de tensão fosse ligada e estivesse com resistência mínima, a corrente i_1 em L_1 seria a máxima (maior brilho na lâmpada) e $i_2 \sim 0$ em L_2 , devido à baixa resistência na variante, fazendo a corrente basicamente total escoar somente pela variante. Se a resistência da variante de tensão aumentasse, a corrente i_1 diminuía (decaimento do brilho em L_1) e o brilho em L_2 aumentava. A figura (31) mostra o momento em que os alunos trabalhavam a questão 15.

Figura 31 – Momento em que os alunos montavam e testavam o circuito elétrico montado e testado com a supervisão do professor.



Fonte: Autoria própria

Neste momento, o professor fez a seguinte pergunta: Por que elas acenderam quando o multímetro chega a registrar que a tensão aproximada de 220 V dividida entre as duas lâmpadas estando a variante de tensão desligado? A seguir, seguem os comentários dos alunos:

“A tensão nominal em cada uma delas foi aproximadamente dividida entre elas conforme comprovamos usando o multímetro... Lembrando que sempre observando as oscilações de tensão na rede elétrica, ela nunca dará um valor fixo na leitura do multímetro.” [Grupo 1.]

“Professor as lâmpadas elas estão em série passando pelo único fio” e “a soma das tensões delas chegam ao valor fornecido pela rede elétrica do local”. [Grupo 3]

O professor aproveitou o debate e perguntou sobre a potência elétrica das lâmpadas e, um aluno comentou:

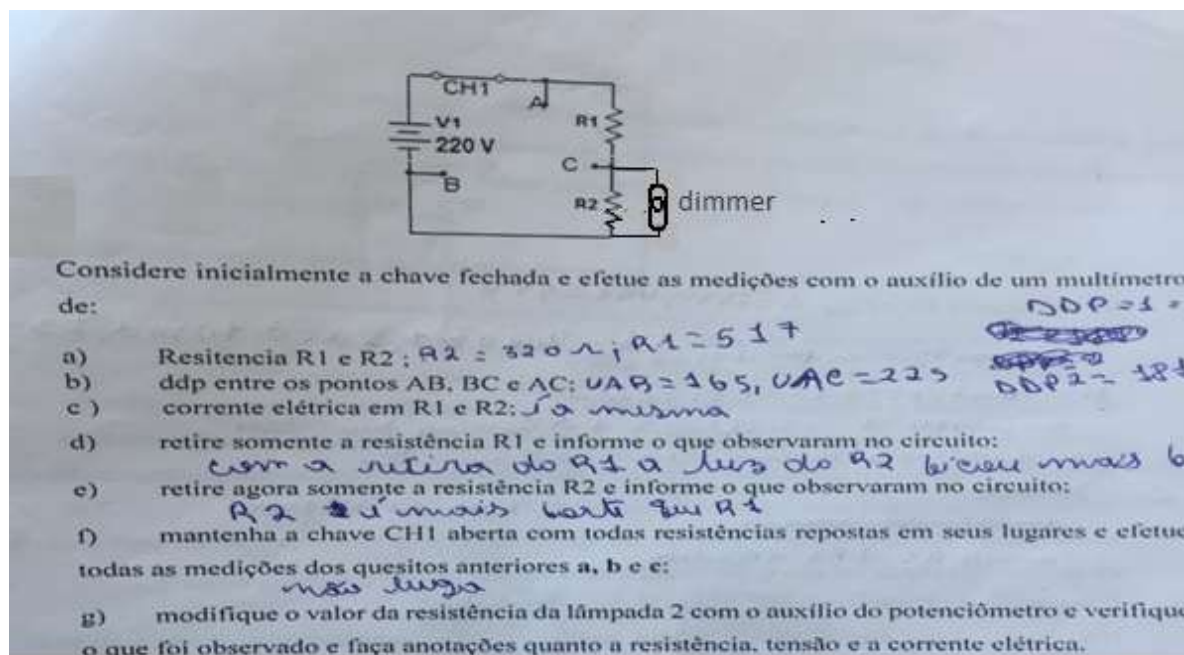
“Reitero professor que essas medições sofrem muitas oscilações porque estamos trabalhando diretamente com uma tensão e corrente elétrica alternada. Mas a ddp em média ela é fixa. Então a potência elétrica ela é fixa!” [Grupo 1]

O professor argumentou que a resistência da lâmpada não é ôhmica. Conseqüentemente, a potência dissipada mudará, devido a oscilação da corrente elétrica. Em suas anotações, o aluno do grupo 2 comentou:

“A potência elétrica depende da corrente circulante que passa, assim se a tensão não muda e a resistência diminuirá a Potência elétrica dissipada pela lâmpada irá aumentar.”

A figura (32) mostra as respostas dos alunos do grupo 2 para a uma atividade proposta no questionário.

Figura 32 - Resposta do grupo 2 para a questão de número 15 do questionário proposto.



The image shows a circuit diagram and handwritten student answers. The circuit diagram features a 220V AC source (V1) connected to a switch (CH1) at point A. The circuit then splits into two parallel branches. The first branch contains a resistor (R1) connected to point C. The second branch contains a resistor (R2) in series with a lamp labeled 'dimmer'. Both branches recombine at the bottom wire. The student's handwritten answers are as follows:

Considere inicialmente a chave fechada e efetue as medições com o auxílio de um multímetro de:

a) Resistência R1 e R2: $R2 = 320 \Omega$; $R1 = 517$

b) ddp entre os pontos AB, BC e AC: $U_{AB} = 165$, $U_{AC} = 220$

c) corrente elétrica em R1 e R2: *é a mesma*

d) retire somente a resistência R1 e informe o que observaram no circuito:
com a retirada do R1 a luz do R2 ficou mais br

e) retire agora somente a resistência R2 e informe o que observaram no circuito:
R2 é mais forte que R1

f) mantenha a chave CH1 aberta com todas resistências repostas em seus lugares e efetue todas as medições dos quesitos anteriores a, b e c:
nao muda

g) modifique o valor da resistência da lâmpada 2 com o auxílio do potenciômetro e verifique o que foi observado e faça anotações quanto a resistência, tensão e a corrente elétrica.

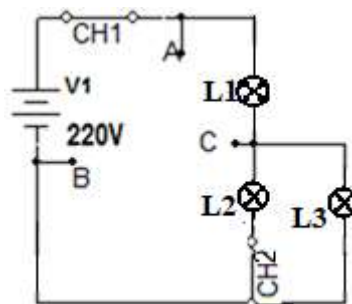
Handwritten notes on the right side of the page include: $DDP = 1 =$, ~~DDP = 2~~, and $DDP 2 = 184$.

Fonte: Autoria própria

Para a atividade da questão 16, utilizamos lâmpadas incandescentes, como receptores no circuito elétrico. A seguir segue a questão 16 do nosso questionário proposto durante a aplicação do produto educacional em sala de aula.

Questão 16 - Uso do Multímetro. Repetindo os mesmos procedimentos anteriores com as mesmas lâmpadas de potência 15 W, sendo acrescentado mais uma lâmpada com as mesmas especificações das demais no circuito de acordo com a figura seguinte.

Observações: Nesta atividade solicitar que os alunos desconsiderem a resistência da fiação do circuito elétrico para simplificação dos cálculos matemáticos da associação.



Fonte: Autoria própria

- a) Resistência em L_1 e L_2
- b) ddp entre os pontos AB , BC e AC
- c) corrente elétrica em L_1 , L_2 e L_3
- d) retire somente a lâmpada L_1 e informe o que observaram no circuito;
- e) retire agora somente a lâmpada L_2 e informe o que observaram no circuito;
- f) mantenha somente a chave $CH1$ aberta com todas resistências repostas em seus lugares e efetue todas as medições dos quesitos anteriores **a,b e c**;
- g) mantenha somente a chave $CH2$ aberta com todas resistências repostas em seus lugares e efetue todas as medições dos quesitos anteriores **a,b e c**.
- h) com a chave aberta $CH2$ teste com o multímetro se há continuidade do ponto A ao ponto B do circuito.

Todos os grupos mantiveram o mesmo procedimento e anotaram as resistências de cada lâmpada em seus cadernos de resposta, assim como também determinação das tensões dessas lâmpadas em série. A seguir, a atividade propunha que os alunos desenroscassem a lâmpada (L_1) do circuito e observassem o que poderia acontecer. Mas, eles decidiram, primeiro, modificar o circuito deixando somente L_2 e L_3 em paralelo e observar o que acontecia. Segue alguns comentários após a decisão de mudar o circuito proposto:

“A resistência no circuito elétrico diminui e a corrente elétrica aumentou”.

O professor insistiu na questão original proposta no roteiro que era a retirada somente a lâmpada e os alunos comentaram:

“Todas as lâmpadas se apagam, por que a corrente elétrica não tem com chegar ao final do circuito”.

“Que o circuito está aberto seria como se estivesse o fio rompido”.

Nesse momento, o professor interveio e decidiu relembrar os conceitos da corrente elétrica associada à diferença do potencial elétrico. Daí o aluno aproveitou para tecer o seguinte comentário:

“Para existir corrente em um circuito é necessária uma diferença de potencial entre os terminais, como a lâmpada L_1 está em série com todo o circuito restante, a corrente elétrica não tem com fluir entre os terminais do circuito”.

Na mesma questão de número 16 no item e , houve um erro de resposta por parte da maioria dos grupos (grupo 02 e 03) quando informaram que se retirasse o resistor R_2 que era representada pela lâmpada L_2 a resistência do circuito seria diminuída e a corrente elétrica aumentaria. Alguns alunos mencionaram que em uma associação em paralelo a resistência final cai e a corrente elétrica aumenta. Se retirasse uma das resistências que estão em paralelo o resistor que continuará na instalação ficará em série com o L_1 e conseqüentemente, a resistência aumenta e a corrente diminui. A partir daí por meio da percepção visual ao que estava sendo feito corrigiram suas conclusões.

“O brilho diminui porque a resistência elétrica das lâmpadas que ficam acesa aumentaram. As lâmpadas ficaram em série e o resistor equivalente sem é maior que as resistências. ”

Em sequência perguntamos o que tinha acontecido com a corrente elétrica nesse momento e o mesmo aluno complementou dizendo:

“Com certeza a corrente elétrica decaiu pois é o inverso da resistência. ”

As atividades experimentais propostas em sala de aula permitiram a participação dos alunos, somente aqueles mais tímidos ficaram observando a execução. Esse tipo de comportamento é normal, como Romano (2017) já mencionou que a participação com menor frequência é devida, possivelmente, a fatores como a falta de segurança em si e do seu potencial, dificuldade de falar em interagir com o público, o excesso do perfeccionismo de acertar em todas as situações.

Nas atividades propostas na questão 17 que copio abaixo:

Questão 17 (Uso do Multímetro) - Sob orientação e acompanhamento do professor que procedimento você (aluno) adotaria para identificar os dois fios, a qual se pretende conhecer, utilizando o multímetro como ferramenta para identificação do fio fase e do fio neutro de uma tomada em uma rede elétrica? Com base nos seus conhecimentos existentes sobre eletricidade tente resolver este problema prático do cotidiano da eletricidade física.

O professor deixou o multímetro e uma chave de teste de corrente e constatamos que a maioria recorreu à chave de teste e logo após, demonstramos como se identificava o fio fase com o multímetro. O professor argumentou que a ponta de prova vermelha de teste conectada em um dos terminais da tomada e a outra ponta de prova preta de teste conectada com a terra (tendo zero de potencial elétrico), poderíamos com o aparelho de medição na posição da chave seletora 700V (corrente alternada) medir uma diferença de potencial de entrada e saída, caracterizando assim um fluxo de corrente elétrica pelo aparelho. Esse procedimento permitiria detectar o polo positivo de um dos terminais da tomada. Nessa mesma questão através do diálogo em sala de aula, acrescentamos a seguinte pergunta sobre o que aconteceria se encostasse a ponta de prova vermelha no aterramento e a ponta de prova preta no conector polo - fase da tomada. Propusemos a prática dessa atividade. Os alunos fizeram os comentários que compartilho abaixo:

“O resultado da tensão seria negativo”.

“O registro do sinal negativo no multímetro devia-se a mudança de polo das pontas de prova no qual a vermelha registraria 0V (entrada da corrente) e o preto valor diferente de zero que dependeria do aterramento para gerar uma diferença maior de potencial. ”

Aproveitando o momento de debate, o professor perguntou “quem seria o causador da geração da corrente elétrica observada na prática experimental? ”. Como resposta “Os elétrons vibrando devido a um gerador de energia elétrica”. Outro respondeu “a tensão da rede local”. Nesse momento, o professor requisitou que os alunos explicassem melhor os comentários e, um dos alunos argumentou:

“Lá no gerador de energia elétrica tem um eixo girando induzindo os elétrons a se movimentarem a uma alta tensão nele, e que saindo dele são distribuídas em empresas de distribuição de energia elétrica até chegar a nossa casa”.

Infelizmente naquele momento não conseguimos ir tão longe. Acrescentamos “como já informamos anteriormente só é possível gerar uma perturbação organizada em fluxo de corrente elétrica se existir uma ddp entre os terminais de um dispositivo elétrico.

A questão 18 abordou sobre capacitores com dados nominais em que os alunos iriam identificar e fazer anotações. No momento da resolução destas questões foi relatada aos alunos que uma das funções do capacitor é a de armazenar cargas elétricas em seu interior e descarregar quando o circuito necessitasse ser alimentado por cargas elétricas em pequeno intervalo de tempo, estabilizando a corrente que flui através do circuito elétrico. Já na questão 19 foi trabalhado o uso do capacitor para saber se existia continuidade. Cada grupo fez os passos corretamente utilizando a opção do multímetro na função continuidade. Com as pontas de prova nas posições adequadas, deixando a ponta de prova no borne de entrada na posição “COM” e a ponta de prova vermelha no borne de entrada “V Ω mA”. Além de testar a continuidade do capacitor, o professor propôs que os alunos deixassem o multímetro conectado, durante aproximadamente 40 segundos, para tentar jogar uma quantidade de carga do aparelho ao capacitor para verificar se o capacitor estava em curto ou não. Relembrando os dados no capacitor, os alunos colocaram a chave seletora na posição 200 V na função corrente contínua e, ficaram surpresos quando observaram que rapidamente a tensão sai de aproximadamente 37,8V e reduzia até um valor próximo a zero. O professor interveio e disse que este procedimento provocou o descarregamento do capacitor.

Após a realização das atividades práticas, fizemos os nossos agradecimentos e solicitamos alguns relatos sobre esse tipo de metodologia de trabalho para a aprendizagem dos conceitos de eletricidade nas aulas de física. Como resposta obtivemos os seguintes relatos:

“Inicialmente achamos que seria somente aulas verbais com o uso de slides”.

“Ficamos até ansiosos com estas atividades. ”

“As lâmpadas utilizadas de cores, nos propiciaram alguns efeitos ópticos em nossa visão que despertou interesse um pouco mais nas atividades. ”

“Sinceramente só podemos compreender melhor a eletricidades com atividades como estas. Elas nos ajudaram muito a entender circuito elétricos como estes o que seria difícil de diferenciar todas elas. ”

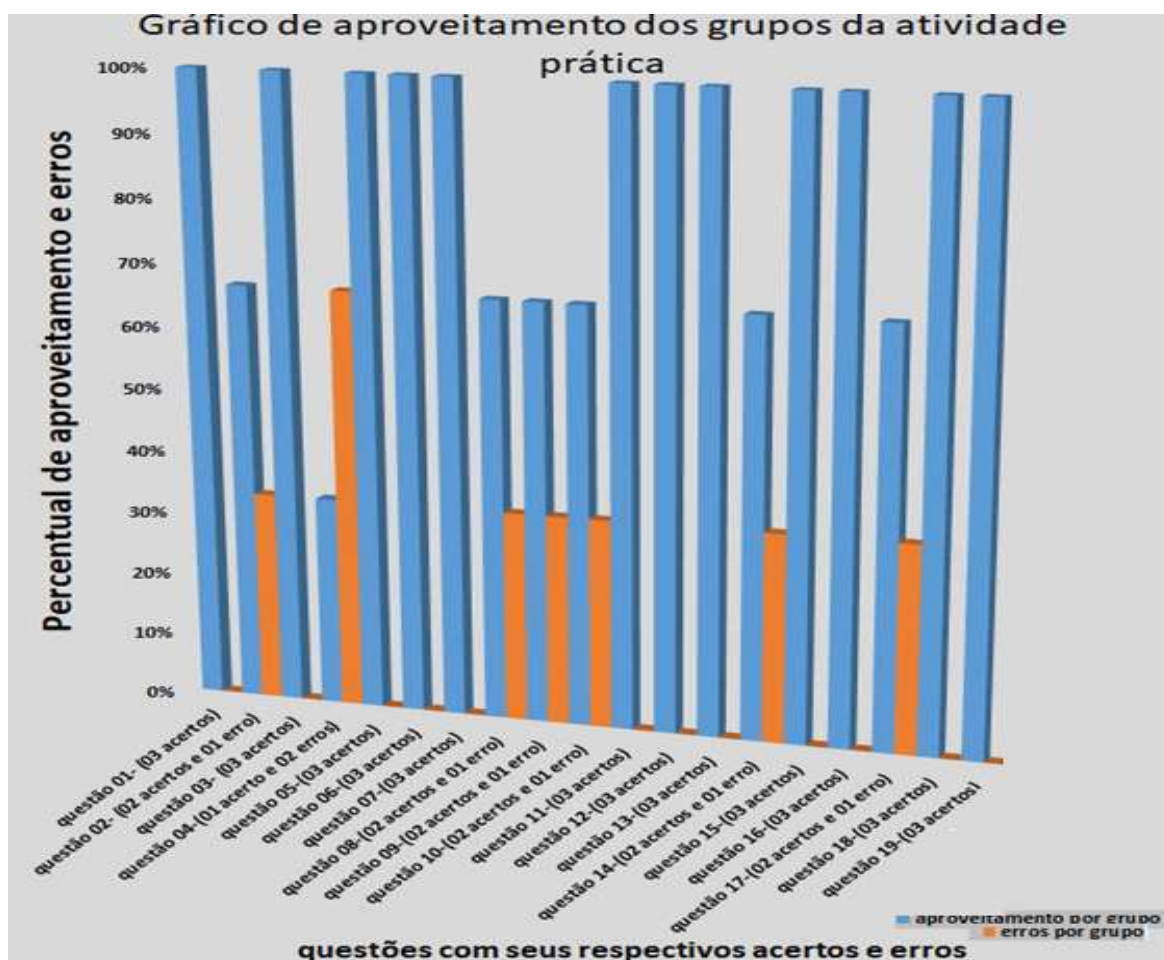
“Compreendemos melhor a lei de ohm, a passagem da corrente elétrica a ddp e a resistência elétrica”.

Um aluno do grupo 2 comentou ainda sobre a metodologia de aplicação do produto:

“Quanto a sua metodologia professor foi muito boa! Demonstrou domínio e segurança em instalações de alta tensão elétricas e nos ensinou bastante como medir as unidades elétricas e os cuidados que temos que ter antes de colocar a mão sem a orientação ou acompanhamento de uma pessoa que entenda bem”.

Os dados quantitativos de acertos e erros de cada grupo das atividades propostas pelo questionário serão representados pelas figuras (33) e (34), seguintes:

Figura 33: dados representativos em porcentagem de acertos e erros de cada questão efetuada pelos grupos nas atividades práticas com o multímetro.



Fonte: Autoria própria

Figura (34), apresenta os dados representativos em porcentagem de acertos e erros de cada grupo nas atividades práticas com o multímetro.

Figura 34: dados representativos em porcentagem de acertos e erros dos grupos nas atividades práticas com o multímetro.



Fonte: Autoria própria

As figuras (33) e (34), da representação de acertos e erros de cada grupo constata que com as atividades práticas educacional houve uma melhora significativa da aprendizagem, no que diz respeito ao reconhecimento e interpretação de significados físicos de unidades de medições de potencial elétrico, potência, corrente e resistência elétrica nas questões 15 e 16, assim como, aplicação e diferenciação de conceitos como voltagem, corrente, potência, condutores e isolantes e resistência elétrica, efeito joule, compreensão e montagem de circuito elétrico, compreensão e aplicação de situações de riscos de choques elétricos, quantificação e qualificação dos resultados, identificação e relação de grandezas proporcionais e inversamente proporcionais aplicadas as equações física das leis de ohm.

Descobrimos também, no início das atividades um conflito de distinção de funções básicas no que respeita a formas de medição, como ohmímetro, amperímetro e erros possíveis de medição. Com especial atenção as questões 02, 04, 08, 10 e 14. Com atenção ao grupo 03 que apresentaram sequência de erros nos quesitos 08, 09 e 10. Mas que todos os grupos logo, vieram gradativamente sanado no decorrer das atividades propostas. Foram também apreciadas, competências de investigação e compreensão do aparelho de medição multímetro, descoberto em especial nas questões de números 01, 03, 06, 07, 11, 12, 13, 15, 16 e 19.

De forma geral analisando sincronicamente o conhecimento geral da turma, já que o nosso trabalho visar o sócio interacionismo de Vygotsky (1988), qualitativamente os resultados foram válidos ao que estávamos propondo. A cooperação e o interesse pelas atividades propostas por parte dos alunos contribuíram no processo do ensino-aprendizagem dos conteúdos de física de potencial elétrico, resistência, corrente elétrica, circuito elétrico, capacitância e instrumentos de medição elétrica.

Um dos pontos negativos que podemos mencionar aqui é que se torna um pouco difícil de realizar as atividades de práticas experimentais envolvendo as tensões e correntes elétricas aplicadas aqui de forma individual, pelo simples fato, que exigirá um maior tempo de atenção individualizada a cada aluno comparada com o cronograma apresentado. Pois a todo momento cada aluno necessitará de um rígido acompanhamento do professor ao energizar o circuito com tensão de 220V ou de 127V. Assim aconselhamos que esta atividade seja sim realizada em grupos tornando mais viável o trabalho pedagógico do professor e não permitindo que os demais alunos fiquem ansiosos e que entre eles possam promover trocas de experiências sanando as dificuldades existente ou surgidas durante a realização das tarefas.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base em nossos resultados, constata-se que os indivíduos envolvidos nesta relação adquiriram novos conhecimentos de instrumentos e signos, desenvolvendo habilidades e competências já exteriorizadas em nossos resultados e discussões, adquiridas por meio da interação social e ambiental, dentro das zonas de desenvolvimento formuladas por Vygotsky, que foram evoluindo desde a inserção das aulas expositivas e demonstrativas até o momento das atividades de práticas experimentais. Mesmo assim, existindo pequenos pontos em alguns momentos de conflitos a respeito da linguagem de distinção entre uma grandeza e outra, que foram gradativamente diligenciados a serem sanadas com as zonas de desenvolvimento potencial e proximal de Vygotsky (1991).

O papel do professor além de mediador pôde como o uso deste produto educacional cometer e incorporar habilidades de produção de experimentos alternativos motivadores e de demonstração, reconhecendo o aluno como sujeito ativo do processo de ensino-aprendizagem. Permitindo ainda ao educador organização na estrutura lógica didática diante de experimentos com instrumentos simples como estes e sapiência com tais. Este trabalho trouxe a possibilidade de desfigurar as concepções do ensino descritas por Santos (2011) e Gimenes (2011), sobre o ensino de física atualmente, assim como, o ponto de vista de Satyro e Soares (2007) e Jéssyka (2015) sobre as deficiências no uso de aparelhos de medições nas aulas de física.

Trabalho como este é de suma importância para a educação nas aulas de física ou áreas afins, para serem explorados pelos colegas professores até mesmo com quantidades maiores de aulas e estendidos a outras temáticas, tais como: - geradores e receptores elétricos, consumo de energia elétrica residencial e eletricidade básica de baixa tensão. Além da possível motivação a outros trabalhos, que venham acrescentar de forma técnica ao conhecimento da ciência física, no que concerne a utilidade do multímetro em sala de aula como estratégia de aprendizagem de circuitos elétricos.

Finalizamos todo o nosso trabalho dissertativo, com as referências bibliográficas na seção 6, que serviram como forma de enriquecer detalhes sobre assuntos explorados durante o percurso das colocações aqui cometidos.

6- REFERÊNCIAS

ABRACOPEL (Associação Brasileira de Conscientização para os perigos da eletricidade). Anuário Estatístico Abracopel de Acidentes de Origem Elétrica 2018. **Acidentes por choque elétrico/fatal – por região 2017**. Salto/SP, 2018.79 p.

ALMEIDA, Maria Antonieta. **Introdução às Ciências Físicas 2.** Fundação CECIERJ. Centro de Educação Superior a distância do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014, vol. 1, 462 p. Material Didático.

ALVES, Mário Ferreira. **Abc dos circuitos eléctricos em corrente contínua.** Departamento de Engenharia Electrotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Pesqueira, fev. 1999, 31p.

ARAUJO, Ives Solamo; MAZUR, Eric. **Instrução por colegas e ensino sob medida: Uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem de Física.** 2013. Disponível em: <https://periódicos.ufsc.br/index.php/física/.../2175-7941.2013v30n2p362> Acesso em: 26 set.2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410: Outros componentes: Serviços de segurança. Instalações elétricas de baixa tensão: Manutenção.** 2004. 209 p.

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil.** 2. ed. São Paulo: Ática, 2002, 156 p.

BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; CALUZ, João José. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. . **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.29, n.4, p.635-644, 31 ago. 2007. Disponível: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/070404.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

BRAGA, Newton C. **Multímetros profissionais: Padrões internacionais de segurança.**2012. Disponível em:<http://eletricidade-eletronica-telecom.blogspot.com/2012/03/multimetros-profissionais-padroes.html>. Acesso em: 10 abr. 2019.

BRASIL. 24 mai. 2011. Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS): Portaria SIT 229/2011**NR 26 - Sinalização de Segurança.** Brasília, 24 mai. 2011. 2 p.

BRASIL. Constituição Federal. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Seção IV Do Ensino Médio. Brasília, 20 dez. 1996. Disponível : http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 12 jun. 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias ciências naturais; BNCC; Base Nacional Comum do Ensino Médio; **Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.** Brasília, 2018. p.540-546. Disponível: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>. Acesso em: 12 mai. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias ciências naturais; Conhecimentos de Física. Brasília, 2018. p. 22-29 Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS): Portaria MTPS n. ° 508:NR **10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Brasília, 29 abr. 2016. 14 p. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=319865>. Acesso em: 12 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS): Portaria MTb n. ° 877: NR 06 - Equipamento de proteção individual – EPI. Brasília, 24 out. 2018. 8 p. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-06.pdf. Acesso em: 02 jul. 2019.

CABRAL, Paulo. **Erros e incertezas nas medições**. Senhora da Hora; Porto. Jul. 2004. Instituto Electrotécnico Português Laboratório de Metrologia e Ensaios (IEP). Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). 116 p.

CANTARINO, Mariana. FÍSICA no ENEM: **Análise de competências e habilidades**. 2017. Disponível em: <https://blog.enem.com.br/fisica-no-enem-analise-de-competencias-e-habilidades/>. Acesso em: 20 abr. 2019.

CARREIRA, Rita; FONSECA, Pedro. Sebenta Multimédia. Análise de Currículo Eletrônico. **Ohmímetro**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/eng04030/Aulas/teoria/capa.htm>. Acesso em 02 fev. 2019.

CASTRO, Ruth Schmitz de; CERQUEIRA, Franklin Elísio M. Atividades experimentais: canal de interlocução com professores em treinamento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.14, n° 04, 1992, p. 205-208

DALZOTTO, Renato. **Elaboração de um caderno de atividades experimentais para o estudo de circuitos elétricos de corrente contínua**. Dissertação: Programa de Pós-Graduação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) - Departamento de Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016. Disponível em: <file:///D:/referenciais%20citados/Renato%20Dalzotto.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2020.

DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José André. PERNAMBUCO, Marta Maria. Ensino de ciências: **fundamentos e métodos**. 2ª Ed – São Paulo: Cortez, 2007.

DEWEY, John / WESTBROOK, Robert B.; TEIXEIRA, Anísio. **John Dewey**. Tradução e organização: ROMÃO, José Eustáquio, RODRIGUES, Verone Lane. Recife-PE. Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. 134 p.

FERRARO, N.G; JÚNIOR, F.R.; SOARES, P.A.T. **Os fundamentos de Física 3**. 7ª ed. São Paulo, SP: Editora Moderna, 1999. p. 41-317.

FRANÇA, José Alexandre de; apud FEYMANN, R. P. **Deve Ser Brincadeira, Sr. Feynman!** Direitos (webmaster@eeol.org). Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/josealexandre/mural/index.html>. Acesso em: 20 jul. 2019.

FOXLUX. Multímetro digital FX MD. **Manual do usuário**. 2017, 8 p.

GALIAZZI, Maria do Carmo. **A Natureza Pedagógica da Experimentação**: Uma Pesquisa na Licenciatura em Química. Revista Química Nova, vol. 27, No. 2, 326-331, 2004. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n2/19283.pdf> . Acesso em: 21 jul ago. 2019.

GIMENES, Camila Itikawa. **Um estudo sobre a epistemologia da formação de professores de ciências**: indícios da constituição de identidades. 24 mar. 2011.178 f. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.2011.

GOMES, Ricardo Antunes. **Desenvolvimento e validação de metodologia para automação da calibração de multímetros digitais**, 118 p. Dissertação Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-RJ, 2007,

GUIMARÃES, Evandro Vilmar. Sequência didática: **Práticas Experimentais Reais e Virtuais**. 2017. 60 f. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, 2017.

HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK Robert. **Fundamentos de Física. Eletromagnetismo**. 10ª ed. Rio de Janeiro. Editora LTC. 2016, 1332

HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK Robert. **Fundamentos de Física. Volume 3**. 9ª ed. São Paulo. Editora LTC. 2012, 312 p.

HELENE, Otaviano Augusto Marcondes, VANIN, Vito Roberto. **Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental**. 2ª edição, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1981.105 p.

INFOESCOLA NAVEGANDO E APRENDENDO. **Ponte de Wheatstone**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/electricidade/ponte-de-wheatstone/>. 2006. Acesso em: 20 ago. 2019.

INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **VIM -Vocabulário Internacional de Metrologia**. 1ª Edição Luso-Brasileira. Rio de Janeiro, 2012, 95 p.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4.ed .São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP, 2004, 200p .

LIMA, Francisco Cristiano Barbosa. **Experimentos de baixo custo para abordar concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples**, 143 p. Dissertação Mestrado - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), Departamento Centro de Ciências Exatas e Naturais - UFERSA, Mossoró, 2018.

LOPES, Tania Oliveira. **Aula expositiva dialogada e aula simulada: comparação entre estratégias de ensino na graduação em enfermagem**, 126 p. Dissertação Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento em Enfermagem da Universidade de São Paulo) - Universidade de São Paulo Escola de Enfermagem, São Paulo, 2012.

MARQUES, José Roberto. **Conheça os níveis de desenvolvimento**. Goiânia. Publicado: 06 ago. 2018. Disponível em: <https://www.ibccoaching.com.br/portal/conheca-os-niveis-de-desenvolvimento/>. Acesso em: 25 mai. 2019.

MEDEIROS, Renato. **Tabela de código de cores e medidas da resistência**. Apostila de laboratório de física III. Curso Licenciatura em Física. Universidade Estadual de Goiás (UEG). Anápolis, 2018. 52 p.

MEIER, Marcos e GARCIA, Sandra. **Mediação da Aprendizagem: Contribuições de Feuerstein e de Vygotsky**. Curitiba: Edição do autor, 2007.

MORAES, Maria Beatriz dos Santos. **Uma proposta para o Ensino da Eletrodinâmica no Ensino Médio**. 2005, 193 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física)-Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000525245&loc=2006&l=52f66ad9edecf610>. Acesso em: 12 jan. 2020.

MORAES, Arthur Marques; MORAES, e Itamar José (2000). “A avaliação conceitual de força e movimento”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Goiânia, v.22, n.2, p.232-246, 2 jun. 2000.

MORAES, Everton. **Multímetro: O que você não sabe sobre o multímetro**. [S.I.], 30 out. 2013. Disponível: <https://www.saladaeletrica.com.br/o-que-voce-nao-sabe-sobre-o-multimetro/>. Acesso em: 12 abr. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas v e unidades de ensino potencialmente significativas**, Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre, Brasil. 2010. 87 p.

MOURA, Breno Arsioli. **As contribuições de Benjamin Franklin para a eletricidade**. Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC, v. 16, n. 2. Santo André, SP: Física na Escola, 2018, 40p.

NEDELSKY, L. **Introductory physics laboratory**. American Journal of Physics, p. 26, 2, 51-59. 1958.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica 3 Eletromagnetismo**. 1 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1997, 323 p.

OLIVEIRA, Eloiza da Silva Gomes de. O processo de aprendizagem em uma perspectiva sócio – interacionista: ... ensinar é necessário, avaliar é possível. In. **Curso de formação continuada/educação a distância nos sistemas educacionais**. Rio de Janeiro, 2004. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). abr. 2004. 10 p.

PASSONI, Clobert J. **Que voltagem máxima um ser humano suporta**. Revista Super Interessante. Nova Aurora, PR. 20 jul. 2009. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/que-voltagem-maxima-um-ser-humano-suporta/>. Acesso em: 21 maio 2019.

PÉREZ, Carlos Ariel Samundio. **O modelo do elétron livre de Drude completa 100 anos**. v. 17, n. 3, p. 348–359, 2000. Disponível em: <file:///Users/cas/Downloads/6766-20469-1-PB.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2020.

PhET University of Colorado@2019. [S.t.: s.n.]. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_en.html, 2019. Acesso em: 20 abr. 2019.

PIRONDI, Paulo G. Multímetro barato para experiências de eletricidade. **Sociedade Brasileira de Física**, São Paulo, 1980. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol02a24.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

Revista Tecnológica da FATEC-PR **Circuito elétrico rc para avaliação da sensibilidade de multímetros**, Escola Tecnológica de Curitiba s/c Ltda. Faculdade de Tecnologia de Curitiba – FATEC-PR, n. 3, Curitiba, Jan/Dez 2012, p. 60–66.

RIBEIRO, Jhessyka Oliveira. 2015. **A relação teórica e a prática da aplicação dos métodos de ensino**. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/pedagogia/a-relacao-teorica-pratica-aplicacao-dos-metodos-ensino.htm>. Acesso em: 12 abr. 2019.

RICARDO, Elio Carlos, 2004, p.16 apud BRASIL, MEC, 1999, p. 207. Rumos que serão dados ao ensino de física a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. **Seminários regionais e nacional referentes aos rumos que serão dados ao ensino de física**. Brasília, set. 2004, p.2-26.

RIVAS, Noeli P.P., SILVA, Glaucia M., CATIRSE, Alma B.C.E. **Roteiro de orientação para elaboração e análise de questões avaliativas da aprendizagem no ensino superior**. Pró-Ensino na Saúde – EERP/CAPES. Campi do Interior Universidade de São Paulo, USP. Ribeirão Preto, 2015, 11 p.

ROMANO, Cristiane. **Quais são as possíveis causas da timidez?**. Disponível em: <https://blog.cristianeromano.com.br/quais-sao-as-possiveis-causas-da-timidez/>, 2017. Acesso em: 17 mar 2020.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. **"Efeitos da corrente elétrica"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/os-efeitos-corrente-eletrica.htm>. Acesso em 25 de agosto de 2019.

SÁTYRO, Natália; SOARES, Sergei. **A infraestrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental: um estudo com base nos censos escolares de 1997 a 2005**. Textos para Discussão no 1267. Brasília: Ipea, 2007.46 p.

SILVA, Mauro Costa. Quais lâmpadas acendem? Entendendo o funcionamento dos circuitos elétricos. **Revista Física na Escola**, v. 12, n. 1, pág. 16-19, 2011. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num1/circuitos.pdf>. Acesso em 20 jan. 2020.

SOUZA, Giovani Batista de. **Medidas Elétricas**. Araranguá, 2010. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. 82 p.

SANO, W; SOUZA, A. F.; FURUKAWA, C.H. Danos em multímetros analógicos utilizados em aulas de laboratório de Física e sua proteção. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.17, n. 03, set 1995, p. 221-223.

TOMASZEWSKI, Rochele Andrade. A importância do pré-teste na construção de um repertório analítico. **La Salle, Revista de Educação, Ciências e Cultura**, v. 12, n. 2, jul/dez 2007, pág. 139-449.

TONIDANDEL, Danny Augusto Vieira, ARAÚJO, Antônio Emílio Angueth de, BOAVENTURA, Wallace do Couto. **História da Eletricidade e do Magnetismo: da Antiguidade à Idade Média**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.40, n. 4, 2018, p. 8.

UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Ohmímetro**, Porto Alegre. Disponível em : http://www.ufrgs.br/eng04030/Aulas/teoria/cap_03/ohmimetr.htm. Acesso em: 20 de jul 2019.

VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, **A Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. In: N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo: Ícone: Editora da Universidade de São Paulo, p. 21-37, 1988.

VIGOTSKII, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex N. Tradução de: VILLALOBOS, Maria da Pena. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 11 ed., São Paulo. Editora ícone.2010, 234p.

VILLATE, Jaime E. **Eletricidade e Magnetismo**. Porto. 20 mar. 2013. 221 p.

VYGOTSKI, L. S. A formação social da mente. **Psicologia e Pedagogia, O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 4 ed., São Paulo, Editora Livraria Martins Fontes Editora Ltda. 1991, 90 p.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

Transiente. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Transiente>. Acessado em: 04 jun 2020.

YOUNG, Hugy D; FREEDMAN, Roger A. **Física III Eletromagnetismo**.12ª ed. São Paulo. Editora Pearson Addison Wesley.2009, 441 p.

ZANELLA, Andréa Vieira. Zona de desenvolvimento proximal: **Análise teórica de um conceito em algumas**.1992. p. 97-109. Dissertação de Mestrado em Psicologia. Departamento de Psicologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.

APÊNDICE A- PRODUTO EDUCACIONAL**PRODUTO EDUCACIONAL****ROBERTO WANDERLEY DE SOUZA****UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO MULTÍMETRO COMO
UMA FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE MEDIDAS ELÉTRICAS
NO ENSINO MÉDIO**

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Semi-Árido, (UFERSA), como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Geovani Ferreira
Barbosa

MOSSORÓ - RN**JULHO - 2020**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Identificação dos componentes de um multímetro digital.	111
Figura 2- Multímetro na função voltímetro conectado em paralelo no circuito elétrico.....	113
Figura 3- Multímetro na posição amperímetro.	113
Figura 4 - Multímetro na função ohmímetro para a medição de resistência.	114
Figura 5 - Multímetro com a chave seletora na função diodo..	115
Figura 6 - Questão 3 demonstrativas de medição de tensão.....	118
Figura 7 - Pontas de provas associado em série para medição de corrente elétrica alternada de baixa escala.	120
Figura 8 - Montagem de um circuito elétrico para medições de corrente alternada da rede elétrica.....	121
Figura 9- Medição de resistência em um resistor elétrico	122
Figura 10- Resistores usados na atividade experimental.....	123
Figura 11- Registro do momento do aluno efetivando medições de resistência elétrica.	124
Figura 12- Aluno demonstrando como aferir medição de resistência elétrica de um fio condutor..	126
Figura 13- Lista de materiais a serem usados na atividade prática da questão 15..	129
Figura 14- Esquema para montagem da questão 15.....	129
Figura15 - Chave seletora na função ohmímetro e na escala 2000 Ω	132
Figura 16- Esquema para montagem da questão 16.....	135
Figura 17- Capacitores utilizados na questão 18.....	139
Figura 18- Multímetro na função continuidade para identificar se este está em curto ou não.....	140

SUMÁRIO

1 - APRESENTAÇÃO.....	90
2- PRODUTO EDUCACIONAL.....	93
2.1 - Apresentação do questionário - pré-teste	93
2.1.1 -Questionário pré-teste	93
2.2 - Atividade com o uso multímetro	103
3- ROTEIRO PARA A UTILIZAÇÃO DO MULTÍMETRO	110
3.1 Multímetro digital	110
3.2 Processo de medição do multímetro	111
3.3 Cuidados com o uso do voltímetro	115
4- QUESTIONÁRIO PÓS -TESTE COMENTADO – GUIA PARA O PROFESSOR.	117
5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	142

1 - APRESENTAÇÃO

O produto educacional aqui apresentado faz parte da dissertação do Programa de Pós Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, com o título UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO MULTÍMETRO COMO UMA FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE MEDIDAS ELÉTRICAS NO ENSINO MÉDIO. No qual tem como objetivo fazer o uso deste instrumento como uma forma alternativa de práticas educacionais para apoio na organização de planejamento de aulas didáticas dos conteúdos de eletricidade vista nos programas de Física do ensino médio. Fazendo o uso da teoria sócio-interacionista de Vygotsky em que o aluno contará com a possibilidade através de práticas experimentais apropriar-se dos conceitos de corrente, resistência, diferença de potencial elétrico e demais unidades associadas a estas grandezas.

O trabalho se articula em torno do objetivo didático proposto que é oferecer oportunidade ao alunado compreender a funcionalidade do multímetro como instrumento de medições de eletricidade estudada em Física. Salientando a quem utilizar o nosso trabalho necessitará organizar bem o tempo e as atividades a serem aplicadas, inclusive separar com antecedências os materiais de apoio a serem utilizados nas atividades práticas.

O nosso produto educacional possui uma sequência didática constituiu de nove encontros de 50 minutos/hora-aula trabalhadas de acordo com o cronograma escola em que foi feita as atividades práticas desse trabalho acadêmico ao longo de cinco semanas.

No primeiro encontro, faremos a apresentação e explanação dos objetivos do trabalho da dissertação. Neste mesmo encontro, aplica-se o pré-teste para levantamento de informações com respeito a realidade conceitual sobre eletricidade básica (corrente alternada, contínua, resistência, tensão, capacitância e potência elétrica) que os discentes já possuem para adaptar e conduzir as fases seguintes do trabalho educacional incluindo a elas a prática experimental. No pré-teste que está logo a seguir no apêndice A, lança questões de múltipla escolha, com objetivos claros e com escrita de fácil compreensão para que os alunos pensem cerca de 5 minutos em cada questão e marquem a opção que julgam ser a correta de um total de 5 opções em cada quesito.

No segundo encontro serão necessárias duas aulas expositivas, onde se deve iniciar as práticas educacionais utilizando-se de recurso existentes na escola, como o uso de material de apoio, dentre eles: recurso da multimídia da escola destinada às aulas expositivas audiovisuais, sobre a história da eletricidade, grandezas físicas: circuitos elétricos, corrente elétrica, ddp (diferença de potencial elétrico), resistência e associações, potência elétrica, transistores, capacitores e associações e multímetro e segurança no manuseio dos aparatos utilizados.

No terceiro encontro pode ser trabalhado aulas exposições demonstrativas, em que os alunos ficam dispostos em um círculo durante a apresentação do multímetro. O professor pode fazer do uso deste momento para trocar experiências e dialogar, para tornar mais atrativas e essencial o aprendizado. E o papel do professor é acompanhar o ritmo da aprendizagem dos discentes, sendo ele o interlocutor que irá conduzir esse processo de aprendizagem. Nessa aula de demonstração, exploramos bem o uso correto do equipamento de medição do multímetro, desde o painel frontal, como a colocação correta dos bornes de ligação para efetivação das medições desejadas de ddp, corrente elétrica, resistência e continuidade, sempre relacionando aos conteúdos programáticos da física relacionadas as unidades trabalhadas.

No quarto encontro, o professor pode alertar sobre o uso deste equipamento de medição quando colocado em rede elétrica residencial ou escolar e os informativos sobre os equipamentos de proteção individual e alertas de segurança.

Do quinto até sétimo encontro, aplica-se as atividades experimentais em que com um caderno de questões totalizando 19 questões, sendo estas objetivas e subjetivas onde é explorado o uso do multímetro com os alunos.

A questão de número 1 até a 14 tem como objetivo diagnosticar, algumas informações básicas a respeito das aulas introduzidas expositivas e demonstrativas tinham sido precisas. Os multímetros devem ser disponibilizados sobre as mesas de cada grupo formados, para a resolução de cada quesito sobre informações do aparelho e dos conteúdos já mencionados nas aulas teóricas sobre eletricidade. Pretende-se nestas questões iniciais, analisar o reconhecimento de aparelhos de medições em suas funções múltiplas de medidas de grandezas elétricas, além de compreender como cada uma delas se comporta em um circuito, com o objetivo de facilitar o levantamento de medidas como tensão, corrente e resistência elétrica. O professor pode trabalhar o nível de desenvolvimento, podendo resolver situações e explorar o seu conhecimento de forma autônoma (desenvolvimento real) ou que se encontra em níveis menos elaborado que necessitará de interações de troca de experiências, para que estes atinjam os objetivos propostos tornando o sujeito capaz de construí-lo (desenvolvimento potencial).

2- PRODUTO EDUCACIONAL

2.1- APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO - PRÉ-TESTE

Olá aluno/a, o objetivo deste conjunto de questões é para traçar o andamento das nossas atividades rumo à construção do conhecimento sobre a utilização do multímetro para levantamento de medidas de grandezas elétricas em um circuito. Salientamos que, este instrumento de pesquisa é totalmente sigiloso e não existe a necessidade de qualquer tipo de identificação por meio de nome, matrícula etc.

Esse questionário possui um conjunto de 16 questões sobre eletricidade e os tipos de aparatos utilizados para o levantamento das grandezas físicas presente no circuito elétrico. Recomendamos a atenção na leitura das questões e, comece sempre por aquela que julgar mais fácil e depois retorne para a questão que estava exigindo um pouco mais de raciocínio.

2.1.1 -Questionário pré-teste

Responda as perguntas com lealdade para obtermos os melhores resultados possíveis para serem analisadas a fim de direcionar o nosso trabalho de pesquisa sobre aplicação de ferramentas pedagógicas que contribua significativamente a aprendizagem.

Questão 1- Marque a opção mais precisa sobre o conceito da eletricidade dentre das alternativas seguintes:

- (A) A Eletricidade estuda os fenômenos relacionados às cargas elétricas, estejam elas em repouso ou equilíbrio (Eletrostática), ou em movimento (Eletrodinâmica).
- (B) A Eletricidade é o fluxo ordenado de cargas elétricas, que se movem de forma orientada em um condutor elétrico sólido ou em soluções iônicas.
- (C) A Eletricidade é o íon que é definido como um átomo eletrizado que somente ganhou elétrons. Já o cátion e o ânion são considerados íons.
- (D) A Eletricidade é o fluxo ordenado de cargas elétricas, que se movem de forma desorientada em somente um condutor elétrico sólido.
- (E) A Eletricidade é um fluido de cargas elétricas, que se movem de forma desorientada em um condutor elétrico sólido ou em soluções iônicas.

Questão 2 – Com relação aos conhecimentos prévios que possui, os materiais elétricos podem ser classificados em condutores, semicondutores ou isolantes. Com relação à estrutura atômica desses materiais mencionados, o material condutor, possui:

- (A) pouca quantidade de elétrons em suas órbitas.
- (B) Maior número de elétrons livres.
- (C) Maior número de prótons livres.
- (D) Maior número de cátions livres.
- (E) Prótons na camada de valência.

Questão 3 - Na eletricidade o que são isolantes:

- (A) Isolantes ou Dielétrico são substâncias em que os elétrons estão fortemente ligados aos núcleos dos átomos, assim, não existindo cargas livres para se movimentarem internamente.
- (B) Isolantes ou Dielétrico são substâncias em que os elétrons estão fortemente ligados aos núcleos dos átomos, assim, existindo cargas livres para se movimentarem.
- (C) Isolantes ou Dielétrico são materiais em que há movimentação de cargas elétricas com grande facilidade. E estes possuem uma grande quantidade de elétrons livres.
- (D) Isolantes ou Dielétrico são materiais condutores em que há movimentação de cargas elétricas com grande facilidade. E estes possuem uma grande quantidade de elétrons livres.
- (E) Isolantes ou Dielétrico são materiais condutores em que há movimentação de cargas elétricas com grande facilidade. E estes possuem pouca quantidade de elétrons livres.

Questão 4 -Com respeito ainda aos conceitos básicos da eletricidade o condutor é:

- (A) Condutores são materiais em que há movimentação de cargas elétricas com grande facilidade. E estes possuem uma grande quantidade de elétrons livres.
- (B) Condutores são materiais em que os elétrons estão fortemente ligados aos núcleos dos átomos, assim, não existindo cargas livres para se movimentarem internamente.

(C) Condutores são materiais em que os elétrons estão fortemente ligados aos núcleos dos átomos, assim, existindo cargas livres para se movimentarem.

(D) Condutores são materiais em que há movimentação de cargas elétricas com grande facilidade, assim, sendo materiais de péssima qualidade quanto a sua condutibilidade.

(E) Condutores são mesmos que dielétrico em que os elétrons estão fortemente ligados aos núcleos dos átomos, assim, existindo cargas livres para se movimentarem.

Questão 5- O que caracteriza o isolamento elétrico de um material é conhecida como:

(A) Condutividade Térmica;

(B) Supercondutividade.

(C) Rigidez dielétrica.

(D) Condutividade elétrica.

(E) Choque elétrico

Questão 6- O aparelho que possui funções múltiplas para medição de grandeza, como tensão, corrente elétrica e resistência denomina-se:

(A) Hidrômetro

(B) Pluviômetro

(C) Potenciômetro

(D) Multímetro

(E) Termovisor

Questão 7- O circuito elétrico pode ser definido como:

(A) é um conjunto de ligações de elementos, que podem conter nestes geradores, resistores, e capacitores, sendo feita a ligação entre ambas por meio de fios condutores, que circulará por ele corrente elétrica.

(B) O circuito elétrico é muito complexo e não podemos definir, pois um exige conhecimento de outros determinantes não mencionados neste teste.

(C) é um aparelho capaz de determinar tensão, resistência, corrente elétrica, potência elétrica, entre outros.

(D) é um conjunto de ligações de elementos, que podem conter nestes geradores, resistores, e capacitores, sendo feita a ligação entre ambas por meio por meio de fios não- condutores, que circulará por ele corrente elétrica.

(E) é um conjunto de ligações de elementos, que podem conter nestes geradores, resistores, e capacitores, sendo feita a ligação entre ambas por meio por meio de fios condutores, que por ele impedirá a passagem da corrente elétrica.

Questão 8 – O que é uma ddp (diferença de potencial elétrico) em um circuito elétrico:

(A) É a resistência elétrica que um circuito elétrico oferece a passagens das cargas elétricas.

(B) É a corrente elétrica que circula em um condutor pertencente ao circuito elétrico existente.

(C) É a tensão gerada por desequilíbrio de cargas entre dois corpos em que ambos têm um potencial elétrico diferente.

(D) É a potência elétrica do material no curso do circuito elétrico.

(E) É a tensão gerada por desequilíbrio de cargas entre dois corpos em que ambos têm mesmo potencial elétrico.

Questão 9 – Qual a finalidade de um resistor elétrico?

(A) são componentes cuja finalidade em circuitos elétricos será de efetuar conversões de energia elétrica em energia térmica.

(B) são componentes cuja finalidade em circuitos elétricos será de sempre aumentar a corrente ou tensão em alguma parte do circuito.

(C) são componentes cuja finalidade será de promover em circuitos elétricos curto-circuito em todo o conjunto de instalação elétrica em que esteja contida a resistência.

(D) são componentes que são colocados em circuitos elétricos com a finalidade de promover um curto-circuito de modo que limitar, diminuir ou dividir a corrente ou tensão em alguma parte do circuito.

(E) são componentes cuja finalidade em circuitos elétricos será de efetuar conversões de energia térmica em energia elétrica.

Questão 10 – Defina em ordem de sequência a alternativa correta no que diz respeito a definição da medição do ampère e da corrente elétrica.

(A) O ampère é uma medição que depende da carga elétrica elementar para ser medido e a corrente elétrica será uma contagem do fluxo individual de elétrons.

(B) O ampère é uma medição que depende da carga elétrica elementar para ser medido e a corrente elétrica será uma contagem do fluxo total desses elétrons em função do intervalo de tempo.

(C) O ampère é uma medição que não depende da carga elétrica elementar para ser medido e a corrente elétrica será uma contagem do fluxo total desses elétrons em função do intervalo de tempo.

(D) O ampère é uma medição que não depende da carga elétrica elementar para ser medido e a corrente elétrica será uma contagem do fluxo individual de elétrons.

(E) O ampère é uma medição que não depende da carga elétrica elementar para ser medido e a corrente elétrica será o fluxo desenfreado de elétrons de forma desordenada em todos os sentidos e direções.

Questão 11- Marque a opção mais precisa sobre a definição de conceito de potência elétrica:

(A) potência elétrica é uma grandeza física que mede a energia que está sendo transformada na unidade de tempo, ou seja, mede o trabalho elétrico desenvolvido pela corrente elétrica na unidade de tempo.

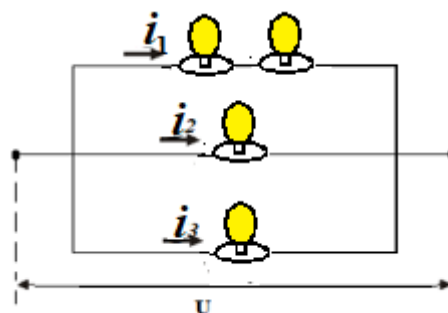
(B) potência elétrica é uma grandeza física que mede somente a energia térmica que está sendo transformada na unidade de tempo, ou seja, mede o efeito Joule realizado por uma determinada máquina na unidade de tempo.

(C) potência elétrica é uma grandeza física que mede a energia química que está sendo transformada na unidade de tempo, ou seja, mede o trabalho realizado por uma determinada máquina na unidade de tempo.

(D) potência elétrica é uma grandeza física que mede a energia que está sendo transformada na unidade de comprimento, ou seja, mede o trabalho realizado por uma determinada máquina na unidade de tempo.

(E) potência elétrica é uma grandeza física que não mede somente a energia térmica que está sendo transformada na unidade de tempo (o efeito Joule), como também o fluxo de carga elétrica em uma unidade de tempo.

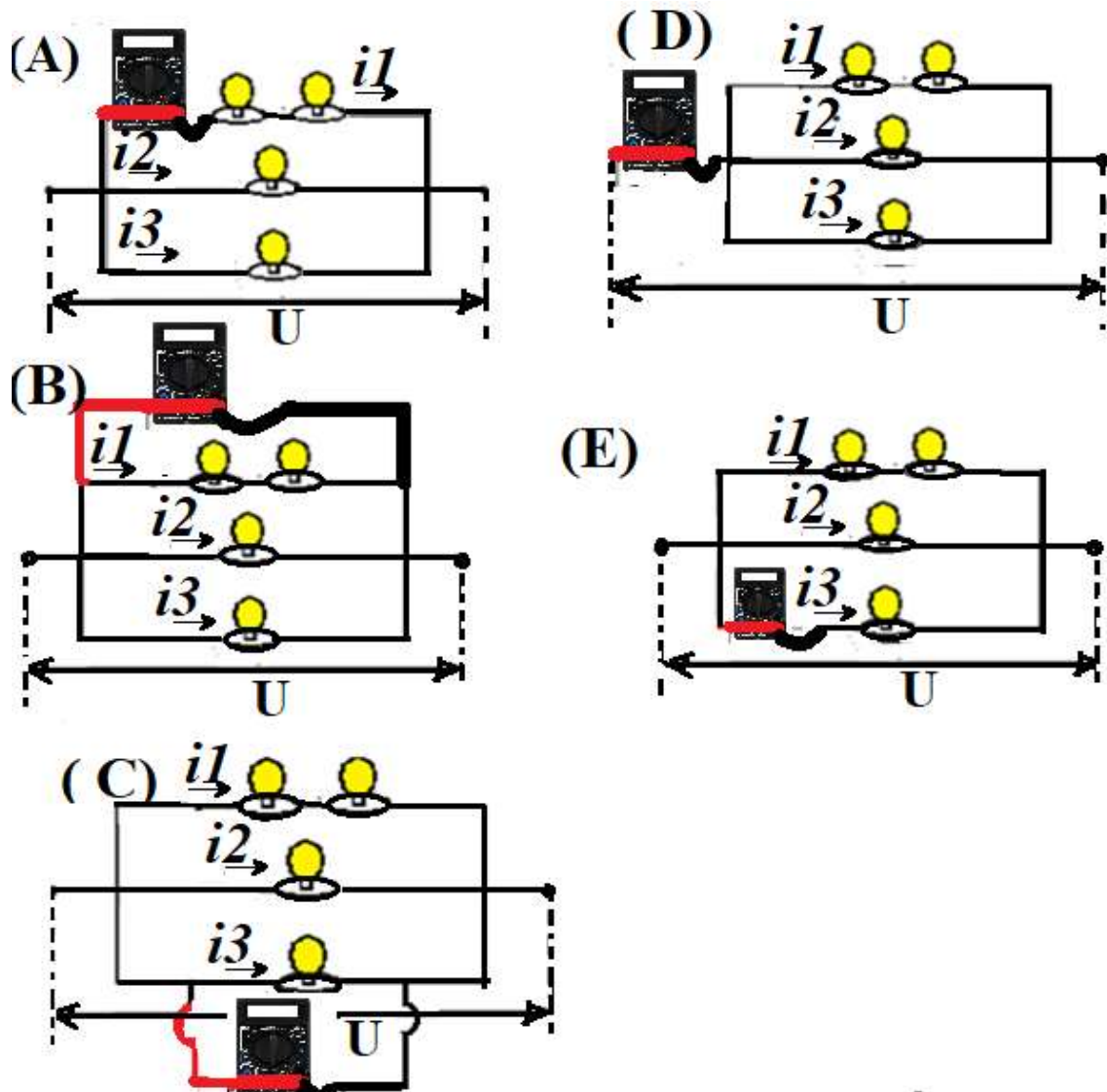
Questão 12- A figura abaixo representa que tipo de associação de componentes elétricos:



Fonte: Autoria própria

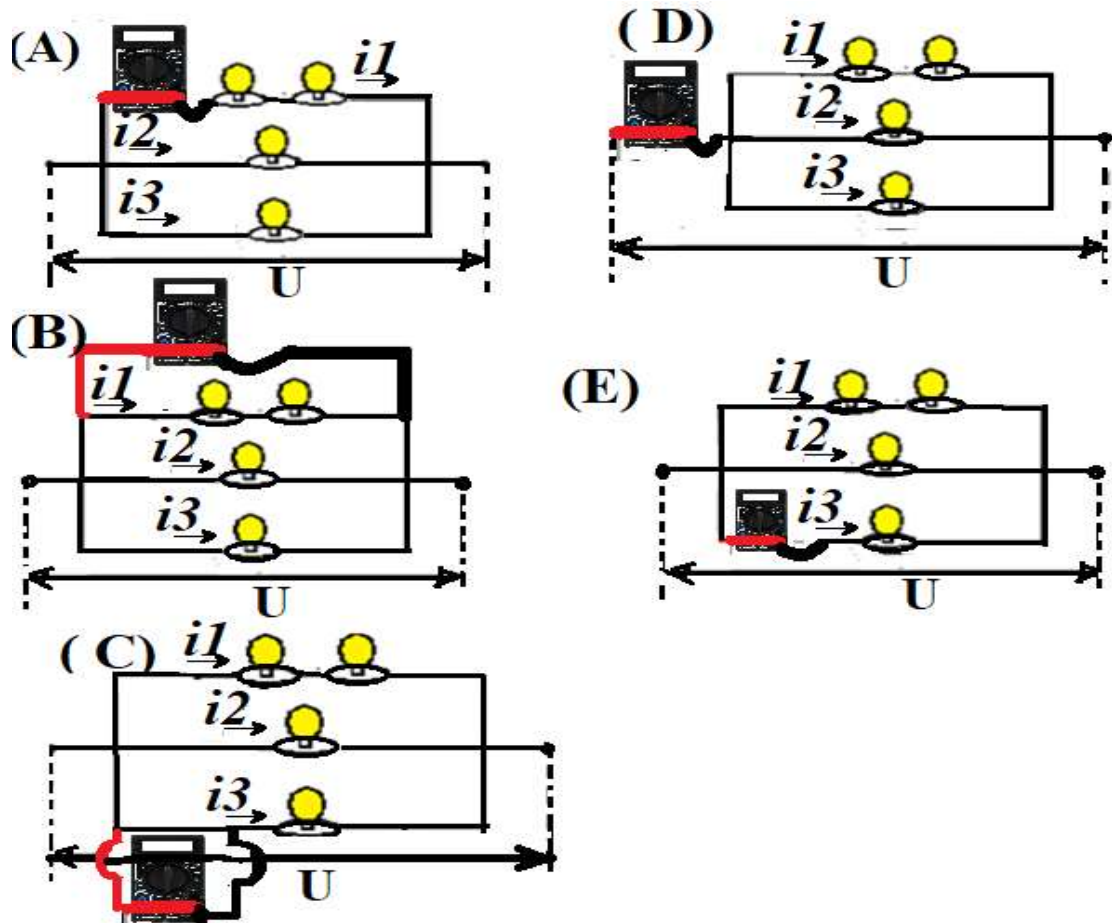
- (A) Associação de resistores em paralelos
- (B) Associação de lâmpadas em paralelo
- (C) Associação de lâmpadas em série
- (D) Associação mista de lâmpadas
- (E) Associação de geradores

Questão 13 – Marque a alternativa que apresenta melhor representação da colocação de um multímetro para medição da corrente elétrica de todo o circuito elétrico:



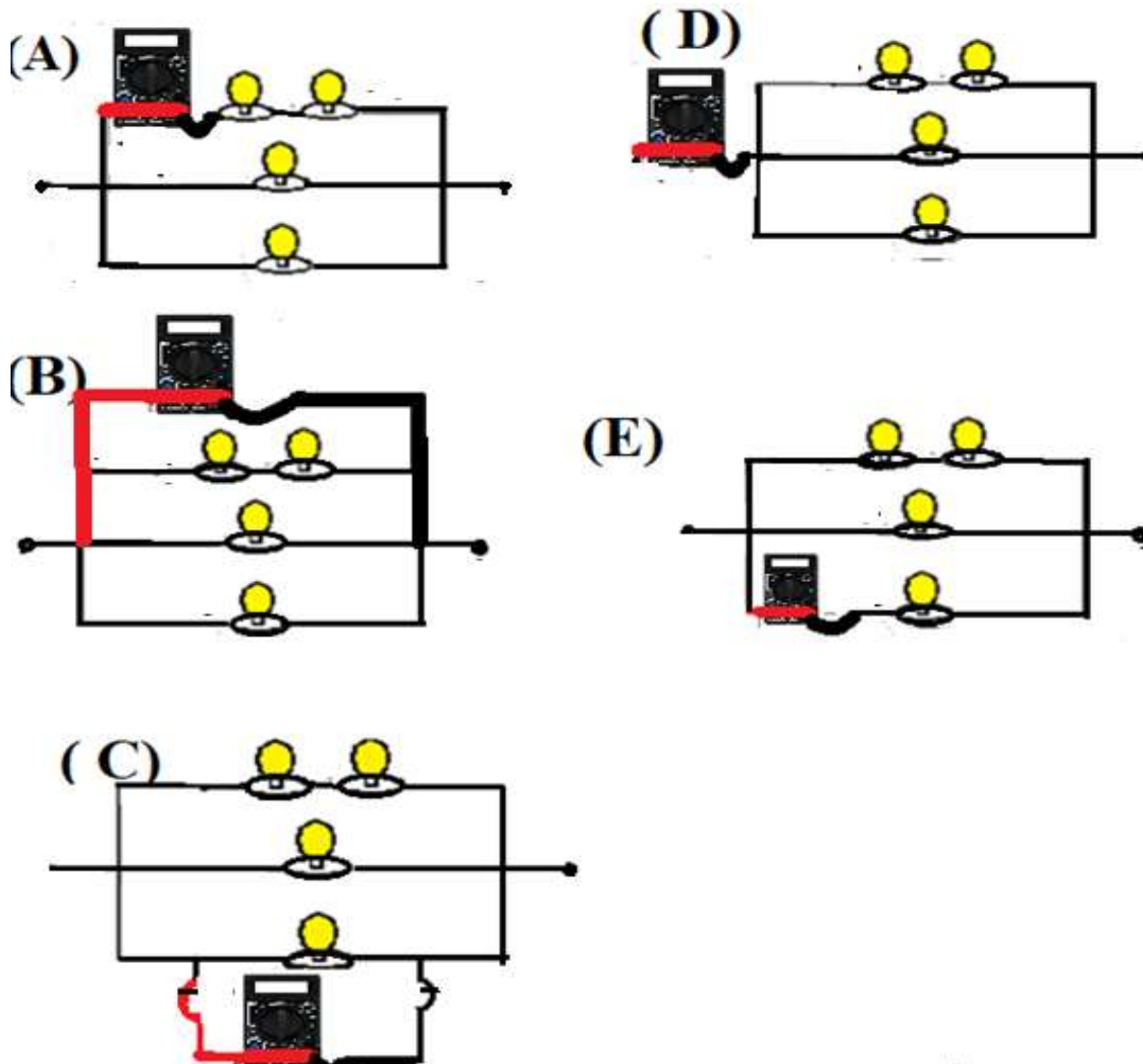
Fonte: Autoria própria

Questão 14 - Marque a alternativa que apresenta melhor representação da colocação de um multímetro para medição da tensão elétrica de todo o circuito elétrico:



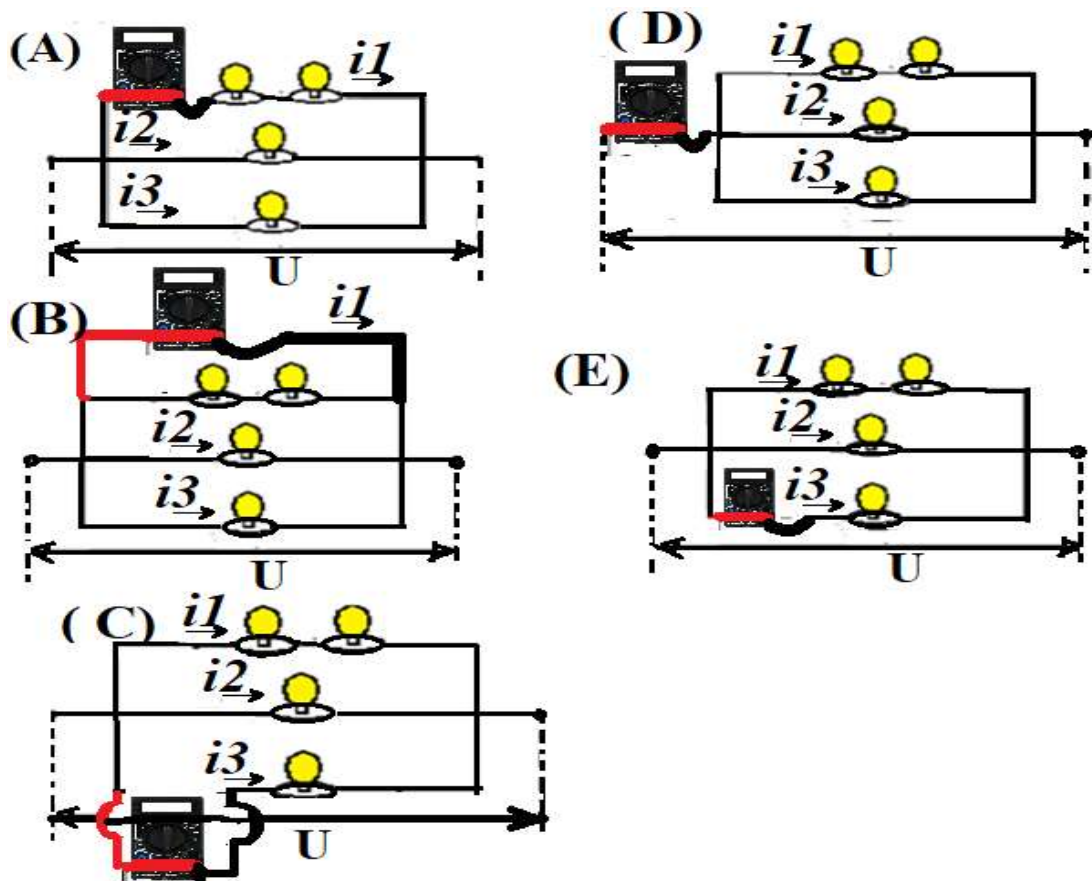
Fonte: Autoria própria

Questão 15 - Marque a alternativa que apresenta melhor representação da colocação de um multímetro para medição da resistência elétrica equivalente dos resistores através de um multímetro de todo o circuito elétrico:



Fonte: Autoria própria

Questão 16 – Marque a alternativa que melhor representa um curto circuito-elétrico na presença do multímetro na função amperímetro.



Fonte: Autoria própria

2.2 - ATIVIDADE COM O USO MULTÍMETRO

Questionário a ser aplicado após a introdução dos conceitos físicos de conhecimento básico sobre eletricidade e do uso multímetro.

Questão 1 - Os instrumentos de medidas elétricas, como o próprio nome explica são aparelhos utilizados para medir as grandezas elétricas. Eles podem ser, analógicos ou digitais. Um instrumento de medida multifuncional que reúne a função de voltímetro, ohmímetro e amperímetro, são conhecidos como:

- (A) multímetro (B) Capacímetro (C) Termovisor
(D) Megômetro (E) Wattímetro

Questão 2 - De que depende a incerteza associada a uma medição?

- (A) Apenas da qualidade do aparelho.
(B) Da qualidade do aparelho e do procedimento de medida.
(C) Da localização do aparelho no circuito.
(D) Do procedimento de medida.
(E) Do desgaste do aparelho.

Questão 3 - A medida de tensão em um multímetro é obtida de forma correta, se ligarmos o mesmo da seguinte forma à rede elétrica:

- (A) Em Série
(B) Em Paralelo
(C) Em Antiparalelo
(D) Em Anti-série
(E) Em Linearidade

Questão 4 - Qual o instrumento de medição usado para medir apenas a tensão elétrica?

- (A) Multímetro.
(B) Amperímetro
(C) Voltímetro.
(D) Potenciômetro
(E) Escalímetro

Questão 5 - Qual o instrumento de medida usado para medir apenas corrente elétrica?

- (A) Amperímetro.
- (B) Ohmímetro.
- (C) Multímetro.
- (D) Potenciômetro
- (E) Escalímetro

Questão 6 - Uso do Amperímetro na posição CC (corrente contínua). Utilizando o multímetro, indique a posição da chave de medição das seguintes ampères:

- a) 50mA
- b) 800mA
- c) 2,5mA
- d) 15mA
- e) 1000 mA
- f) 1600Ma

Questão 7- Uso do Amperímetro posição CA (corrente alternada). Utilizando o multímetro, indique a posição da chave de medição dos seguintes ampères:

- a) 50mA
- b) 800mA
- c) 2,5mA
- d) 150mA
- e) 1000 mA
- f) 16000 mA

Questão 8 -Qual o instrumento de medida usado para medir apenas resistência elétrica?

- a) Multímetro.
- b) Ohmímetro.
- c) Voltímetro.
- d) Potenciômetro
- e) Termômetro

Questão 9 - Uso do multímetro. Agora dois resistores serão apresentados no momento da prática. Solicite que eles identifiquem os valores das duas resistências com o auxílio do multímetro e com a identificação das cores. Confronte as duas respostas se existem semelhanças nos resultados encontrados com o multímetro e com a codificação das cores.

Questão 10 - Uso do multímetro. Caso não se conheça a melhor escala que deve ser usada em uma medida deve-se iniciar sempre pelas escalas de valor:

- (A) mais alto.
- (B) mais baixo.
- (C) não podemos mensurar a medida.
- (D) solicitar a ajuda de um aprendiz.

(E) deixa a escala na medição ohmímetro.

Questão 11 -Uso do multímetro. Na prática como o multímetro é comum encostar as pontas dos cabos pretos e vermelhos juntos durante aproximadamente 5 segundos. No caso para se obter medidas de tensão o procedimento correto seria uma forma de:

(A). Calibrar o multímetro usando os conectores pretos e vermelhos no multímetro nas posições: preto no conector COM (neutro/ terra) e o vermelho no conector $V\Omega mA$ (tensão, resistência e continuidade).

(B). Calibrar o multímetro usando os conectores pretos e vermelhos no multímetro nas posições: preto no conector COM (neutro/ terra) e o vermelho no conector 10A (tensão, resistência e continuidade).

(C). Calibrar o multímetro usando os conectores pretos e vermelhos no multímetro nas posições: preto no conector $V\Omega mA$ (tensão, resistência e continuidade) e o vermelho no conector 10A (tensão, resistência e continuidade).

(D). Calibrar o multímetro usando os conectores pretos e vermelhos no multímetro nas posições: preto no conector 10A (tensão, resistência e continuidade) e o vermelho no conector $V\Omega mA$ (tensão, resistência e continuidade).

(E). Calibrar o multímetro usando os conectores pretos e vermelhos no multímetro nas posições: preto no conector $V\Omega mA$ (tensão, resistência e continuidade) e o vermelho no conector COM (neutro/ terra).

Questão 12 - Uso do multímetro. Utilizando o multímetro, indique a posição da chave de medição das seguintes resistências:

(A) 50Ω

(B) 880Ω

(C) $2,5k\Omega$

(D) $10k\Omega$

(E) $5,6\Omega$

(F) $100k\Omega$

Faça alguns comentários do resultado da atividade 12

Questão 13 - Para aferir medição da tensão aos terminais de uma resistência elétrica, de que modo apropriado se deverá colocar o aparelho de medição?

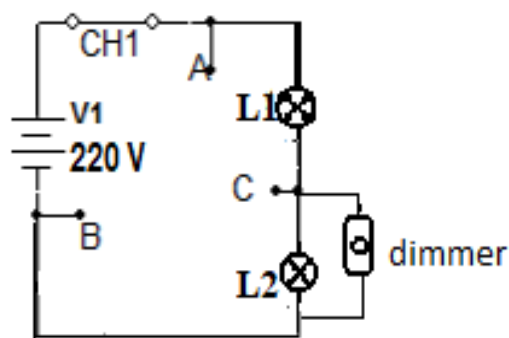
- (A). Em série com a resistência.
- (B). Em paralelo com a resistência.
- (C). Aos terminais da fonte de alimentação.
- (D). Do procedimento de medida.
- (E). Do desgaste do aparelho.

Questão 14 - Para aferir medição da corrente que circula por uma resistência elétrica, de que modo apropriado se deverá colocar o aparelho de medição?

- (A). Em série com a resistência.
- (B). Em paralelo com a resistência.
- (C). Aos terminais da fonte de alimentação.
- (D). Do procedimento de medida.
- (E). Do desgaste do aparelho.

Comentário do resultado da atividade 14

Questão 15 - Uso do Multímetro. Monte os circuitos mostrados na figura a seguir, mostrando o seu valor total. Sando que utilizaremos duas lâmpadas de potência 15W cada, no qual representará as resistências R1 e R2. Nesta atividade solicitar que os desconsidere como resistência a fiação do circuito elétrico com resistência para simplificação dos cálculos matemáticos da associação.



Fonte: Autoria própria

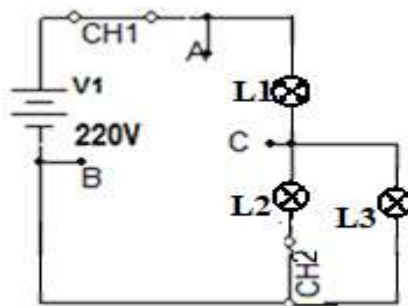
Considere inicialmente a chave fechada e efetue as medições com o auxílio de um multímetro de:

- Resistência em L1 e L2 ;
- ddp entre os pontos AB, BC e AC;
- corrente elétrica em L1 e L2;
- retire somente a resistência L1 e informe o que observaram no circuito;
- retire agora somente a resistência L2 e informe o que observaram no circuito;
- mantenha a chave CH1 aberta com todas resistências repostas em seus lugares e efetue todas as medições dos quesitos anteriores **a, b e c**;
- modifique o valor da resistência da lâmpada 2 com o auxílio do potenciômetro e verifique o que foi observado e faça anotações quanto a resistência, tensão e a corrente elétrica.

Comentário do resultado da atividade 15

Questão 16 - Uso do Multímetro. Repetindo os mesmos procedimentos anteriores com as mesmas lâmpadas de potência 15W, sendo acrescentado mais uma lâmpada com as mesmas especificações das demais no circuito de acordo com a figura seguinte.

Observações: Nesta atividade solicitar que os alunos desconsiderem a resistência da fiação do circuito elétrico para simplificação dos cálculos matemáticos da associação.



Fonte: Autoria própria

- a) Resistência em L1 e L2
- b) ddp entre os pontos AB, BC e AC
- c) corrente elétrica em L1, L2 e L3
- d) retire somente a lâmpada L1 e informe o que observaram no circuito;
- e) retire agora somente a lâmpada L 2 e informe o que observaram no circuito;
- f) mantenha somente a chave CH1 aberta com todas resistências repostas em seus lugares efetue todas as medições dos quesitos anteriores **a,b e c**;
- g) mantenha somente a chave CH2 aberta com todas resistências repostas em seus lugares efetue todas as medições dos quesitos anteriores **a,b e c**.
- h) com a chave aberta CH2 teste com o multímetro se há continuidade do ponto A ao ponto B do circuito.

Comentário do resultado da atividade 16

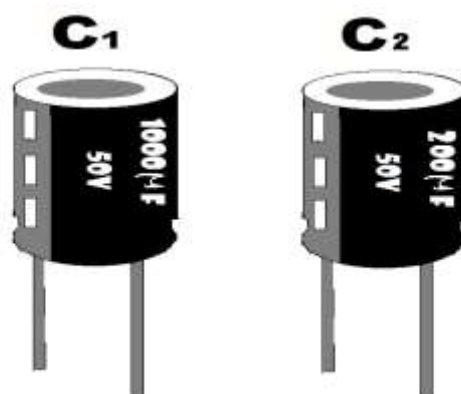
Questão 17 - Uso do Multímetro

Sob orientação e acompanhamento do professor que tenha domínio da base da eletricidade residencial na prática, que procedimento o aluno adotaria para identificar com sucesso os dois fios a qual se pretende conhecer utilizando o multímetro como ferramenta para identificação do fio fase e do fio neutro de uma tomada em uma rede elétrica? Com base nos seus conhecimentos existentes sobre eletricidade tente resolver este problema prático do cotidiano da eletricidade física.

O objetivo desta questão será que através do equipamento de medição cada grupo possa identificar cada polo da rede elétrica, colocando os dois cabos da ponta de prova nas duas entradas laterais das três existentes da tomada. Caso o painel registre uma tensão

negativa significa que a fase (de potencial maior) corresponde o cabo de entrada de cor preta e o de potencial menor o cabo vermelho. Se o painel registrar sinal positivo a resposta será oposta quando aos potenciais nos cabos. Observação se a rede possuir 220 V a chave seletora deve ficar na escala de 700V.

Questão 18 – São apresentados dois capacitores conforme figura abaixo. Por meio da leitura da identificação dos dados nominais no próprio capacitor determine para cada um deles os valores:



Fonte: Autoria Própria

a) A ddp nos capacitores 1 e 2;

b) A capacitância em C_1 e em C_2 .

Questão 19 - Uso do Multímetro.

Fazendo o uso do multímetro determine se os capacitores apresentados fornecem continuidade ou não entre os seus terminais:



Fonte: Autoria própria

3- ROTEIRO PARA A UTILIZAÇÃO DO MULTÍMETRO

O objetivo dessa parte do nosso trabalho é auxiliar os colegas de profissão que desejarem utilizar o nosso produto educacional, como uma metodologia auxiliar para a utilização do multímetro como ferramenta de aprendizagem sobre medidas de grandezas físicas presentes nos circuitos elétricos. Em cada questão existe alguns comentários que podem servir como guia de execução da atividade proposta. Sintam-se à vontade para fazer mudanças no produto educacional e propor novas atividades. O intuito é despertar o interesse para o desenvolvimento de atividades experimentais nas aulas de física para o 3º ano do ensino médio.

3.1 - MULTÍMETRO DIGITAL

A funcionalidade desse instrumento como os digitais por basearem em circuitos eletrônicos compostos de conversores *A/D* (analógico/digital), o que quer dizer converter sinais de tensão e corrente em sinais digitalizados, e que por sua vez, microprocessadores (ou microcontroladores) realizam cálculos matemáticos que serão apresentados no visor em formato de números que representará as grandezas elétricas (GOMES, 2007). Diferenciando temos que:

- a) Multímetro analógico: a leitura é feita através do posicionamento do ponteiro em uma escala qualquer;
- b) Multímetro digital: a leitura é feita através alfa numérica em um display. Este modelo a cada dia ganha maior espaço no uso por profissionais em elétrica, devido a sua facilidade de leitura, custo benefício.

Quanto à classificação dos multímetros, Moraes (2013) especifica que eles são classificados pelos padrões de segurança *IEC-1010-1* (*Internacional Electrotechnical Commission*), norma aplicada desde o ano de 1988 que estabelece características nas produções dos multímetros. Como nossa prática trabalha com medições locais de tensão 220 V, será usado multímetro com especificação *CAT II*, para aplicações em tomadas de alimentação eletrodomésticos. O circuito elétrico que fornecerá a tensão ao multímetro está sujeito ao transientes que são eventuais fortes oscilações na tensão. No caso do nosso multímetro, como sendo do padrão *CAT II*, o transiente máximo de pico é de 6000 V de pico. Se o tempo de transiente levar patamares de tempo maior o multímetro se danificará, como também, todos os equipamentos ligados no circuito elétrico energizados.

A figura (1) detalha os componentes externos de um multímetro digital utilizado durante as aulas de experimentais na aplicação do produto educacional.

Figura 1. Identificação dos componentes de um multímetro digital.



Fonte: Adaptado da referência <https://www.foxlux.com.br/produto/multimetro-digital/>. Acessado 22/06/2020.

3.2 - PROCESSO DE MEDIÇÃO DO MULTÍMETRO

O manuseio do multímetro exige algumas recomendações que devem ser seguidas a fim de obter o melhor resultado possível e não provocar nenhum acidente, como a queima do equipamento ou alguma descarga elétrica. Lembre-se que nesse produto educacional, estamos usando a tensão da rede elétrica (220 V). A seguir, resumimos algumas considerações que devem ser seguidas:

- Antes de iniciar qualquer medição com o multímetro, certifique se os cabos das pontas de prova estão em perfeitas condições para o uso. Muitas vezes pela fadiga ou pelo mau uso, os cabos acabam danificados;
- o aparelho multímetro só será ligado quando a chave seletora sair da posição "OFF" para a função e escala que se deseja medir;
- por medidas de precaução sempre retire os cabos das pontas de prova do circuito quando desejar fazer alterações de posição da chave seletora em sua função ou de escala;
- nunca ultrapasse os limites da tensão ou corrente elétrica de cada escala. Caso desconheça o valor a ser medido, sempre acomode a chave seletora em posição de maior escala, caso não

tenha conhecimento do valor exato a ser medido. Mexa gradativamente decrescendo a escala, até que estabeleça uma leitura mais precisa. Jamais efetue medições de escalas superior a qual ele pode suportar;

e) nunca efetue medição de resistência no ohmímetro em um circuito externo energizado;

f) sempre conecte o pino preto banana no borne (entrada de ponta de prova) “COM” e o borne vermelho na posição $V\Omega mA$, quando se deseja medir tensão, corrente elétrica baixa e resistência;

g) sempre conecte o pino preto banana no borne “COM” e o pino vermelho no borne de 10 A, quando for preciso medir valores significativos (alta) de corrente elétrica;

h) nunca coloque o multímetro próximo de fonte de calor, isso poderá danificar o visor do display ou até mesmo o gabinete;

i) quem for operacionalizar o multímetro a um circuito energizado não deve ficar em contato direto com a estrutura aterrada ao solo ou ao próprio solo, pois nesse descuido poderá acarretar um choque elétrico de grande proporção. Uma das formas de evitar alguma eventualidade é o uso de calçado de sola de borracha e de luvas de borracha.

Depois de repassar todas essas informações iniciais aos alunos, o próximo passo é mostrar aos alunos o do multímetro para efetuar algumas medições de funções e escalas:

a) Na medição de tensão contínua (V_{DC}), que significa tensão de corrente contínua VCC , no multímetro conecta-se o pino banana preto(cabo) de prova no borne COM e o vermelho no borne $V\Omega mA$. Lembrando que, nunca selecione uma escala cuja a tensão seja menor a ser medida; no caso de dúvida quanto a tensão medida utilize a de maior escala (1000 V) e ajuste-a progressivamente. Se o sinal apresentado for negativo (-), isso significa que as polaridades das pontas estão invertidas no circuito. Para efetuar essa medição da tensão contínua coloque os bornes em paralelo com o circuito que deseja medir. Nesse momento o painel digital irá fornecer dados informativos, quanto ao valor da tensão entre os intervalos de dois pontos dos bornes das pontas de prova.

b) Tensão Alternada (V_{AC}) ACV é calculada no multímetro ao conectar-se o pino banana preto da ponta de prova no borne COM e o vermelho no borne $V\Omega mA$. Conforme mencionamos anteriormente para a tensão contínua, se o sinal apresentado for negativo (-), isso significa que as polaridades das pontas estão invertidas no circuito. Não esquecendo que os bornes devem estar em paralelo ao circuito elétrico, como pode ser observado na figura (2).

Figura 2 - Multímetro na função voltímetro conectado em paralelo no circuito elétrico.



Fonte: Autoria própria.

c) Para medição de corrente alternada ($A\sim$) tensão corrente alternada e corrente contínua ($A\text{---}$), devemos colocar o pino do cabo da ponta de prova no borne 10 A e o pino do cabo de ponta de prova preto no borne marcado *COM* e que devam estar em série ao circuito. Em seguida, cumprindo essas determinações, deve-se mover a chave seletora posicionando na escala 10 ADC. Esta escala em geral, é posicionada quando a corrente elétrica a ser medida é bem superior comparada a de uma corrente de escalas de 2 mA até 200 mA, conforme medição pretendida. A figura (3) mostra o esquema de montagem do multímetro com a chave seletora na escala de amperímetro para a medida de corrente elétrica da rede.

Figura 3 - Multímetro na posição amperímetro.



Fonte: Autoria própria.

d) Um lembrete importante aos operadores é que alguns aparelhos de medição (multímetro) não possuem um sistema de proteção do equipamento. O modelo utilizado em nossa prática experimental possui escala de fundo máxima de 10 A e não possui qualquer sistema de proteção de fusível a uma amperagem superior à de escala de fundo e, apresenta baixa impedância interna. Por isso, jamais o aluno ou o professor que irá aplicar este produto em suas atividades deve medir corrente superior a 10 A.

e) Para medições de resistência em um circuito, o circuito não pode estar energizado. No multímetro deve-se conectar o pino (cabo) de ponta de prova preto no borne de entrada *COM* e o vermelho no borne *VΩmA*, para efetuar a medição de resistência. Por fim, a chave seletora deve estar na posição de função Ω e de valor de escala desejada, em seguida conecta-se as pontas de prova ao resistor e observe no multímetro e registre o valor apresentado. Lembrando que um dos seus terminais do resistor deve estar desconectado do circuito para melhor precisão da leitura. A figura (4) apresenta o processo de medição da resistência de um resistor.

Figura 4 - Multímetro na função ohmímetro para a medição de resistência.



Fonte: Aatoria própria.

Esse mesmo procedimento também pode ser usado para testar se os capacitores possuem continuidade.

f) Na leitura de diodos, o pino de ponta de prova preta deve sempre estar no borne de entrada *COM* do multímetro e o vermelho no borne *VΩmA*. Depois direcione a chave seletora para a função de diodo (\rightarrow). Uma observação que temos de detalhar sobre a medição do diodo é que, ele não deve estar ligado a um circuito energizado ou seguido de capacitores carregados ao

circuito. Finalize todo o procedimento de medição conectando as pontas de prova preta no polo negativo (-) e a outra ponta de prova vermelha no polo positivo (+) do diodo. A leitura provável deste tipo de medição é que o leitor poderá apresentar valor igual a “zero”, isso quer dizer que, o diodo encontra-se em curto. Caso difere de zero, significa que seus resultados são correspondentes ao esperado da resistência e existe polarização. Outra informação a ser adicionada é que se inverter as polaridades dos cabos de ponta de prova, o visor emitirá sinal de sobrecarga indicando que o diodo está aberto, se não será defeito mesmo do diodo. A figura (5) apresenta o arranjo experimental para a medição com a chave seletora do multímetro na função diodo.

Figura 5 – Multímetro com a chave seletora na função diodo.



Fonte: Autoria própria.

g) Para se testar transistores, teremos que desconectar todos os cabos de pontas de prova (preto e o vermelho) do aparelho multímetro, após este procedimento colocar a chave seletora na função *hFE*, por fim inserir o transistor no soquete a ser testado, nunca esquecendo da polaridade deste se é um *NPN* ou *PNP*. No final poderá observar a leitura no visor digital.

3.3 - CUIDADOS COM O USO DO VOLTÍMETRO

O manuseio do multímetro de modo geral, não possui nenhum risco para o operador. Contudo, o usuário deve ficar atento em que tipo de circuito elétrico será usado. No caso do objeto desta dissertação de mestrado, nós utilizaremos a rede elétrica residencial ou da escola. Assim, antes da aplicação do produto educacional junto com os alunos, nós apresentamos algumas regras de segurança individual que devem ser obedecidas com o intuito de evitar qualquer tipo de acidente. Nós vimos na tabela 1 da seção 2.6.4 na dissertação que os efeitos da

corrente elétrica que uma amperagem na faixa de miliAmperes já é suficiente para causar algum desconforto no ser humano. Aqui, nós trabalharemos com a corrente na faixa de Amperes e por isso, reforçamos o cuidado durante o manuseio dos equipamentos durante as aulas experimentais. Elencamos algumas regras dispostas abaixo:

- a) O aluno jamais deve ligar o circuito sem a autorização do professor;
- b) Antes de iniciar qualquer procedimento de teste desenergizar/desligar todo o circuito elétrico;
- c) De preferência o próprio professor após conferir todo o circuito elétrico experimental, ligações dos cabos de pontas de provas nos conectores, chave rotatória do multímetro na posição adequada. Daí o próprio professor energizar o circuito elétrico;
- d) Não colocar o multímetro na escala de corrente ou de resistência. Pois seu multímetro será colocado em uma condição de baixíssima resistência, o que resultará em um curto circuito. As pontas de provas esquentaram pelo efeito Joule correndo o risco de derretimento desses cabos e um conseqüente eventual choque elétrico a quem estiver em contato com o multímetro ou próximo a este. E por fim a queima do aparelho de medição. A causa mais comum da queima de multímetros é conectar os cabos de pontas de prova nas entradas de corrente elétrica (entradas 10A e mA, junto com a entrada COM). Nestas entradas a impedância entre o cabo vermelho e preto é muito baixa, gerando o curto. Alguns multímetros populares não oferece um sistema de proteção para erros de conexão das entradas dos cabos.
- e) Nunca mude de escala com as pontas de prova no circuito. Desligue-as sempre antes de efetuar qualquer tipo de mudança no seletor rotatório ou nos cabos de ponta de prova. A final é uma forma de garantir a integridade física do indivíduo ou de um grupo;
- f) Certifique se as pilhas estão conectadas de modo correto no multímetro.

Após os procedimentos quanto ao manuseio do multímetro em suas medições, sugere-se aos professores que irão aplicar este produto educacional que separe todos os materiais e efetue a divisão dos alunos em grupos deixando cada um de forma heterógena conforme a percepção do professor extraído dos dados colhidos do pré-teste quanto aos acertos e erros de cada estudante. No nosso caso dividimos a sala em três grupos de oito componentes. Essa estratégia de interação social entre os alunos tem como objetivo que entre eles sejam capazes de trocar informações, por meio da cooperação, da observação e operacionalização. Tendo como mediador dessa relação por meio da zona de desenvolvimento proximal e potencial o professor.

4- QUESTIONÁRIO PÓS -TESTE COMENTADO – GUIA PARA O PROFESSOR

Questão 1- Os instrumentos de medidas elétricas, como o próprio nome explica são aparelhos utilizados para medir as grandezas elétricas. Eles podem ser, analógicos ou digitais. Um instrumento de medida multifuncional que reúne a função de voltímetro, ohmímetro e amperímetro, são conhecidos como:

- (A) multímetro (B) Capacímetro (C) Termovisor
(D) Megômetro (E) Wattímetro

Além de detectar do aluno o conhecimento sobre o aparelho de medição o professor pode sugerir aos grupos formados que os meus comentei sobre as grandezas física que o aparelho pode aferir. Como já havia sido informado em nossa dissertação no tópico 2.7.8, o multímetro ele sendo analógico ou digital tem a função de efetuar diversas medições elétricas, ou seja, um único aparelho que incorpora vários instrumentos de medidas, como voltímetro, amperímetro e ohmímetro, de forma padrão. Sendo possível ainda através deste, outras funções a ser medida dependendo do modelo utilizado, como: capacímetro, frequencímetro, termômetro, entre outras funções (PIRONDI, 1980).

Questão 2 - De que depende o erro de medida associado a uma medição?

- (A) Apenas da qualidade do aparelho.
(B) Da qualidade do aparelho e do procedimento de medida.
(C) Da localização do aparelho no circuito.
(D) Do procedimento de medida.
(E) Do desgaste do aparelho.

O professor após colher do aluno informações desta questão dos alunos sobre os erros que podem ocorrer nas medições de unidades através do aparelho multímetro. Pode realizar comentários sobre os erros possíveis ao trabalhar com o multímetro, como: provocar curto circuito no aparelho associada a rede de elétrica que fornecerá alta amperagem no modo 10 A da chave seletora, quando os cabos de ponta de prova são associados em paralelo com os terminais da fonte de tensão. Cabral (2004) descreve que, os fatores determinantes que podem interferir na precisão das medições seriam alguns erros, como sistemático, aquele ocasionado pelo manuseio na operacionalização ou leitura dos dados e o erro aleatório.

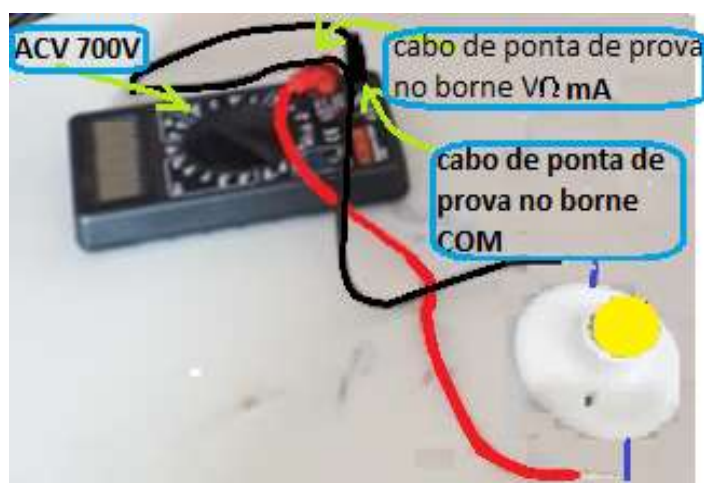
Questão 3 - A medida de tensão em um multímetro é obtida de forma correta, se ligarmos o mesmo da seguinte forma à rede elétrica:

- (A) Em Série
- (B) Em Paralelo
- (C) Em Antiparalelo
- (D) Em Anti-série
- (E) Em Linearidade

Além de solicitar do aluno o reconhecimento de como efetuar medições de diferença de potencial através do aparelho multímetro na função voltímetro o professor que é o sujeito mediador que poderá solicitar tarefas aos discentes quanto as possíveis posições da chave seletora na função e a localização dos cabos de medições nos bornes do aparelho. Além de certificar se estes seriam colocados em série ou em paralelo. Souza (2010) diz que o voltímetro é um aparelho de alta resistência, cuja sua configuração no interior do equipamento torna-o em série com um amperímetro que apresenta resistência menor. Sua unidade no SI de medição é graduada diretamente em volts.

Aqui temos um exemplo através da figura (6) de demonstração feita pelos alunos sem energizar o circuito, de como posicionar a chave seletora na função de medição de ddp (diferença de potencial) trabalhada juntamente durante a realização do nosso produto educacional.

Figura 6- Questão 3 demonstrativas de medição de tensão.



Fonte: Autoria própria

Questão 4 - Qual o instrumento de medida usado para medir apenas a tensão elétrica?

- (A) Multímetro.
- (B) Amperímetro
- (C) Voltímetro.
- (D) Potenciômetro
- (E) Escalímetro

A Questão 4, seria uma continuidade de sequência informativa a respeito dos nomes dos aparelhos de medição de grandezas escalares como neste caso o do voltímetro. Souza (2010) diz que o voltímetro é um aparelho constituído de uma alta resistência elétrica, associada em série com um amperímetro de resistência menor, cuja finalidade dessa resistência é dificultar a passagem da corrente elétrica por esse aparelho $i \sim 0$. Sua unidade já foi comentada na questão anterior é o volt.

Questão 5 - Qual o instrumento de medida usado para medir apenas corrente elétrica?

- (A) Amperímetro.
- (B) Ohmímetro.
- (C) Multímetro.
- (D) Potenciômetro
- (E) Escalímetro

O objetivo da questão 5 será detectar a posição correta nos procedimentos que os grupos teriam de medir corrente elétrica através do multímetro, caracterizando a função de amperímetro. Aqui o professor pode acrescentar atividades em paralelo como fizemos logo a seguir em que solicitamos que o aluno com o auxílio de uma lâmpada led possa aferir valores de corrente elétrica alternada, que incluirá as possíveis posições da chave seletora na função e a localização dos cabos de medições nos bornes do aparelho. Além de certificar se estes seriam colocados em série ou em paralelo. Halliday e Resnick (2016) mencionam que para que exista a passagem de corrente elétrica será necessária que os elétrons que atravessará dois pontos diferente de um condutor terão que possuir uma quantidade maior de fluxo de elétrons provocando a existência da corrente elétrica, comparado com outros elétrons que atravessam o sentido oposto do plano. Caso o circuito encontra-se em um mesmo potencial não haverá nenhuma força elétrica atuante sobre as cargas já que o campo elétrico resultante será nulo, conseqüentemente não existindo a corrente elétrica. A figura (7) mostra que a chave seletora se encontra posição amperímetro, cuja a escala deve ser ajustável para a melhor medição da corrente elétrica que dependerá do valor da potência da lâmpada, conforme especificações de

posição de cabos de ponta de prova já aqui mencionada na explicação do uso adequado do multímetro. Frisando, que sempre os cabos de pontas de provas devem-se ser colocados em série com o circuito elétrico para este tipo de medição.

Figura 7 - Pontas de provas associado em série para medição de corrente elétrica alternada de baixa escala.



Fonte: Autoria própria

Aqui será interessante o professor montar um pequeno circuito elétrico simples, composta por pequenos pedaços de fios flexíveis de espessura 2,5 vermelhos e 1,5 azul, em que suas extremidades devam ficar conectados nos polos do soquete/lâmpada um de cada cor e a outra extremidade conectados a um plugue macho. Por medidas de segurança divida o fio fase vermelho em dois pedaços e que nessa divisão acople uma chave de segurança (disjuntor).

Cabe o professor escolher o lado em que irá fazer mais uma divisão dos fios para instalar os cabos de pontas de prova do aparelho multímetro em série com o circuito. Daí o professor deve girar a chave seletora do multímetro na posição 10 A com o cabo vermelho na entrada de alta corrente elétrica (borne de 10 A). O professor deve conferir toda a instalação elétrica para e utilizar os EPI's aqui já mencionados. Em seguida conectar o plugue macho no plugue fêmeo da rede elétrica. Esse procedimento irá permitir o professor efetuar medições de corrente elétrica, no aparelho na função amperímetro. A figura (8) traz uma montagem de um circuito elétrico com o multímetro associado em série para posicionamento da chave seletora na função amperímetro.

Figura 8: Montagem de um circuito elétrico para medições de corrente alternada da rede elétrica.



Fonte: Autoria própria

Questão 6 - Uso do Amperímetro na posição CC (corrente contínua). Utilizando o multímetro, indique a posição da chave de medição das seguintes amperes:

- | | | |
|----------|------------|------------|
| a) 50 mA | b) 800 mA | c) 2,5 mA |
| d) 15 mA | e) 1000 mA | f) 1600 Ma |

Questão 7- Uso do Amperímetro posição CA (corrente alternada). Utilizando o multímetro, indique a posição da chave de medição das seguintes amperes:

- | | | |
|-----------|------------|-------------|
| a) 50 mA | b) 800 mA | c) 2,5 mA |
| d) 150 mA | e) 1000 mA | f) 16000 mA |

Nas questões 6 e 7, os objetivos seriam detectar as informações existentes de cada grupo a respeito da posição correta nos procedimentos de medir a corrente elétrica através do multímetro, levantando informações para ter ciência se realmente eles já possuíam sobre domínio das posições da chave seletora na escala amperímetro, incluindo qual seria a escala mais próxima ideal para evitar os erros de precisão na medição. Espera-se que os alunos coloquem para a questão 6 o cabo preto no conector *COM* (neutro/ terra) e o cabo vermelho no conector *VΩmA* no limite até 200mA para a chave seletora do giro *DCA*. Sendo possível determinar corrente alternada ou contínua até este limite de medição. Caso este limite supere 200 mA o cabo vermelho ganhar uma nova posição no borne de entrada de medição a posição 10 *ADC* e o cabo preto no conector *COM* (neutro/ terra). Sendo possível utilizá-lo para corrente contínua e corrente alternada. Onde a corrente máxima de medição seria de 10 A. Espera-se que na letra f, os alunos saibam diagnosticar que a corrente apresentada de 16000 mA ultrapassa o

valor limite do aparelho. Caso em uma situação prática real de alto risco ocorreria a queima do aparelho inclusive uma eventual descarga elétrica sobre o operador caso não estivesse utilizando os equipamentos de proteção individual.

Questão 8 -Qual o instrumento de medida usado para medir apenas resistência elétrica?

- a) Multímetro. b) Ohmímetro. c) Voltímetro.
d) Potenciômetro e) Termômetro

Nessa questão 8, os objetivos seriam detectar a posição correta nos procedimentos que cada grupo teria de detectar valores referentes a medições de resistências elétricas, caracterizando a função de ohmímetro. Com isso poderemos recolher informações sobre os grupos a respeito também do domínio das posições da chave seletora na escala ohmímetro. O multímetro na posição ohmímetro, sendo nesta função o único que precisa ser energizado pela fonte do próprio instrumento de medição (CARREIRA; FONSECA, 1997). E para tanto o circuito a ser medido nesta função deve-se estar desenergizado. Alimentado por uma corrente elétrica própria, ou seja, se encontre isolado de outros componentes do circuito.

Nesta prática o professor poderá acrescentar uma atividade, como fizemos em nosso produto educacional para que os alunos através da experimentação possam identificar a posição da chave seletora para medições de resistência elétrica medindo seus respectivos valores, conforme figura (9).

Figura 9 - Medição de resistência em um resistor elétrico.



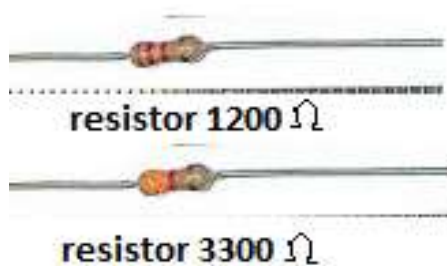
Fonte: autoria própria

Espera-se que na realização dessa atividade os alunos coloquem o cabo preto no conector COM (neutro/ terra) e o cabo vermelho no conector $V\Omega mA$, movendo a chave seletora para medições mais precisas para determinar os valores das resistências medidas. E na precisão da medição movendo a escala de 200Ω até $2000k\Omega$. Por exemplo, como efetuarmos em prática com os alunos se um resistor de 1200Ω for colocado entre os terminais, a chave seletora deverá ficar na marcação de 2000Ω , que dará uma informação mais precisa de medição. Lembrando! Na posição da chave seletora nunca devemos fazer valores de escalas de resistência com o circuito energizado.

Questão 9 - Uso do multímetro. Agora dois resistores serão apresentados no momento da prática. Solicite que eles identifiquem os valores das duas resistências com o auxílio do multímetro e com a identificação das cores. Confronte as duas respostas se existem semelhanças nos resultados encontrados com o multímetro e com a codificação das cores.

Para a questão 9 fizemos o uso dos seguintes materiais apresentamos dois resistores e o multímetro. A figura (10), mostra os resistores utilizados.

Figura10: Resistores usados na atividade experimental.



Fonte: Autoria própria

O objetivo desta questão seria aferir medições de resistências apresentadas ao grupo afim de verificar se eles possuíam cada vez mais noção sobre medição de resistência elétrica através do multímetro na função ohmímetro. Nesta tarefa o aplicador de posse de dois resistores poderá solicitar que os discentes efetuem leitura de códigos de cores para identificar valores de resistência e comparar com os resultados a serem extraídos da leitura por eles do multímetro. A figura (11), apresenta o momento em que registra o aluno em atividade de medição de resistência elétrica.

C). Calibrar o multímetro usando os conectores pretos e vermelhos no multímetro nas posições: preto no conector $V\Omega mA$ (tensão, resistência e continuidade) e o vermelho no conector 10A (tensão, resistência e continuidade).

D). Calibrar o multímetro usando os conectores pretos e vermelhos no multímetro nas posições: preto no conector 10A (tensão, resistência e continuidade) e o vermelho no conector $V\Omega mA$ (tensão, resistência e continuidade).

E). Calibrar o multímetro usando os conectores pretos e vermelhos no multímetro nas posições: preto no conector $V\Omega mA$ (tensão, resistência e continuidade) e o vermelho no conector COM (neutro/ terra).

Nessa questão fizemos somente o uso do multímetro.

O objetivo da questão 10 será de explorar de cada grupo em contato com o multímetro informação se eles possuem habilidades quanto ao uso da escala de medição apropriada quando não se conhece informações sobre o valor a ser medido ampliando cada vez mais o conhecimento sobre o aparelho para garantir resultados mais precisos das grandezas escalares físicas indispensáveis da eletrodinâmica (FOX LUX,2017). Como respostas para as questões 10 e 11, esperávamos que cada grupo respondesse questão 10: o mais alto valor possível e questão 11: A alternativa “A”.

Questão 12 - Uso do multímetro. Utilizando o multímetro, indique a posição da chave de medição das seguintes resistências:

- | | | |
|----------------|----------------|-----------------|
| a) 50Ω | b) 880Ω | c) $2,5k\Omega$ |
| d) $10k\Omega$ | e) $5,6\Omega$ | f) $100k\Omega$ |

O objetivo aqui seria prosseguir o aprendizado sobre ohmímetro no qual os grupos tinham conhecimentos sobre o uso do multímetro na aplicação de situações que envolvessem medidas de resistência elétrica e sua escala mais precisa de informação sobre os respectivos valores apresentados nos itens a,b,c,d,e e f.

Questão 13 - Para aferir medição da tensão aos terminais de uma resistência elétrica, de que modo apropriado se deverá colocar o aparelho de medição?

- (A) Em série com a resistência.
- (B) Em paralelo com a resistência.
- (C) Aos terminais da fonte de alimentação.

(D) Do procedimento de medida.

(E) Do desgaste do aparelho.

O objetivo nesta tarefa será o conhecimento do uso do multímetro na função ohmímetro. A resposta a ser alcançada será a letra B e que deva ainda mencionar aos grupos que para esta grandeza nunca se medir resistência no ohmímetro com o circuito energizado. Podendo o professor fazer o uso de práticas como a que foi utilizada em nossa aplicação do produto educacional.

Aqui utilizou-se de resistência elétrica de valor 1200Ω que pode ser aferido pelo multiteste na função ohmímetro, na escala de 2000Ω e pequeno fio elétrico condutor de $2,5\text{mm}$ de diâmetro e 15cm de comprimento. Este último em que testará os conhecimentos do aluno sobre a 2ª lei de Ohm., já que o multiteste não será capaz de aferir valores de resistência tão baixa como a das dimensões do fio mencionado. As figuras (12), apresenta o momento em que o aluno praticava tentativas de medição de resistência elétrica em um pedaço de fio condutor.

Figura 12: Aluno demonstrando como aferir medição de resistência elétrica de um fio condutor.



Fonte: Autoria própria

Para este exemplo o aluno utilizou meio da medição o multiteste colocou a escala 200Ω da chave seletora e efetuou as medições. Na equação física para chegar ao valor da resistência ele necessitaria da equação conhecida no ensino médio por “2ª lei de ohm”. Halliday e Resnick (2016), descreve para um fio condutor de comprimento L e de seção transversal uniforme A , a resistência elétrica é:

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (1.0)$$

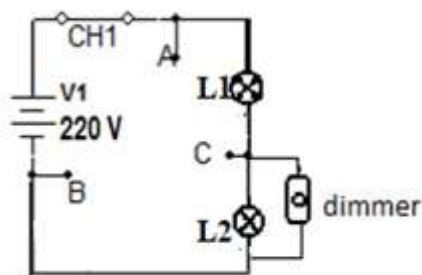
E que $\rho = \frac{1}{\sigma}$, representa a resistividade do material. Que será inversamente proporcional a condutividade elétrica do material σ . Como o material do fio é o cobre necessitaremos dos dados da resistividade elétrica do cobre que é $\rho = 1,72 \times 10^{-8} \Omega.m$. Do ponto de vista da criticidade das resposta espera-se que os alunos sejam capaz de frisar que pelo tamanho do fio apresentado o aparelho de medição não conseguirá aferir as medições esperadas, já que o multiteste possui seus limites de, medição. Precisando assim recorrer as equações das leis de ohm.

Questão 14 - Para aferir medição da corrente que circula por uma resistência elétrica, de que modo apropriado se deverá colocar o aparelho de medição?

- (A). Em série com a resistência.
- (B). Em paralelo com a resistência.
- (C). Aos terminais da fonte de alimentação.
- (D). Do procedimento de medida.
- (E). Do desgaste do aparelho.

O material utilizado nesta foi somente o multímetro, no qual necessitaria que os alunos dos grupos formados colocassem a chave seletora nas posições possíveis de medições de corrente elétrica com relação a uma resistência elétrica. A resposta precisa para esta questão para evitar qualquer forma de danificação do equipamento de medição seria em série com a resistência.

Questão 15 - Uso do Multímetro. Monte os circuitos mostrados na figura a seguir, mostrando o seu valor total. Sendo que utilizaremos duas lâmpadas de potência 15W cada, no qual representará as resistências R1 e R2. Nesta atividade solicitar que os desconsidere como resistência a fiação do circuito elétrico com resistência para simplificação dos cálculos matemáticos da associação.



Considere inicialmente a chave fechada e efetue as medições com o auxílio de um multímetro de:

- Resistência em L_1 e L_2 ;
- ddp entre os pontos AB , BC e AC
- corrente elétrica em L_1 e L_2 ;
- Retire somente a resistência L_1 e informe o que observaram no circuito;
- Retire agora somente a resistência L_2 e informe o que observaram no circuito;
- Mantenha a chave CHI aberta com todas resistências repostas em seus lugares e efetue todas as medições dos quesitos anteriores **a**, **b** e **c**;
- Modifique o valor da resistência da lâmpada 2 com o auxílio do controlador de tensão e verifique o que foi observado e faça anotações quanto a resistência, tensão e a corrente elétrica.

Os objetivos desta atividade seriam de trabalhar os conceitos relacionados à 1ª Lei de Ohm, compreensão de um circuito elétrico com associação de resistência, corrente e tensão elétrica, através de um circuito elétrico. Embora que, seja exigido do aluno que estabeleça os conhecimentos prévios já construídos de que as lâmpadas incandescentes possuem resistência constituída de material semicondutor. Material este cuja resistência elétrica variará quando ocorrer variações de tensão podendo sofrer alterações em suas dimensões (YOUNG; FREEDMAN,2006). Para cada ponto utilizaremos a 1ª lei de Ohm.

$$R = \frac{V}{i}. \quad (1.1)$$

R representa a resistência do resistor cuja unidade no SI é ohm (Ω). V representa a diferença de potencial entre os pontos (volts), por último i que indica a intensidade da corrente elétrica que atravessa os terminais entre os dois pontos do resistor (ampère).

A partir desta questão 15 disponibilizamos outros materiais para a montagem do circuito elétrico, como: chave de fenda, alicate, controlador de potência para regular a intensidade da

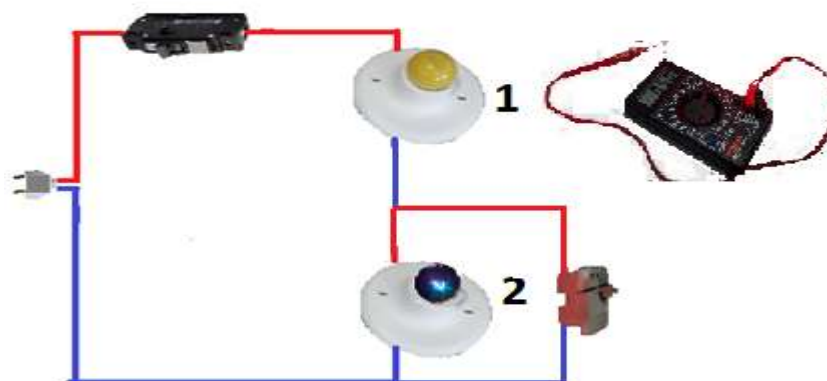
iluminação de uma das lâmpadas, dois soquetes, duas lâmpadas, disjuntor de proteção de segurança a ser instalado no fio fase (fio vermelho), plug macho a ser conectados aos fios do circuito elétrico para serem alimentados pela rede elétrica de 220 V, fio elétrico flexível 12 metros (cores vermelho e azul) para serem distribuídos aos três grupos formados, fita isolante e o próprio multímetro completando a lista de materiais para montagem da prática e sua realização. Quanto o modelo já na questão 15 a serem montados pelo próprio aluno. Foi um método para que ajudassem a eles compreenderem melhor um circuito elétrico simples. As figuras (13) e (14), apresentam em ordem a lista dos materiais usadas na questão 15 e seu esquema de montagem do circuito elétrico.

Figura 13: Lista de materiais a serem usados na atividade prática da questão 15.



Fonte: Autoria própria

Figura 14: Esquema para montagem da questão 15



Fonte: Autoria própria

O circuito apresentado pela figura, mostra um circuito elétrico simples será alimentada por uma fonte de tensão local de 220 V. Caso esta atividade seja realizada em regiões de tensão de 127 V será preciso substituir as lâmpadas de 220 V por lâmpadas de 127 V, nesta prática necessitará de duas lâmpadas incandescentes 1 e 2 de cores diferentes, com um controlador de potência, que permitirá controlar a corrente elétrica sobre a lâmpada 2, através do regulador. Com relação esse controlador (dimmer) iremos nos limitar a não aprofundar o seu estudo da parte interna deste dispositivo. No (MUNDO DA ELÉTRICA, 2020) explica que o dimmer (controladores de potência), do modelo mais antigos usam basicamente a lei de Ohm para explicar o seu funcionamento, que em sua parte principal, constitui-se de um resistor ajustável. Os mais modernos não desviam a carga por esse material resistivo, eles ligam e desligam (chaveamento) do circuito controlando o fluxo de energia. Permitindo ser mais eficiente com perdas insignificantes de energia elétrica ao contrário já que não são possuidores de dispositivos sólido para controlar sua resistência, como exemplo os reostatos. Nessa atividade de número 15 utilizamos um dimmer moderno (potenciômetros digitais).

Outro disposto utilizado foi o disjuntor, conhecida por muitos como chave de segurança. Cujas funcionalidade deste é servir como uma chave de desarme automático para corrente elétrica de pico. No (MUNDO DA ELÉTRICA, 2020). Além de plug macho, conectados a fios flexíveis de numeração 2,5 mm com cores vermelho (fase ou maior potencial elétrico) e azul (neutro ou menor potencial elétrico) para cada parte do circuito, soquetes que acoplaram as lâmpadas incandescentes.

Inicialmente nesta questão utilizamos lâmpadas incandescentes e de mesma potência, com cores diversificada variando suas resistências de acordo com o brilho das frequências destas que eram completadas devidas suas cores com pigmentação sólida nas superfícies destas lâmpadas. Nesta instalação elétrica utilizamos duas lâmpadas de 15W cada, sendo que uma delas se encontrava associada a um dimmer (variante de tensão) que por sua vez controlaria a corrente elétrica atravessada por esta segunda lâmpada incandescente. Alterando também no circuito elétrica as ddp entre os terminais de cada lâmpada e a resistência total da associação. Neste exemplo tinham um circuito elétrico do tipo de associação mista já que o dimmer apresentava em paralelo a segunda lâmpada e em série o conjunto dimmer e lâmpada 2 com relação estas a lâmpada 1.

Caso retirássemos o dimmer ou desligássemos teríamos uma associação em série de duas lâmpadas e a tensão fornecida ao circuito seriam distribuídas entre elas, com valores

próximos a 110 V em cada terminal. E a corrente passaria ser idêntica entre elas, ou seja, a mesma entre ambas $i_1 = i_2$.

E quanto a resistência total no circuito seria a somatória de todas as resistências das lâmpadas envolvidas.

Sanado este problema inicial os alunos começaram a montar o experimento fazendo o uso dos materiais apresentados e responder as questões sugeridas e alguns questionamentos que o professor ache no momento da execução pertinentes.

O que os alunos precisavam saber desta tarefa seriam: o conhecimento sobre circuito elétrico como montá-lo, saber posicionar o multímetro de forma correta para cada medição solicitada nas posições de resistência, ddp, corrente elétrica, associação em série em um circuito e fazer o reconhecimento desses valores medidos.

Outro tema que podem ser explorados utilizando a criticidade e a interconexão dos conteúdos e conhecimento existentes da eletricidade seria o efeito Joule em materiais elétricos, potência elétrica, entre outros temas que podem ser explorados nessas atividades experimentais.

Efeito Joule ou efeito térmico, ocorre quando inúmeros choques dos elétrons em um condutor quando percorrido pela corrente elétrica, decorrendo maior intensidade da vibração e consequentemente maior temperatura. Podemos observar este acontecimento com aquecimento do condutor. Muito comum de se observar este efeito térmico, são os equipamentos de aquecimento, como: torradeira elétrica, chuveiro elétrico, ou até mesmo na própria corrente elétrica de curto circuito de um condutor, que requer maiores cuidados, pois com o aquecimento do condutor poderá em sua maioria das vezes provocar o derretimento do condutor (fusão), atingindo as camadas protetoras de isolamento elétrico. (HALLIDAY; RESNICK, 2012).

Para a potência elétrica dissipada no circuito em cada lâmpada pode ser determinada aplicando a 1ª lei de ohm para a resistência podemos seguir ainda com a eq.

$$P = i^2 R = V^2 / R. \quad (1.2)$$

Para a letra “a” necessita que cada grupo saiba manusear o multímetro na posição ohmímetro ou mesmo em outras unidades de medição mensuráveis no aparelho aplicando a relação da 1ª lei de ohm para determinar o valor solicitado. A figura (15) traz o modelo com efetuar medição de resistência elétrica nas lâmpadas.

Figura 15: Chave seletora na função ohmímetro e na escala 2000Ω.



Fonte: Autoria própria

A letra “b” que para a ddp entre os pontos AB, BC e AC, os grupos coloque primeiramente os cabos das pontas de prova nos pontos em sequência: cabo vermelho na posição VΩmA e cabo preto na posição COM, com o multímetro na função voltímetro e escala DCA (tensão alternada) de 700V efetuando assim as devidas medições.

Para efetuar as medições das ddp em cada ponto dependeremos da chave reguladora controlador de potência, que se trata de um dimmer do modelo moderno sem que a carga seja desviada por material resistivo, eles ligam e desligam (chaveamento) do circuito controlando o fluxo de energia, sem que haja as perdas de energia significantes, como ocorre nos reostatos. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2020).

Toda as respostas para as ddp irão depender do posicionamento dessa chave controladora de potência dimmer. Com exceção da ddp entre os pontos AB, já que esta limita-se entre todas as lâmpadas incandescentes presentes no circuito. O valor esperado está entre 198V até 242V, respeitando a margem de tolerância para a tensão da rede local de nossa região de 220V. Outra observação a ser anotada que se tratando de tensão alternada os valores registrados no multímetro oscilará com frequência devido a tensão ser alternada.

Como resposta observará que as ddp entre os pontos AB será de aproximadamente 110V, sendo permitida uma oscilação de 10% para mais ou para menos de efeitos. Os equipamentos já são fabricados para suportar essa variação de tensão permitida (ANEEL, 2001). A maioria dos equipamentos eletrônicos são do tipo bivolts. Para localizar basta ler as especificações no próprio aparelho ou embalagens dos produtos.

Assim como na ddp entre os pontos AB, as ddp entre BC e AC serão determinadas com os mesmos procedimentos adotados anteriormente.

A letra “c”, necessitamos do multímetro para efetuar a medição da corrente elétrica. A os cabos de pontas de prova continuaram nas mesmas posições usadas pela letra “a”, mas a posição da chave seletora mudará para amperímetro, na escala 20mA. O valor a ser achado dependerá muito da posição da chave controladora de potência (variante de tensão). (HALLIDAY; RESNICK, 2016) explica que um ponto de um nó pela regra dos nós a corrente que chega em seu ponto de entrada desse nó é igual a soma das correntes que saem do nó, e que existindo resistência pelo caminho a corrente elétrica será distribuída inversamente proporcional as resistências elétricas presente no condutor.

$$i = i_1 + i_2. \quad (1.3)$$

A letra “d” ao retirar a lâmpada L1 a resistência do circuito cairá. Pois tínhamos um tipo de associação de resistência em série, em que a resistência final seria a somatória de todas as resistências presentes no circuito.

$$R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j. \quad (1.4)$$

Fazendo o uso da 1ª lei de Ohm, será constatado que a corrente elétrica elétrica sobre a lâmpada 2 aumentará ao retirar a lâmpada L1, salientando que o controlador de potência permanece no local. A letra “e” mostrará que ao retirar L2 o brilho na lâmpada L1 será maior comparada com o item letra”d” já que retira-se o L1 e deixa o controlador de potência desligado.

A letra”f” se a chave disjuntor for desligado o circuito ficará em aberto não existindo fluxo de corrente elétrica sobre as lâmpadas. A letra “g” para responder temos que mexer no variante de tensão (controlador de potência) moderno ou mesmo potenciômetro digital, no qual este aparelho será instalado em série com o circuito elétrico se a resistência da variante de tensão fosse ligado e estivesse com resistência mínima a corrente i_1 em L₁ seria a máxima (maior brilho na lâmpada) e $i_2 \sim 0$ em L₂, devido a baixa resistência na variante fazendo a corrente basicamente total escoar somente por uma composição eletrônica que fará a corrente elétrica desviasse paralelamente no interior do dimmer. Se a resistência da variante de tensão aumentasse a corrente i_1 diminuía (decaimento do brilho em L₁) e o brilho em L₂ aumentava. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2020).

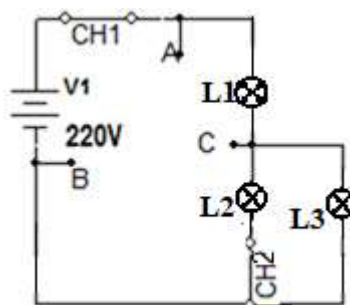
Observação a ser colocada quanto ao dimmer é que a corrente elétrica que passará por ele não pode ultrapassar ao seu limite máximo. Sua eficiência faz com que as perdas no controle

sejam muito pequenas como as dos circuitos equivalentes que não usam dispositivos de estado sólido, como exemplo os reostatos. (MUNDO DA ELETRICA, 2020).

Em se tratando nas medições de ddp's entre os terminais das resistência e variante de tensão os procedimentos realizados por todos os grupos foram idênticos, mantendo, posicionando a chave seletora na escala correta e efetuando as medições. A quem aplicar esta prática com o manuseio do dimmer também notará que se desligar a variante de tensão as tensões estarão um bem próxima a outra em L_1 e L_2 e a corrente elétrica seria a mesma já que as lâmpadas estavam associadas em série.

Questão 16 - Uso do Multímetro. Repetindo os mesmos procedimentos anteriores com as mesmas lâmpadas de potência 15W, sendo acrescentado mais uma lâmpada com as mesmas especificações das demais no circuito de acordo com a figura seguinte.

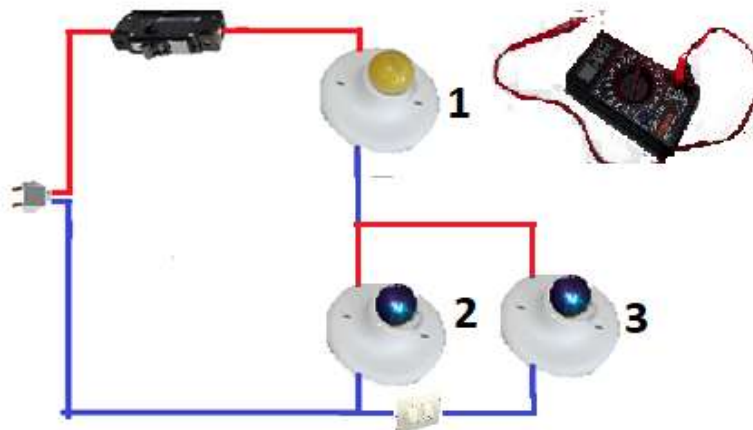
Observações: Nesta atividade solicitar que os alunos desconsiderem a resistência da fiação do circuito elétrico para simplificação dos cálculos matemáticos da associação.



- Resistência em L_1 e L_2
- ddp entre os pontos AB, BC e AC
- corrente elétrica em L_1 , L_2 e L_3
- retire somente a lâmpada L_1 e informe o que observaram no circuito;
- retire agora somente a lâmpada L_2 e informe o que observaram no circuito;
- mantenha somente a chave CH1 aberta com todas resistências repostas em seus lugares e efetue todas as medições dos quesitos anteriores **a,b e c**;
- mantenha somente a chave CH2 aberta com todas resistências repostas em seus lugares e efetue todas as medições dos quesitos anteriores **a,b e c**.
- com a chave aberta CH2 teste com o multímetro se há continuidade do ponto A ao ponto B do circuito.

A figura (16), traz a montagem do circuito elétrico da questão 16.

Figura 16: Esquema para montagem da questão 16



Fonte: Autoria própria

Nessa questão de número 16 os alunos foram postos para montar também o circuito sugerido na figura, este também alimentado pela tensão que pode ser de $\sim 127\text{V}$ e $\sim 220\text{V}$. Temos nesta atividade experimental uma associação mista, pois as lâmpadas 2 e 3 estão configuradas em sua montagem em paralelo e as duas com relação a lâmpada 1 está em série. O que pretendemos nesta seriam: o conhecimento sobre circuito elétrico como montá-lo, o posicionamento do multímetro de forma correta a cada medição.

O método esperado para as respostas seria para letra “a” os grupos poderiam aferir medições diretamente através do multímetro com chave seletora na posição ohmímetro escala 2000Ω , com cabos vermelho no borne do aparelho $V\Omega mA$ e cabo preto no borne COM, colocando as pontas de medições entre os polos da lâmpada desconectada do circuito elétrico.

Outra forma de medir seria determinando as tensões elétricas sobre cada lâmpada e a corrente elétrica nos pontos situadas próximos a lâmpada. Em seguida efetuando cálculo utilizando a 1 lei de ohm.

A letra “b” a maneira mais comum de se medir tensão elétrica seria colocando o multímetro paralelo aos terminais de cada lâmpada com escala DCA de 700V , com cabos conectados em sequência: vermelho no borne $V\Omega mA$ e preto no borne COM, colocando as pontas de medições entre os terminais de cada lâmpada com o circuito elétrico ligado.

E quanto a ddp entre os terminais das lâmpadas irá depender diretamente do tipo de associação que está sendo feita. Aqui L2 e L3 estão em paralelo, conseqüentemente suas

resistências em ambas diminuirá. (HALLIDAY; RESNICK,2016), descreve a equação de uma associação em paralelo de resistências como sendo:

$$\sum_{j=1}^n 1/R_j \quad (1.5)$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (1.6)$$

R_1 , R_2 e R_3 representam as resistências sequenciais das lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 .

E que L_2 e L_3 com relação a L_1 estão em série. Consequentemente as resistências finais serão:

$$: \quad R' = R_1 + R_{eq}. \quad (1.7)$$

Aplicando a 1ª lei de ohm eq. (01) para resistência elétrica em cada ponto entre os terminais das lâmpadas incandescentes teremos:

$$V_1 = R_1 \times I_1 \text{ e para } V_2 = V_3 = R_{eq} \times I_{12}. \quad (1.8)$$

Como $I_1 = I_2 + I_3$, teremos uma ddp maior em V_1 e uma ddp menor em $V_2, 3$.

E valer dizer que a ddp entre os terminais $V_2 = V_3$, por estarem em paralelo.

A letra “c” o multímetro deve ser associado em série aos terminais de cada lâmpada com chave seletora na posição amperímetro escala 20mA, com cabos vermelho no borne do aparelho $V\Omega mA$ e cabo preto no borne COM, colocando as pontas de medições entre os terminais de cada lâmpada com o circuito elétrico ligado.

(NUSSENZVEIG,1997), dar de forma detalhada a distribuição dessa corrente utilizando-se da lei dos nós, justificando que a corrente de entrada sempre será equivalente a corrente de saída.

$$\sum_{k=1}^N i_k = 0, \quad (1.9)$$

$$I_1 + I_2 = I_3. \quad (2.0)$$

A letra “d” o aluno terá que modificar o circuito elétrico retirando a lâmpada 1 deixando somente as lâmpadas 2 e 3, que ficarão agora em paralelo. O aluno através das novas medições poderá efetuar novas medidas de tensão e corrente elétrica sobre as lâmpadas. O aluno verificará que as tensões sobre as lâmpadas 2 e 3 aumentaram e a corrente elétrica também aumentará. A resistência total do circuito elétrico decairá. Aplicando sempre a 1ª lei de Ohm.

Retirando a lâmpada L1, passaremos a ter uma associação em paralelo entre estas. Para a resistência aplicamos a equação (04)

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad (2.1)$$

Na associação a resistência diminuirá, o brilho aumentará e ddp entre os terminais das lâmpadas será a da tensão fornecida ao circuito elétrico $V_2=V_3$. A letra “e” o aluno terá que modificar o circuito elétrico retirando a lâmpada 2 deixando somente as lâmpadas 1 e 3, que ficarão agora em série. O aluno através das novas medições poderá efetuar novas medidas de tensão e corrente elétrica sobre as lâmpadas. Os resultados esperados é que as tensões não se alterem entre L1 e L3, mas que a corrente elétrica decaia de valor, já que a resistência total do circuito irá aumentar.

A letra “f” o aluno terá que desligar o disjuntor CH1 como a primeira porta da passagem da corrente elétrica em um componente elétrico além do fio claro. Aqui o circuito todo ficará em aberto, pois não terá como a corrente atravessar todo o circuito elétrico já que não existe uma ddp.

A letra “g” o aluno terá que constar que ao abrir o interruptor CH2 impedirá daquela linha onde está L2 chegue até o ponto B do circuito do circuito. O aluno através das novas medições poderá efetuar novas medidas de tensão e corrente elétrica sobre as lâmpadas. Os resultados esperados é que as tensões não se alterem entre L1 e L3, mas que a corrente elétrica decaia de valor, já que a resistência total do circuito irá aumentar.

$$R_{eq} = R_1 + R_3, \quad (2.2)$$

Essa extensão de resistores nos dá a seguinte equação:

$$R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j, \quad (2.3)$$

E ddp entre os terminais desse geradores podem ser expressa pela equação:

$$V_S = V_1 + V_3, \quad (2.4)$$

$$i = i_1 = i_3 = i_n, \quad (2.5)$$

$$P_1 = R_1 i_1^2 \text{ e } P_3 = R_3 i_3^2 \quad (2.6)$$

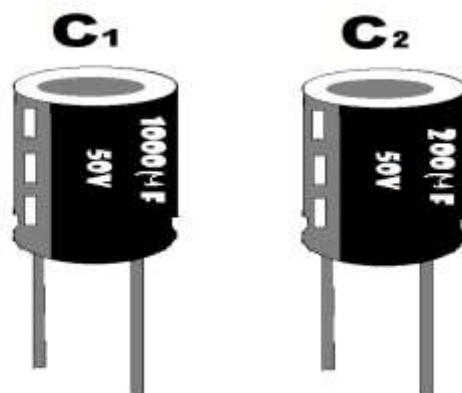
A letra “h” ainda com a chave CH2 em aberto o aluno verificará colocando o multímetro na posição continuidade na chave seletora colocando as pontas de prova de teste entre os terminais identificados com **a** e **b**, que mesmo a chave desligada em CH2 a corrente chegará até o ponto B. Existindo assim continuidade já que as lâmpadas 1 e 3 continuam em série a partir daquele momento.

Questão 17 Uso do Multímetro

Sob orientação e acompanhamento do professor que tenha domínio da base da eletricidade residencial na prática, que procedimento você aluno adotaria para identificar com sucesso os dois fios a qual se pretende conhecer utilizando o multímetro como ferramenta para identificação do fio fase e do fio neutro de uma tomada em uma rede elétrica? Com base nos seus conhecimentos existentes sobre eletricidade tente resolver este problema prático do cotidiano da eletricidade física.

Comentário do resultado da atividade 17

Questão 18 – São apresentados dois capacitores conforme figura abaixo. Por meio da leitura da identificação dos dados nominais no próprio capacitor determine para cada um deles os valores:



Fonte: Autoria Própria

c) A ddp nos capacitores 1 e 2;

d) A capacitância em C_1 e em C_2 .

Os materiais utilizados para esta questão foram o multímetro e dois capacitores apresentado este último na figura (17).

Figura 17: Capacitores utilizados na questão 18



Fonte: Autoria própria

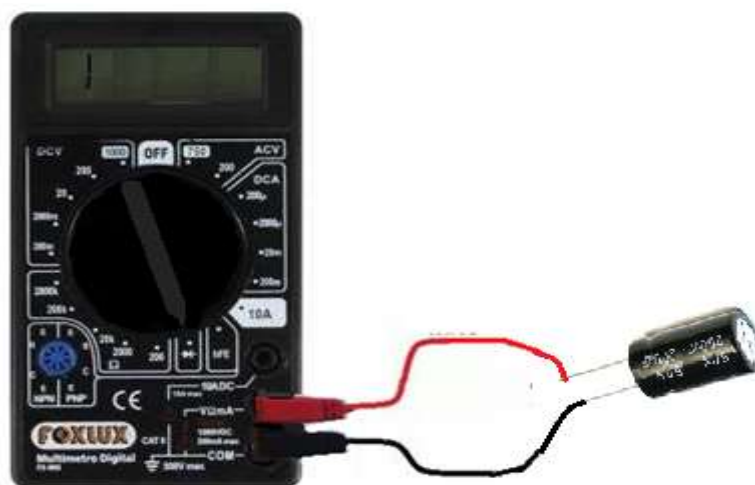
O objetivo para esta questão seria de certificar se cada grupo formado detinha os conhecimentos sobre a ddp (diferença de potencial elétrico) entre os terminais de um capacitor, e a forma de operacionalizar o aparelho multímetro para com esta medição. Além de identificar através da observação nos próprios capacitores os valores nominais de capacitância dos mesmos já que o multímetro não possuía a função de capacitímetro. Como já foi definido no material da dissertação o capacitor trata-se de um componente elétrico que tem a função de armazenar energia potencial elétrica durante um intervalo de tempo. (NUSSENZVEIG, 1997).

Questão 19 -Uso do Multímetro.

Fazendo o uso do multímetro determine se os capacitores apresentados fornecem continuidade ou não entre os seus terminais:

A figura (18), mostra como os professores e alunos devem procederem para a medição de continuidade.

Figura 18: Multímetro na função continuidade para identificar se este está em curto ou não.



Fonte: Autoria própria

A figura (18) representa a resposta possível da prática com relação à continuidade do capacitor. Os alunos terão que ajustar o multímetro na chave seletora na função continuidade/diodo representada pelo símbolo $\rightarrow|$, em que o cabo preto ao lado do terreno do capacitor e o cabo vermelho para o outro lado (positivo do capacitor). Caso existisse a continuidade os alunos ouviram um bipe longo, indicando que o capacitor está em curto, caso contrário ele possui funcionalidade.

Já no caso de fios elétricos e resistores será o contrário. Se estes emitir sinal sonoro significa que ambos estão rompidos o caminho entre seus terminais.

5 -REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA). Resolução nº 505, de 26 de novembro de 2001. Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as disposições relativas à conformidade dos níveis de tensão de energia elétrica. Art. 2, inciso VIII, Brasil, 2001. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410**: Outros componentes: Serviços de segurança. Instalações elétricas de baixa tensão: Manutenção. 2004. 209 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS): Portaria MTPS n.º 508: **NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Brasília, 29 abr. 2016. 14 p. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=319865>. Acesso em: 12 jun. 2019.

CABRAL, Paulo. **Erros e incertezas nas medições**. Senhora da Hora; Porto. Jul. 2004. Instituto Electrotécnico Português Laboratório de Metrologia e Ensaios (IEP). Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). 116 p.

CARREIRA, Rita; FONSECA, Pedro. Sebenta Multimédia. Análise de Currículo Eletrônico. **Ohmímetro**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/eng04030/Aulas/teoria/capa.htm>. Acesso em 02 fev. 2019.

FOX LUX. Multímetro digital FX MD. **Manual do usuário**. 2017, 8 p.

HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK Robert. **Fundamentos de Física. Eletromagnetismo**. 10ª ed. Rio de Janeiro. Editora LTC. 2016, 1332 p.

HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK Robert. **Fundamentos de Física. Volume 3**. 9ª ed. São Paulo. Editora LTC. 2012, 312 p.

MEDEIROS, Renato. **Tabela de código de cores e medidas da resistência**. Apostila de laboratório de física III. Curso Licenciatura em Física. Universidade Estadual de Goiás (UEG). Anápolis, 2018. 52 p.

MUNDO DA ELÉTRICA. Como funciona um dimmer. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-um-dimmer/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

MUNDO DA ELÉTRICA. Como funciona os disjuntores. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funcionam-os-disjuntores/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica 3 Eletromagnetismo**. 1 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1997, 323 p.

PIRONDI, Paulo G. Multímetro barato para experiências de eletricidade. **Sociedade Brasileira de Física**, São Paulo, 1980. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol02a24.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

QUARTO, Cícero. **Vygotsky e a Teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)**. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), 2014. Disponível: <https://pt.slideshare.net/profciceroquarto/vygotsky-e-azdp>. Acesso em: 01 mai 2020.

SOUZA, Giovani Batista de. **Medidas Elétricas**. Araranguá, 2010. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. 82 p.

VIGOTSKII, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex N. Tradução de: VILLALOBOS, .Maria da Pena. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 11ª edição, São Paulo. Editora ícone.2010, 234p.