



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

**O ENSINO DE FÍSICA BASEADO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE  
BAIXA TENSÃO COM FOCO NO NOVO ENSINO MÉDIO**

**ALVARO CESAR DOS SANTOS OLIVEIRA**

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

Orientador: Prof. Dr. Bruno Wallacy Martins.

Marabá – Pará

2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará**  
**Biblioteca Setorial Campus do Tauarizinho**

---

O48e Oliveira, Álvaro Cesar dos Santos  
O ensino de Física baseado em instalações elétricas de baixa tensão com foco no novo ensino médio / Álvaro Cesar dos Santos Oliveira. — 2022.  
113 f. : il. color.

Orientador(a): Bruno Wallacy Martins.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Marabá, 2022.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Eletricidade. 3. Ensino médio atual. I. Martins, Bruno Wallacy, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 530.07

---


Elaborado por Renata Souza – CRB-2/1586

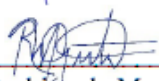


SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA


ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata da apresentação e defesa de dissertação de Mestrado intitulada: “O ENSINO DE FÍSICA BASEADO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO COM FOCO NO NOVO ENSINO MÉDIO” para concessão do grau de Mestre em Ensino de Física, realizada às 15:08 horas do dia 07 de junho de 2022, de forma remota, via *Google Meet*, link da defesa: <https://meet.google.com/fzd-nqwa-zsh>. A dissertação foi apresentada durante 45 minutos pelo mestrando: Alvaro Cesar dos Santos Oliveira, diante da banca examinadora aprovada pela Sociedade Brasileira de Física, assim constituída, membros: Prof. Dr. Bruno Wallacy Martins Lima (Orientador/Presidente), Prof. Dr. Rodrigo do Monte Gester (Membro Interno) e Prof. Dr. Rubens Silva (Membro Externo). Em seguida, o mestrando foi submetido à arguição, tendo demonstrado suficiência de conhecimento no tema objeto da dissertação, havendo à banca examinadora decidido pela Aprovação da dissertação. Para constar, foram lavrados os termos da presente ata, que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e do mestrando.

  
Prof. Dr. Bruno Wallacy Martins Lima  
(UFPA – Orientador/Presidente)

  
Prof. Dr. Rodrigo do Monte Gester  
(UNIFESSPA – Membro Interno)

Documento assinado digitalmente

 RUBENS SILVA  
Data: 07/06/2022 16:51:32-0300  
Verifique em <https://verificador.ig.br>

Prof. Dr. Rubens Silva  
(UFPA - Membro Externo)

  
Alvaro Cesar dos Santos Oliveira (Mestrando)

Dedico esta dissertação, primeiramente, a meu Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, meu refrigerio, socorro presente na hora da angústia, às minhas filhas, Alice e Ana, meus irmãos e meus pais, Edson e Francilene.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus que possibilitou eu caminhar até aqui.

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

Este trabalho contém o produto educacional que é fruto da Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF, promovido pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – Unifesspa.

Sob a tutela e orientação do professor Dr. Bruno Wallacy Martins, da UFPA, que é professor colaborador na Unifesspa no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física, o qual sou muito grato por toda a parceria, amizade e ajuda neste projeto.

Aos meus pais (Edson e Francilene) e meus irmãos (Edson Jr, Bruno e Francieleno).

À SBF – Sociedade Brasileira de Física, por me oportunizar em realizar um Mestrado em Ensino em nosso estado.

Aos meus amigos e companheiros de mestrado Cláudio, Midian, Vagno, Luciana, Dani e Ermeson por toda a amizade e partilha nesse período. Em especial, ao Anderson por toda ajuda na reta final da escrita deste trabalho.

A todos os docentes que fazem parte do curso de Mestrado em Ensino de Física da Unifesspa e a equipe da secretária acadêmica, o meu muito obrigado a vocês.

A toda a comunidade escolar da Escola Estadual de Ensino Médio Professora Osvaldina Muniz, Cametá – PA, pela participação na implementação da pesquisa e do produto educacional ora proposto, em particular a professora Gracilene Caldas.

Em especial, as minhas filhas Alice e Ana por quem luto e lutarei sempre.

E a todos que ajudaram até mesmo indiretamente neste projeto.

O meu muito obrigado a todos.

É necessário ter o caos dentro de si para gerar uma estrela.

**Friedrich Nietzsche**

## RESUMO

OLIVEIRA, Alvaro Cesar dos Santos. **O Ensino de Física baseado em instalações elétricas de Baixa Tensão no Novo Ensino Médio**. 2022. 183 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA, Marabá, Pará, Brasil. 2022.

A física acaba sendo um desafio no aprendizado da maior parcela dos estudantes, somado a isso, a redução histórica das aulas e a possível baixa taxa de alunos que optarão por cursos que envolvam a física no cenário da reformulação do ensino básico. Pensando em contornar essa problemática, o presente trabalho propõe uma sequência didática para o ensino de eletrodinâmica baseada em uma residência elétrica de baixa tensão (127 V ou 220 V). Essa proposta simpatiza com o Novo Ensino Médio, o qual almeja o aluno protagonista do seu aprendizado, participando das escolhas do seu processo formativo. Baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, o estudante aprende partido de conhecimentos já existentes em sua estrutura cônica, realizando novas experiências e ressignificando os seus conhecimentos. A pesquisa possibilita ao professor trabalhar a formação básica do aluno, já presente na grade curricular, com formação do trabalho, abordando tópicos presentes na formação técnica de um curso de eletricista predial, trazendo o aprendizado para a vida. Podendo ser empregada no curso de eletrodinâmica, a fim de ensinar os alunos dentro da proposição da formação básica, do currículo flexível compondo a criação de um itinerário formativo ou de maneira isolada para metodologias específicas como em uma feira de ciência. Ao ser implementada, mesmo com as peculiaridades do período pandêmico, se mostrou muito promissora como alternativa de estratégia de ensino para a rede básica de ensino.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física, Eletricidade, Novo Ensino Médio.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Alvaro Cesar dos Santos. **The Teaching of Physics based on Low Voltage electrical installations in the New High School**. 2022. 183 p. Dissertation (Professional Master's in Physics Teaching) – Federal University of the South and Southeast of Pará – UNIFESSPA, Marabá, Pará, Brazil. 2022.

Physics ends up being a learning challenge for the majority of students, in addition to the historical reduction of classes and the possible low rate of students who will opt for courses that involve physics in the scenario of reformulation of basic education. Thinking about getting around this problem, the present work proposes a didactic sequence for the teaching of electrodynamics based on a low voltage electrical residence (127 V or 220 V). This proposal sympathizes with the New High School, which aims at the student protagonist of their learning, participating in the choices of their training process. Based on David Ausubel's Theory of Meaningful Learning, the student learns from existing knowledge in their cognitive structure, carrying out new experiences and giving new meaning to their knowledge. The research allows the teacher to work on the basic training of the student, already present in the curriculum, with training for work, addressing topics present in the technical training of a building electrician course, bringing learning to life. It can be used in the electrodynamics course, in order to teach students within the proposition of basic training, flexible curriculum composing the creation of a training itinerary or in an isolated way for specific methodologies as in a science fair. When implemented, even with the peculiarities of the pandemic period, it proved to be very promising as an alternative teaching strategy for the basic education network.

**KEY WORDS:** Teaching Physics, Electricity, New High School.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Percentual de conteúdos que já caíram em física no ENEM entre 2009 à 2019....	26
<b>Figura 2</b> - Proposição da Flexibilização Curricular, a partir da Lei nº 13.415/17.....	30
<b>Figura 3</b> - Esquematização da nucleação da formação geral básica.....	31
<b>Figura 4</b> - Esquema da formação para o mundo do trabalho.....	32
<b>Figura 5</b> - Proposta de intersecção curricular .....	36
<b>Figura 6</b> - Esquema de assimilação dos subsunçores por meio da estrutura cognitiva. ....	38
<b>Figura 7</b> - Subsunçores de Eletrostática (carga elétrica e potencia elétrico) e Hidrodinâmica (fluxo de escoamento). ....	40
<b>Figura 8</b> - Subsunçores de Eletrostática e Hidrodinâmica se correlacionando para proginar um novo conhecimento.....	40
<b>Figura 9</b> - Idéias ancorando para uma nova informação. ....	41
<b>Figura 10</b> - Linha temporal do desenvolvimento da eletrostática .....	42
<b>Figura 11</b> - Níveis Energéticos .....	43
<b>Figura 12</b> - Demonstração da estrutura eletrônica caminhando do discreto para o contínuo a medida em que o quantitativo de átomo cresce .....	44
<b>Figura 13</b> - Representação da estrutura eletrônica de um sólido caracterizada pela alternância de bandas de orbitais, separadas por gaps em energia onde não existe orbital algum. ....	45
<b>Figura 14</b> - Estrutura de bandas em isolante, condutor e semicondutor.....	45
<b>Figura 15</b> - Atração e repulsão entre cargas. ....	46
<b>Figura 16</b> - Esquema do Experimento de Millikan .....	48
<b>Figura 17</b> - Carga volumétrica.....	49
<b>Figura 18</b> - a) Carga superficial; b) Carga linear.....	49
<b>Figura 19</b> - a) Balança de torção de Coulomb e b) Modelo esquemático. ....	50
<b>Figura 20</b> - Charles de Coulomb e seu famoso experimento da balança de torção.....	51
<b>Figura 21</b> - Força em função da mudança da distância entre as cargas elétricas. ....	51
<b>Figura 22</b> - a) Força gravitacional; b) Força eletrostática entre cargas de sinais contrários. ..	52
<b>Figura 23</b> - Forças de atração e repulsão .....	53
<b>Figura 24</b> - Deslocamento de cargas elétricas em um fio.....	53
<b>Figura 25</b> - Cargas elétricas num fio condutor. ....	53
<b>Figura 26</b> - a) corrente contínua: mesmo sentido; b) corrente alternada: sentidos variáveis ..	54
<b>Figura 27</b> - a) corrente contínua constante; b) corrente contínua pulsante.....	54

<b>Figura 28</b> - Corrente alternada.....	55
<b>Figura 29</b> - Fio condutor.....	55
<b>Figura 30</b> - Representação de um resistor em um circuito .....	56
<b>Figura 31</b> - Representação de um capacitor em um circuito .....	56
<b>Figura 32</b> - Representação de um gerador elétrico ideal em um circuito .....	56
<b>Figura 33</b> - Representação de um gerador elétrico real em um circuito.....	56
<b>Figura 34</b> - Georg Simon Ohm (Deutsches Museum, Munich). .....	57
<b>Figura 35</b> - Gráfico característico de um condutor ôhmico.....	57
<b>Figura 36</b> - Comportamento de um elétron em um campo elétrico.....	58
<b>Figura 37</b> - Sentido convencional da corrente ao sofrer uma diferença de potencial.....	59
<b>Figura 38</b> - Esquema da Divisão de Circuitos .....	61
<b>Figura 39</b> - Circuitos com seletividade apresentando um em falha.....	62
<b>Figura 40</b> - Disjuntores Elétricos.....	62
<b>Figura 41</b> - Modelos antigos de plugues e tomadas. ....	67
<b>Figura 42</b> - Padrão de tomada até 10 A e até 20 A.....	67
<b>Figura 43</b> - Representação para plugues de conexão para uma tomada padrão do Brasil.....	68
<b>Figura 44</b> - Quadro Classificatório da Pesquisa .....	70
<b>Figura 45</b> - Aplicação do Questionário Inicial. ....	78
<b>Figura 46</b> - Resposta “não” dada para a Questão 01 do Questionário I de alunos. ....	79
<b>Figura 47</b> - Resposta “sim” dada para a Questão 01 do Questionário I de alunos. ....	79
<b>Figura 48</b> - Prática do Circuito em Série e em Paralelo. ....	86
<b>Figura 49</b> - Lâmpadas em série (esquerda) e em paralelo (direita). ....	87
<b>Figura 50</b> - Demonstração da mini-bancada residencial .....	88
<b>Figura 51</b> - Funcionalidade e cores dos cabos elétricos. ....	88
<b>Figura 52</b> - Efeitos da intensidade da corrente elétrica no corpo humano. ....	89
<b>Figura 53</b> - Representação de escala. ....	90
<b>Figura 54</b> - Apresentação da bancada elétrica para a classe.....	90
<b>Figura 55</b> - Teste do funcionamento de cada compartimento da bancada. ....	91
<b>Figura 56</b> - Demonstração do multímetro e suas funcionalidades. ....	91
<b>Figura 57</b> - Demonstração do uso da opção voltímetro e os alunos anotando suas medidas. .	92
<b>Figura 58</b> - Dados transcritos na tabela de notas de medição da voltagem.....	93
<b>Figura 59</b> - Resposta “sim” dada para a Questão 02 do Questionário II de alunos.....	95
<b>Figura 60</b> - Pergunta 08 do Questionário Final referente a Questão do ENEM de 2013. ....	99

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Conteúdo da Matriz Curricular do ENEM relativas a fenômenos elétricos e magnéticos. .....	27
<b>Tabela 2</b> - Conteúdo de Eletricidade para o Ensino Médio do livro "Compreendendo a Física Vol. 03". .....	28
<b>Tabela 3</b> - Grade curricular curso de Eletricista Instalador Residencial. ....	34
<b>Tabela 4</b> - Critério de seção mínima (Tabela 47 da NBR-5410). Trecho referente a instalação fixa em geral para condutores e cabos isolados.....	63
<b>Tabela 5</b> – Tipos de linhas elétricas (Tabela 33 da NBR-5410). Trecho referente a condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria. ....	64
<b>Tabela 6</b> - Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito. Tabela 46 da NBR-5410). ....	64
<b>Tabela 7</b> - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D. (Trecho referente a Tabela 36 da NBR-5410). ....	65
<b>Tabela 8</b> - Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única. (Trecho referente a Tabela 42 da NBR-5410). ....	65
<b>Tabela 9</b> - Etapas da Pesquisa .....	72
<b>Tabela 10</b> - Conteúdos a serem ministrados nos encontros de cada aplicação do produto educacional.....	73
<b>Tabela 11</b> - Momentos de Aplicação do Produto Educacional. ....	75

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 01 do Questionário Inicial.....	78
<b>Gráfico 2</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 02 do Questionário Inicial.....	80
<b>Gráfico 3</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 03 do Questionário Inicial.....	81
<b>Gráfico 4</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 04 do Questionário Inicial.....	81
<b>Gráfico 5</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 05 do Questionário Inicial.....	82
<b>Gráfico 6</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 06 do Questionário Inicial.....	82
<b>Gráfico 7</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 07 do Questionário Inicial.....	83
<b>Gráfico 8</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 08 do Questionário Inicial.....	83
<b>Gráfico 9</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 09 do Questionário Inicial.....	84
<b>Gráfico 10</b> - Resultado (%) obtido da pergunta 10 do Questionário Inicial.....	84
<b>Gráfico 11</b> - Levantamento das respostas dadas pelos alunos no Questionário Inicial.....	85
<b>Gráfico 12</b> - Resultado da pergunta 01 do Questionário Final em comparativo a pergunta 02 do Questionário Inicial.....	94
<b>Gráfico 13</b> - Resultado da pergunta 02 do Questionário Final em comparativo a pergunta 06 do Questionário Inicial.....	94
<b>Gráfico 14</b> - Resultado da pergunta 03 do Questionário Final em comparativo a pergunta 05 do Questionário Inicial.....	95
<b>Gráfico 15</b> - Resultado da pergunta 04 do Questionário Final em comparativo a pergunta 04 do Questionário Inicial.....	96
<b>Gráfico 16</b> - Resultado da pergunta 05 do Questionário Final em comparativo a pergunta 08 do Questionário Inicial.....	96
<b>Gráfico 17</b> - Resultado da pergunta 06 do Questionário Final em comparativo a pergunta 09 do Questionário Inicial.....	97
<b>Gráfico 18</b> - Resultado da pergunta 07 do Questionário Final em comparativo a pergunta 10 do Questionário Inicial.....	98
<b>Gráfico 19</b> - Quadro Comparativo de Respostas entre os Questionários.....	98
<b>Gráfico 20</b> - Resultado (%) obtido para a resposta da pergunta 08 do questionário final.....	100

# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo 2. COMPETÊNCIAS E HABILIDADES PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE</b>	<b>18</b>
2.1 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR – FÍSICA .....	20
2.1.1 Competências Específicas em Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio .....	21
2.1.1.1 Competência específica um.....	21
2.1.1.2 Competência específica dois .....	21
2.1.1.3 Competência específica três.....	22
2.2 FÍSICA NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO .....	23
2.2.1 Competências e Habilidades que possuem relação com a Física .....	24
2.2.1.1 Competência de área um .....	24
2.2.1.2 Competência de área dois.....	24
2.2.1.3 Competência de área três e quatro .....	25
2.2.1.4 Competência de área cinco.....	25
2.2.1.5 Competência de área seis .....	26
2.3 O CURRÍCULO DE FÍSICA NO ENSINO BÁSICO (SEDUC – PA) .....	27
2.3.1 O Novo Ensino Médio no Pará .....	28
2.3.2 Organização Curricular do Novo Ensino Médio .....	29
2.3.3 Formação geral básica .....	31
2.3.4 Formação para o mundo do trabalho .....	32
2.3.5 Nova matriz curricular .....	32
2.4 COMO ESTÁ OS CURSOS DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO.....	34
2.5 O PRODUTO EDUCACIONAL DENTRO DA PERSPECTIVA DO NOVO ENSINO MÉDIO .....	35
<b>Capítulo 3. REFERENCIAL PEDAGÓGICO .....</b>	<b>37</b>
3.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL .....	37
3.2 ESTRUTURA COGNITIVA .....	38

3.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	39
<b>Capítulo 4. REFERENCIAL FÍSICO .....</b>	<b>42</b>
4.1 CONDUTORES E ISOLANTES .....	43
4.2 A CARGA ELÉTRICA .....	46
4.3 MEDIDA DA CARGA ELÉTRICA: A LEI DE COULOMB.....	49
4.4 CORRENTE ELÉTRICA.....	53
4.5 CIRCUITOS ELÉTRICOS: LIGAÇÕES EM SÉRIE E EM PARALELO .....	55
4.6 RESISTÊNCIA E LEI DE OHM .....	57
4.7 A ABNT NBR5410 .....	60
4.7.1 Dicas de Segurança.....	60
4.8 CIRCUITO RESIDENCIAL .....	61
4.8.1 Disjuntor .....	62
4.8.2 Dimensionamentos de cabos.....	63
4.8.3 Tomadas e Plugues .....	67
<b>Capítulo 5. METODOLOGIA .....</b>	<b>69</b>
5.1 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	69
5.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	70
5.3 ETAPAS DA PESQUISA .....	72
5.3.1 Primeira Etapa.....	72
5.3.2 Segunda Etapa.....	72
5.3.3 Terceira Etapa .....	73
5.3.4 Quarta Etapa .....	74
5.4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	74
<b>Capítulo 6. RESULTADO E DISCUSSÕES.....</b>	<b>77</b>
6.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A PRIMEIRA ETAPA DA PESQUISA .....	77
6.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A SEGUNDA ETAPA DA PESQUISA .....	78
6.2.1 Questionário Inicial.....	78
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A TERCEIRA ETAPA DA PESQUISA.....	85

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A QUARTA ETAPA DA PESQUISA.....	94
6.4.1 Questionário Final.....	94
<b>Capítulo 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>101</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE E .....</b>	<b>113</b>

## Capítulo 1. INTRODUÇÃO

Ensinar física é uma tarefa sempre desafiadora, uma vez que o professor necessita buscar mecanismos que atraiam o aluno para a busca do aprendizado. Se trata de uma ciência que abrange a natureza por meio de experimentação e observações, procurando explicações e significados para fenômenos que nos rodeiam. É de conhecimento que esta disciplina encontra uma maior resistência dos alunos para com o aprendizado. Uma pesquisa realizada pela (TUTORMUNDI, 2021) apresenta a física como uma das disciplinas que os estudantes encontram mais dificuldades e maiores índices de busca de dúvidas. Como consequência, a performance dos estudantes do Brasil em ciências da natureza é abaixo da média mundial (Junior, Rodrigues, Silva, Gomes, & Assis, 2017). Associe a este ambiente uma diminuição histórica do número de aulas de física (Pires & Veit, 2006).

A partir de 2022, entra em vigência um ensino no qual o jovem aprendiz é posto como protagonista de seu aprendizado, onde ocorra de maneira mais efetiva e concreta a autonomia de suas escolhas (BNCC, Ensino Médio, 2021).

Antes a carga horária mínima exigida para os três anos de ensino médio era de 2.400 horas (sendo 800 horas anuais para cada série), aumentando para 3.000 horas mínimas<sup>1</sup>. A grande novidade é que 1.800 horas serão destinadas a formação básica e o restante – 1.200 horas – destinadas à um currículo flexível no formato de Itinerários Formativos<sup>2</sup>. O que em teoria, dará ao aluno um maior protagonismo para escolher conteúdos mais voltados com a sua personalidade.

No cenário de flexibilização do aprendizado, o natural é os estudantes migrarem para escolhas que tenham uma maior afinidade. É papel do educador – aqui o professor de física – desenvolver mecanismos que atraiam o estudante. Um dos objetivos do produto deste trabalho é instigar o interesse do aluno, introduzindo-o de maneira participativa no processo de aprendizagem.

O Produto Educacional é uma sequência didática que busca estimular e enriquecer a metodologia de ensino ao aplicar práticas do ensino de eletrodinâmica. Em conformidade com a Teoria da Aprendizagem Significativa que foi proposta por David Ausubel (Ausubel, 1963), é utilizado conhecimentos pré-estabelecidos como, por exemplo, a respeito de hidrostática que estimularão a estrutura cognitiva (MOREIRA, A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula, 2006), se resignificando para estabelecer conceitos sobre corrente elétrica, um segundo exemplo, é a construção de uma bancada que simule uma residência elétrica

---

<sup>1</sup> A Lei nº 13.415/2017, a qual alterou a LDB e propôs a reforma para o ensino médio, onde 40 % do total de horas a serem cumpridas no decorrer dos 03 anos de ensino serão dedicadas aos itinerários formativos que no caso pertence a parte do currículo flexível.

<sup>2</sup> Os itinerários formativos são o conjunto de disciplinas, projetos, oficinas, núcleos de estudo, entre outras situações de trabalho, que os estudantes poderão escolher no ensino médio (Ministério da Educação, 2021).



simples, onde das várias aplicações dentro do produto, demonstrar noções como eletricidade e consumo de energia.

Como objetivo geral, a proposta da sequência didática do produto educacional, toma posse de por meio de práticas laboratoriais possa flexibilizar ao professor a possibilidade de: simplesmente, usá-las em aulas de um curso de eletrodinâmica – a fim de ensinar os alunos dentro da proposição das 1.800 horas de ensino básico – ou – abraçando a ideia do currículo flexível – compor a criação de um itinerário formativo – ou – pode ser usada de maneira isolada para metodologias específicas – bem como em uma feira de ciência.

[...] a escola deverá estar comprometida com a **formação humana integral dos estudantes**, a partir da consolidação, do aprofundamento e da ampliação das aprendizagens anteriores, na formação geral básica, na formação para o mundo do trabalho e a cidadania, preceitos legais presentes na LDB/96. (Pará, 2020).

Objetiva, também, fazer com que o aluno tenha contato com conceitos fundamentais presentes em um curso básico Eletricista Predial, que tem por requisito conhecimentos vindos do ensino fundamental. Essa abordagem, além de ensinar conteúdos presente na formação básica do aluno, ao mesmo tempo, instrui o estudante em áreas do curso técnico profissionalizante que é o em Eletricidade, bem como possibilita ao interesse e estímulo por tal área, possibilitando objetivar uma formação superior neste campo.

No *capítulo 02*, abordará as competências e habilidades para o ensino de eletricidade. Iniciando explicando sobre como a física se divide, passando para a BNCC<sup>3</sup> e sua reforma. Após isso, mostra como o ENEM<sup>4</sup> vem abordando competências e habilidade específicas para o foco deste trabalho. Passando para uma amostra de um plano de curso de um curso técnico em eletricista. Finalizando com a maneira que o produto educacional se encaixa dentro da reforma do novo ensino médio.

O *capítulo 03* apresenta o referencial teórico do trabalho que é voltado para a teoria educacional. A Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel é uma teoria cognitivista proposta por ele em 1963, onde o ato de aprender se daria pela ampliação e ressignificação de ideias que já existiriam na estrutura cognitiva do aluno.

O *capítulo 04* aborda o referencial físico usado neste trabalho. A abordagem começa com tópicos da eletrostática, fala sobre as Normas Brasileiras que regulariam a instalação predial em baixa tensão (ABNT NBR5410, 2004), aborda procedimentos de segurança, fundamentais para práticas desta espécie, e finaliza falando de um circuito residencial.

---

<sup>3</sup> Base Nacional Comum Curricular.

<sup>4</sup> Exame Nacional do Ensino Médio.

No *capítulo 05*, a metodologia empregada é apresentada. O ambiente de pesquisa é descrito e a pesquisa é classificada. Este capítulo finaliza com uma descrição do produto educacional.

O *capítulo 06*, traz os resultados e as discussões da implementação do produto educacional, faz uma análise profunda dos questionários inicial e final, bem como toda a vivência antes, durante e depois de sala de aula.

No *capítulo 07* as considerações finais fazem o desfecho do trabalho. Nos *apêndices*, estão presentes o Questionário Inicial, o Questionário Final e o Produto Educacional que traz com detalhe o roteiro das práticas usadas em aula.

## Capítulo 2. COMPETÊNCIAS E HABILIDADES PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE

A Física (do grego antigo: φύσις physis "natureza") é a ciência que estuda a natureza e seus fenômenos em seus aspectos mais gerais. Analisa suas relações e propriedades, além de descrever e explicar a maior parte de suas consequências. Busca a compreensão científica dos comportamentos naturais e gerais do mundo ao nosso redor, desde as partículas elementares até o universo como um todo (Feynman, Leighton, & Sands, 1963).

Historicamente, a afirmação da física como ciência moderna está intimamente ligada ao desenvolvimento da mecânica, que tem como pilares principais de estudo a energia mecânica e os momentos linear e angular, suas conservações e variações. Desde o fim da Idade Média havia a necessidade de se entender a mecânica, e os conhecimentos da época, sobretudo aristotélicos, já não eram mais suficientes. Galileu centrou seus estudos nos projéteis, pêndulos e movimentos dos planetas; Isaac Newton, mais tarde, elaborou os princípios fundamentais da dinâmica ao publicar suas leis e a gravitação universal em seu livro Principia, que se tornou a obra científica mais influente de todos os tempos.

A termodinâmica, que estuda as causas e os efeitos de mudanças na temperatura, pressão e volume em escala macroscópica, teve sua origem na invenção das máquinas térmicas durante o século XVIII. Seus estudos levaram à generalização do conceito de energia. A ligação da eletricidade, que estuda cargas elétricas, com o magnetismo, que é o estudo das propriedades relacionadas aos ímãs, foi percebida apenas no início do século XIX por Hans Christian Ørsted.

As descrições físicas e matemáticas da eletricidade e magnetismo foram unificadas por James Clerk Maxwell. A partir de então, estas duas áreas, juntamente com a óptica, passaram a ser tratadas como visões diferentes do mesmo fenômeno físico, o eletromagnetismo.

No início do século XX, a incapacidade da descrição e explicação de certos fenômenos observados, como o efeito fotoelétrico, levantou a necessidade de abrir novos horizontes para a física. Albert Einstein publicou a teoria da relatividade geral em 1915, propondo a constância da velocidade da luz e suas consequências até então inimagináveis. A teoria da relatividade de Einstein leva a um dos princípios de conservação mais importantes da física, a relação entre massa e energia, geralmente expressa pela famosa equação  $E = mc^2$ . A relatividade geral também unifica os conceitos de espaço e tempo: a gravidade é apenas uma consequência da deformação do espaço-tempo causado pela presença de massa.

Max Planck, ao estudar a radiação de corpo negro, foi forçado a concluir que a energia está dividida em "pacotes", conhecidos como quanta. Einstein demonstrou fisicamente as ideias de

Planck, fixando as primeiras raízes da mecânica quântica. O desenvolvimento da teoria quântica de campos trouxe uma nova visão da mecânica das forças fundamentais. O surgimento da eletrodinâmica quântica e a posterior unificação do eletromagnetismo com a força fraca a altas energias são a base do modelo padrão, a principal teoria de partículas subatômicas, capaz de descrever a maioria dos fenômenos da escala microscópica que afetam as principais áreas da física (PEREIRA, 2015).

A Física é dividida hoje em Física Clássica e Física Moderna. O currículo de Física no ensino básico obedece a sequência histórico do desenvolvimento da física clássica descrito no parágrafo anterior. Neste trabalho, busca-se compreender o currículo de Física no ensino médio no Brasil. Justificado pelo desenvolvimento histórico da física, geralmente, estão presentes nos currículos, nos livros didáticos e, também, nos livros específicos, a seguinte sequência de assuntos para o ensino médio.

- Primeiro ano: Mecânica.
- Segundo ano: Termodinâmica.
- Terceiro ano: Eletromagnetismo.

A eletricidade é uma parte do eletromagnetismo que por sua vez faz parte da Física Clássica. A eletricidade é um termo geral que abrange uma variedade de fenômenos resultantes da presença e do fluxo de carga elétrica (Gaspar, Compreendendo a Física, 2013). Tradicionalmente, este assunto é visto no terceiro ano do ensino médio nas escolas no Estado do Pará.

A nível nacional o currículo é regimentado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996).

A Base deve nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil. A Base estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica. Orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a Base soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (Ministério da Educação, BNCC, 2021).

Nas próximas seções serão descritos os componentes curriculares orientados pela Base Nacional Comum Curricular, pela Secretaria de Estado de Educação do Pará e por instituições federais de ensino técnico. A ideia é analisar estes currículos e propor o produto educacional dentro das orientações normativas, adequado a realidade regional e realizável com os recursos humanos disponíveis.

## 2.1 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR – FÍSICA

“A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de **aprendizagens essenciais** que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades do Ensino Básico, para que tenham assegurados os seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, de acordo com o as disposições do Plano Nacional de Educação (Ministério da Educação, BNCC, 2017)”.

A estrutura organizacional da BNCC é formada pelas competências gerais da educação básica, no qual estão subdivididas em competências específicas e habilidades de área. O foco deste trabalho são as competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias, no qual estão as orientações para a construção do currículo de Física. Antes da análise das competências específicas é necessário compreender a definição de competência sobre a ótica da BNCC.

Na BNCC, **competência** é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

A última versão da BNCC Ensino Médio (BNCC, Ensino Médio, 2021) possui em sua introdução dez (10) competências gerais para educação básica<sup>5</sup>. Destas destaca-se

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

As disciplinas de Física, Química e Biologia, de acordo com a BNCC Ensino Médio, estão integradas na área de ciências da natureza e suas tecnologias. No texto é proposto que se amplie as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental. Ou seja, o ensino deve ter foco na “interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das ciências da natureza” (BNCC, Ensino Médio, 2021).

Assim, para além dos compromissos firmados no Ensino Fundamental, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento conceitual nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Elas são consideradas essenciais para que competências cognitivas, comunicativas, pessoais e sociais possam continuar a ser desenvolvidas e mobilizadas na resolução de problemas e tomada de decisões.

---

<sup>5</sup> BNCC, 2020, pag. 9.

Dessa forma, o ensino de Física fica restrito aos conteúdos referentes a relação o que se entende-se pela grande área: Matéria e Energia, Terra e Universo. São três as competências específicas que devem ser trabalhadas em ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio.

### 2.1.1 Competências Específicas em Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio

Será discutido a seguir, as competências específicas em ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio, com viés de conceituação e definição do que está posto como recomendações.

#### 2.1.1.1 *Competência específica um*

“Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global”.

Nesta competência específica, os fenômenos naturais e os processos tecnológicos são analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades e de limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos (BNCC, Ensino Médio, 2021).

São seis (6) as habilidades referentes a competência específica um (1), apenas a sexta possui relação com os objetivos deste trabalho.

(EM13CNT106)<sup>6</sup> Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.

#### 2.1.1.2 *Competência específica dois*

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

Na competência específica dois (2) são descritas sete (7) habilidades para que sejam desenvolvidas nos alunos. Não foi encontrada qualquer relação que se possa realizar de imediato, sem investigação aprofundada, sobre energia elétrica (eletrostática), tema deste trabalho.

---

<sup>6</sup> BNCC, 2020, pág. 541.

### 2.1.1.3 Competência específica três

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

São identificados alguns fragmentos nos comentários desta competência sobre o estudo da energia elétrica, são eles: “Discussões sobre as tecnologias relacionadas à geração de energia elétrica (tanto as tradicionais quanto as mais inovadoras) e ao uso de combustíveis, por exemplo, possibilitam aos estudantes analisar os atuais modos de vida das populações humanas e a dependência a esses fatores”; “para o desenvolvimento dessa competência específica podem ser mobilizados conhecimentos relacionados ao desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias de obtenção de energia elétrica; equipamentos de segurança”.

São dez (10) as habilidades da competência três a serem desenvolvidas nos alunos do ensino médio. Destas, destacamos seis (6) que deverão ajudar a compreender o currículo utilizado nas escolas no Estado do Pará.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.

(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

O que foi descrito anteriormente são orientações gerais e que tenta abranger competências e habilidades distintas que passam pelo comportamento social, ético e científico que impliquem na manutenção e progresso da tecnologia. As competências e habilidade descritas aqui servirão de base para a formulação de uma proposta de Produto Educacional.

## 2.2 FÍSICA NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado em 1998 para avaliar o desempenho acadêmico dos alunos ao final do ensino básico. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, MEC, Ministério da Educação, s.d.) é o órgão responsável pela organização e desenvolvimento do ENEM<sup>7</sup>.

Dentre os objetivos do exame nacional do ensino médio destacam-se a possibilidade de se ter um retrato real da qualidade do ensino básico brasileiro, bem como das dificuldades e potencialidades de cada região do Brasil. Além disso, os dados coletados servem como mecanismos estatísticos para o desenvolvimento de políticas públicas para todo o ensino básico. A nota do ENEM pode ser usada para ingresso no ensino superior, desde 2009, pelo Sistema de Seleção Unificada (SISU), o qual faz parte do Programa Universidade para Todos (PROUNI).

Até a data da publicação deste trabalho, o edital para o ENEM 2022 ainda não havia sido publicado. O que se tem notícia é que a partir de 2024 o exame retratará o formato do novo ensino médio. Assim, a análise que se segue deste tópico é baseada no perfil esperado até o ano de 2023. O ENEM é estruturado por uma Matriz de Referência que possui cinco eixos cognitivos que são comuns a todas as áreas do conhecimento (ENEM, Matriz de Referência, 2020).

São finalidades de formação instrucional básicas para o exercício da cidadania de todos aqueles que são formados nas escolas brasileiras.

Os eixos cognitivos são:

- I. Dominar linguagens;
- II. Compreender fenômenos;
- III. Enfrentar situações-problema;
- IV. Construir argumentação;
- V. Elaborar propostas.

A matriz de referência para a área de conhecimento *ciências da natureza e suas tecnologias* possui oito (08) competências de áreas que, por sua vez, possuem habilidades específicas que devem ser desenvolvidas. A seguir estão as competências e habilidades que possuem relação com a componente curricular de Física.

---

<sup>7</sup> (INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, 2020)



## 2.2.1 Competências e Habilidades que possuem relação com a Física

As competências e habilidades que possuem relação direta com a componente curricular de Física são as seguintes:

### 2.2.1.1 Competência de área um

Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

Para essa primeira competência existem quatro habilidades, porém, apenas duas servem ao propósito do trabalho que aqui será desenvolvido:

H1 – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos<sup>8</sup>.

H3 – Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.

Ao realizar uma associação com construções antrópicas, o aluno necessita entender seu papel como ser social no processo de produção e no desenvolvimento econômico-social. A capacidade do aluno em assimilar uma situação da física ao senso comum ao longo do tempo (H3)<sup>9</sup>. Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

### 2.2.1.2 Competência de área dois

Na competência de área dois (02) o discente será capaz de relacionar as tecnologias próprias das ciências naturais no cotidiano, no trabalho ou qualquer situação. São três as habilidades a serem desenvolvidas, e elas possuem bastante aderência com a proposta que será apresentada no produto educacional.

H5 – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano;

H6 – Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.

H7 – Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

Em situações diversas se faz necessário, perceber as tecnologias associadas a eletricidade e saber aplicá-las, abordando o conceito de como a ciência através de seus avanços científicos contribui para o bem-estar social.

---

<sup>8</sup> Explorado na Aula 02.

<sup>9</sup> Trabalhando na Aula 07.

A habilidade (H5), trabalha o dimensionamento dos circuitos e dispositivos elétricos no dia a dia, sendo amplamente trabalhada no produto educacional<sup>10</sup>. Por meio dela o aluno terá a noção das características da “fiação” elétrica em sua residência, bem como em qualquer outro ambiente, pode ser representada por meio de um circuito elétrico, possibilitando ao mesmo entender as características básicas da sua rede elétrica como a corrente elétrica e sua alternância, as tomadas elétricas, a fiação, a resistência dos mesmos, sua potência elétrica e o consumo de energia mais consciente.

Tal como (H6) o aluno precisa saber extrair informações de manuais de instalações elétricas – o trabalho auxiliará significativamente neste tópico – e do desempenho de aparelhos elétricos<sup>11</sup>, sendo capaz de aplicar testes que parametrizem o controle de materiais e produtos elétricos (H7)<sup>12</sup>.

#### *2.2.1.3 Competência de área três e quatro*

As competências três (3) e quatro (4) possuem, respectivamente, cinco e quatro habilidades cada. Na análise feita, não foi encontrando alguma relação com a temática central deste trabalho.

#### *2.2.1.4 Competência de área cinco*

Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

A competência de área número cinco (5) contém três habilidades, porém, apenas uma possui relação com o propósito deste trabalho:

(H17) Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

A física é uma ciência exata que tem seus métodos e procedimento característicos, nesta perspectiva o aluno necessita entendê-los e saber aplicá-los em diferentes contextos. Sua essência é entender a ciência como uma construção social e reconhecer que a atividade científica é a produtora de seus próprios procedimentos, métodos e tecnologias.

Devendo, assim, o estudante ser apto a interpretar diferentes formatos de linguagem como relações matemáticas, tabelas, gráficos e representações simbólicas (H17), o que no contexto da eletrodinâmica é corriqueiro como, por exemplo, a 1ª lei de Ohm para a resistência<sup>13</sup>.

---

<sup>10</sup> Aula 04 e 05.

<sup>11</sup> Trabalhado com mais abrangência nas Aulas 07 e 08.

<sup>12</sup> Explorado na Aula 08.

<sup>13</sup> Implementado com maior ênfase nas Aulas 03 e 08.

### 2.2.1.5 Competência de área seis

Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

A sexta (06) competência de área possui quatro habilidades das quais três foram identificadas para este trabalho:

H20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

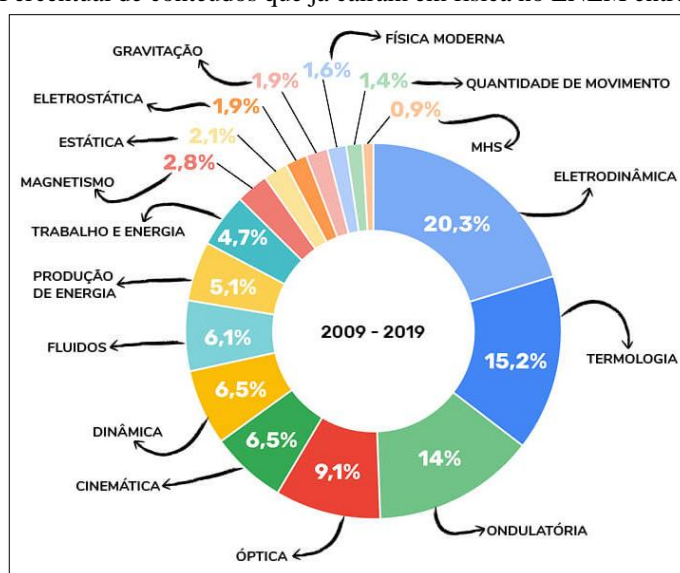
H21 – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.

H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

O aluno será capaz de interpretar, avaliar, planejar e investigar para o enfrentamento de situações problema da física no dia a dia. Suponha que o discente faça medidas de um material e observa que a corrente elétrica e a ddp se relacionam de maneira proporcionais, percebendo que tal material tem o comportamento de um condutor ôhmico, podendo aplicar a 1ª lei de Ohm, o que possibilita prever o funcionamento para outras correntes elétricas e voltagens.

Almeja-se que o aluno deva fazer uso de leis físicas para interpretar fenômenos naturais (H20), realizar predições e descrever o funcionamento de equipamentos elétricos (H21), bem como um consumo consciente (H23). As questões da prova do ENEM trazem problemas físicos relacionados ao meio ambiente em situações do dia a dia como, por exemplo, sistemas elétricos, fenômenos térmicos e ondas acústicas e de luz. O tema relacionado a Física que mais foi abordado no ENEM nos últimos anos foi a eletrodinâmica, de acordo com a Figura 1 (Biologia Total, 2020).

**Figura 1** – Percentual de conteúdos que já caíram em física no ENEM entre 2009 à 2019.



Fonte: (Biologia Total, 2020).

Os temas mais comuns de Física relacionados a eletrodinâmica estão destacados, em negrito, na qual mostra a Matriz curricular de Física exigida para o ENEM. Objetos de Conhecimento associados a Matriz de Referência (ENEM, MATRIZ DE REFERÊNCIA, pág. 17, 2020).

**Tabela 1** - Conteúdo da Matriz Curricular do ENEM relativas a fenômenos elétricos e magnéticos.

Conteúdo	Síntese
Eletrostática	Fenômenos elétricos e magnéticos – Carga elétrica e corrente elétrica. Lei de Coulomb. Campo elétrico e potencial elétrico. Linhas de campo. Superfícies equipotenciais. Poder das pontas. Blindagem. Capacitores.
Eletrodinâmica	<b>Efeito Joule. Lei de Ohm. Resistência elétrica e resistividade. Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia. Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada. Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais. Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos.</b>
Eletromagnetismo	Campo magnético. Ímãs permanentes. Linhas de campo magnético. Campo magnético terrestre.

Fonte: (ENEM, Matriz de Referência, 2020).

Conjectura-se que o que faz a eletrodinâmica tenha uma recorrência maior é a possibilidade de sua presença no cotidiano e ao redor do estudante, o que facilita sua observação, bem como de conceitos eletrostáticos serem abordados de maneira dinâmica na eletrodinâmica, bem como temas do eletromagnetismo venham surgir como uma consequência ao que é apresentado na eletrodinâmica. Ainda na visão deste exame, no decorrer das práticas do produto, pontos que contemplam objetivos específicos do ENEM são abordados em sala, onde o aluno é posto em situações-problema, as quais necessita realizar tarefas que se relacione a outras frentes de conhecimento como a matemática, em decorrência do estudante ter a necessidade de realizar procedimentos como cálculos, corrente, voltagem, resistência e potência elétrica (INEP, Relatório pedagógico Enem 2011-2012, 2015).

### 2.3 O CURRÍCULO DE FÍSICA NO ENSINO BÁSICO (SEDUC – PA)

Como visto anteriormente, a BNCC veio para normatizar a educação básica criando uma base que minimize na segregação social dando acesso à uma educação mais igual no país. Contudo, embora existindo um esforço na orientação da parte comum dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) espelhados na BNCC, o eixo que tratava da componente da diversidade ficou desguarnecido sem uma diretriz, o que ocasionou interpretações e, conseqüentemente, execuções diversas e particulares por parte das redes de ensino, fazendo com que a desigualdade educacional aumentasse.

Por isso, havia a necessidade de criar um documento normativo da União Federativa, aqui o Pará, para a criação de uma diretiva curricular regional que atenda a especificidade da região (Pará, 2020). Atualmente, o ensino de eletricidade é catalogado por meios dos tópicos presentes na tabela abaixo, obedecendo o que a (BNCC, Ensino Médio, 2021) referencia. É possível observar como em (Gaspar, Compreendendo a Física, 2013) tal divisão.

**Tabela 2** - Conteúdo de Eletricidade para o Ensino Médio do livro "Compreendendo a Física Vol. 03".

Conteúdo de Eletricidade para o Ensino Médio	
Eletrostática	Carga elétrica, Eletrização, Condutores e isolantes, Detectores eletrostáticos, Lei de Coulomb, Campo elétrico, Potencial elétrico, Energia potencial elétrica, Capacidade elétrica, Capacitores
Eletrodinâmica	Intensidade de corrente elétrica, Diferença de potencial, Resistência elétrica, Lei de Ohm Potência elétrica, Geradores, Rendimento, Circuitos elétricos
Eletromagnetismo	Magnetismo e ímãs, Campo magnético, Força magnética, Indução eletromagnética, Fluxo do campo magnético, Lei de Faraday e Lens, Geradores e corrente alternada, transformadores

Fonte: (Gaspar, Compreendendo a Física, 2013).

Partindo do que é trabalhando e do que a (BNCC, Ensino Médio, 2021) orienta, as secretárias de educação de cada estado buscam elaborar planos curriculares que busque cobrir algumas lacunas da BNCC em decorrência das peculiaridades regionais e locais de cada entidade federativa.

### 2.3.1 O Novo Ensino Médio no Pará

No final do ano de 2020, a Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC-PA) lançou em formato prévio seu Documento Curricular do Estado do Pará – DCEPA (Pará, 2020). Este documento é fruto de debate com a comunidade, e surge como um desafio em diminuir a diferença entre o que se busca na generalização da BNCC e a educação regional no estado do Pará. Esta versão preliminar faz recomendações curriculares com base nos desafios do “Novo Ensino Médio” impostos pela BNCC.

A principal característica é a organização de fases, no qual foi estruturada em três pilares:

- a)** A Base de Necessidades (BNCC) para a implementação do “Currículo Geral Nacional”;
- b)** A flexibilidade curricular é exigida através de roteiro formativo;
- c)** A carga horária mínima do ensino médio é estendida para 3.000 horas.

O DCEPA tem o seu eixo curricular direcionado em dois ramos:

1. A Educação Básica: é a educação conteudista com um perfil geral que visa ensinar para finalizar o ensino básico e entrar em um nível superior, mas aqui levando ao cotidiano em geral bem como o regional;
2. A Educação Profissionalizante: formação voltada para o mundo profissional do mercado de trabalho.

### 2.3.2 Organização Curricular do Novo Ensino Médio

Apesar disso, a forma como o ensino se organiza hoje nas escolas é produto de um conceito ainda dominante de currículo, que tem o tecnicismo como concepção educacional, decorrente da expansão da indústria cultural e da necessidade de submissão dos objetivos educacionais aos objetivos do modo de produção capitalista. (Pará, 2020).

Em contraponto ao tipo de educação emoldurada no conteúdo, a qual objetivava um possível ingresso ao ensino superior e/ou ao mercado de trabalho, a situação do educando de hoje é mais abrangente que isto. Ao educar não se deve apenas restringir ao currículo do Ensino Médio, mas é necessário pluralizar a educação, ter diálogos mais aberto com os alunos que visem dinamizar o momento de vida que estão passando, bem como o preparo para a vida como todo no cenário pós ensino básico (Pará, 2020).

O Ensino Médio, como a etapa final da Educação Básica e articulada às anteriores, deve considerar as múltiplas culturas juvenis e suas juventudes, sendo a escola um espaço de acolhimento das diversidades, de garantia do protagonismo dos estudantes e fortalecimento de seus projetos de vida. (Pará, 2020).

Ao romper com a lógica disciplinar, onde cada disciplina fica em seu nicho, passando a priorizar a interdisciplinaridade, o que faz com o que o aprendiz tenha uma visão mais ampla do que aprende. Lembrando que o documento sempre é sensível com o peculiar paraense, pois é o objetivo em si, que seria “formação humana integrada das/para as juventudes”.

Nesse sentido, a escola deve estar comprometida com o cultivo da humanidade integral dos alunos, desde a consolidação, aprofundamento e ampliação das aprendizagens anteriores até a educação básica geral, o mundo do trabalho e a formação da cidadania, e as normas legais da LDB / 96. Trabalhando três princípios direcionares:

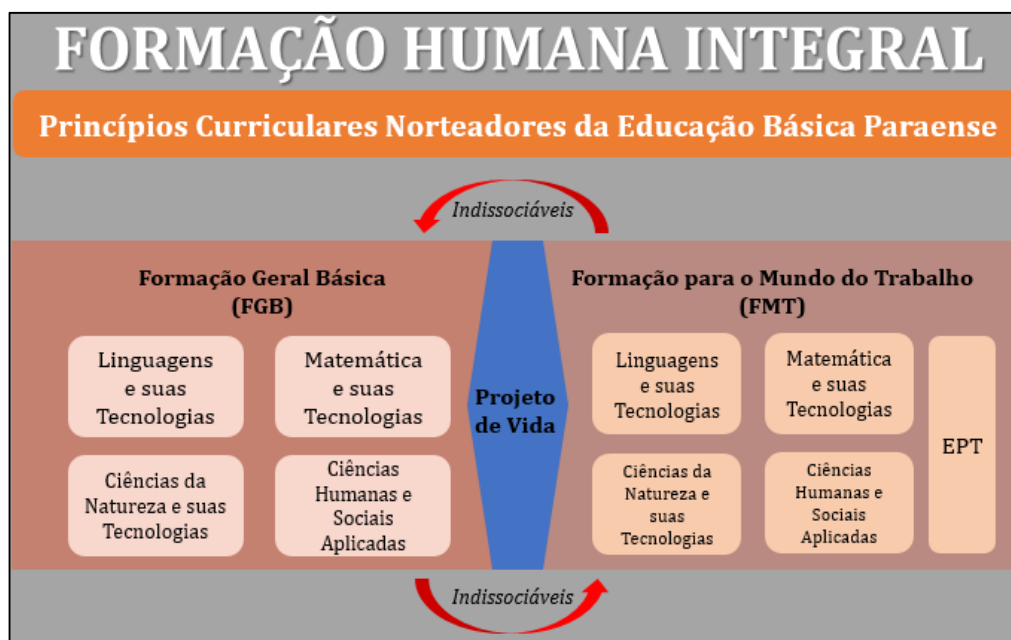
- i. Respeitar as diferentes culturas amazônicas e suas inter-relações no espaço e no tempo;
- ii. Educação para a sustentabilidade ambiental, social e econômica;
- iii. Interdisciplinaridade no processo ensino-aprendizagem, articulação feita pelo princípio da contextualização.

A flexibilidade curricular (Lei nº 13.417/2017) permite a organização de diferentes formas de atividades docentes em diferentes áreas do conhecimento<sup>14</sup>, da formação profissional e das respectivas componentes curriculares na estrutura curricular<sup>15</sup>, e também possibilita aos alunos e suas escolas escolherem diferentes horários de formação, capazes de clarificar currículos flexíveis que são baseadas nos desafios da sociedade contemporânea para atender às necessidades, possibilidades e interesses desses alunos.

<sup>14</sup> Áreas de Conhecimento: Linguagem e suas tecnologias (Língua Portuguesa, Língua Estrangeira, Literatura, Educação Física, Artes e Tecnologias da Informação e Comunicação), Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (História, Geografia, Filosofia e Sociologia), Ciências da Natureza e suas tecnologias (Física, Química e Biologia), Matemática e suas tecnologias (Matemática).

<sup>15</sup> Compreende o Projeto Político Pedagógico, o corpo escolar (pessoas e espaço escolar), a gestão escolar.

Figura 2 - Proposição da Flexibilização Curricular, a partir da Lei nº 13.415/17.



Fonte: (Pará, 2020).

A ideia é que a formação Geral Básica caminhe de mãos dadas com a Formação para o Mundo do Trabalho, onde no momento em que o aluno apresentasse uma educação tecnicista que o auxiliaria na fixação de conceitos fundamentais aprendidos no seu ensino básico, bem como o possibilitaria a ingressar no ensino superior, também estaria entrando em uma área técnica de ensino aprendendo algo que o possibilitaria ingressar ao mercado de trabalho com uma maior facilidade.

O produto educacional tem por essência fazer este diálogo entre a formação básica e a formação do mundo do trabalho, por meio de atividades integradoras que relacionem a eletrodinâmica a tópicos de um curso técnico de eletricista predial.

A organização curricular do Novo Ensino Médio no Estado do Pará é dividida em 03 categorias conceituais:

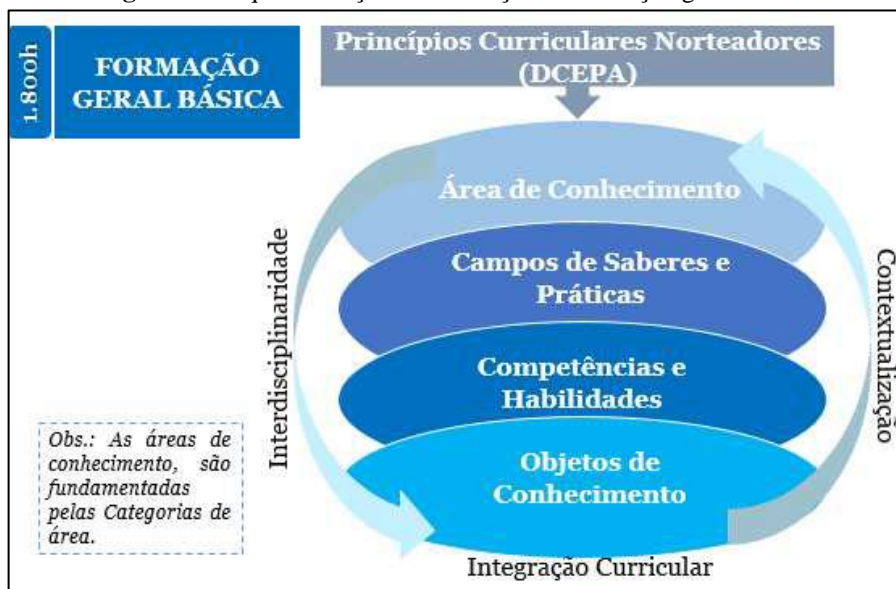
- Contextualização:** a partir do subsunções (conhecimentos prévios) do aluno e de seu cotidiano auxilia com que saia da passividade e permita ser um sujeito ativo no seu aprendizado.
- Interdisciplinaridade:** união dos saberes, relacionado os conhecimentos, ocorrendo entre disciplinas diversas e/ou dentro da mesma disciplina.
- Integração Curricular:** envolve as experiências partilhadas, a sociedade, o conhecimento a ser assimilado e o currículo que será aplicado.

Assim, esta organização abre espaço para proporcionar uma integração curricular entre a formação geral básica com a profissional.

### 2.3.3 Formação geral básica

A formação geral básica corresponderá a um trabalho pedagógico que integre os saberes e as práticas pedagógicas das quatro áreas do saber e consolide o aprendizado fundamental até o final do ensino básico.

**Figura 3** - Esquematização da nucleação da formação geral básica.



Fonte: (Pará, 2020).

A organização do trabalho docente em cada área do conhecimento estabelece-se a partir da integração curricular da sua área de conhecimento e prática docente, dos seus métodos de objeto de conhecimento interdisciplinar e contextual e dos princípios orientadores do currículo, das áreas de competências específicas e das suas competências.

A reforma educacional da Base de Ensino Médio corresponde ao cenário econômico e político é afetada pela estrutura social. Visa superar os problemas de atrasos escolares, matrículas no ensino médio e baixas taxas de matrícula, isso também aconteceu devido à estágio anterior dos alunos que não concluíram com sucesso seus estudos, juntamente com a economia subdesenvolvida do país.

O argumento de que uma Base Comum é necessária, porque deve reduzir o isolamento social para que a educação escolar qualificada possa atender às necessidades de mercado da força de trabalho das pessoas em um país globalizado, garantindo assim as condições mínimas de qualidade do ensino, o que não se concretizou, pois embora os PCN e os documentos das Orientações Curriculares Nacionais esforcem por orientar o comum, a parte diversificada não tem diretrizes, resultando em múltiplas formas de sistemas de ensino ampliando a desigualdades regionais.



### 2.3.4 Formação para o mundo do trabalho

O núcleo do mundo da formação para o trabalho<sup>16</sup>, responsável pelo aprofundamento da formação geral básica de acordo com o itinerário, incluirá três unidades curriculares diferentes (conhecimento, formação profissional e técnica); áreas de conhecimento e ensino eletivo prática; e como uma unidade curricular obrigatória do ensino secundário Projeto de vida).

Figura 4 - Esquema da formação para o mundo do trabalho.



Fonte: (Pará, 2020).

Esta segunda nucleação voltada para o mundo do trabalho integra as quatro áreas de conhecimento com a educação profissional e técnica.

### 2.3.5 Nova matriz curricular

Seguindo uma análise semelhante ao que foi realizada para os tópicos a respeito da BNCC e do ENEN. Ao tratar das competências, habilidades e objetos de conhecimento o Quadro da Formação Geral Básica do Documento Curricular do Estado do Pará, no que tange a área de conhecimento Ciência da Natureza e suas Tecnologias e aos dois eixos relativos a BNCC:

A Competência um (01) fala:

<sup>16</sup> O mundo da formação para o trabalho visa ampliar o âmbito do trabalho e buscar compreender as relações de produção hegemônicas no atual sistema capitalista.

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (Pará, 2020).

É composta por sete habilidades, onde três estão relacionadas:

**(EM13CNT101)** Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

**(EM13CNT106)** Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/ benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.

**(EM13CNT107)** Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Referindo a formação para o mundo no trabalho. Neste documento, encontra-se os “QUADROS ORGANIZADORES CURRICULARES DAS ÁREAS DE CONHECIMENTO NA FORMAÇÃO PARA O MUNDO DO TRABALHO” (Pará, 2020), constando as competências, habilidades e os objetivos a serem alcançados.

Apresentar seus conceitos de metodologia teórica e sugestões de flexibilidade por meio do arcabouço organizacional interativo de aprofundamento do arranjo curricular, os cursos são estruturados para o currículo paraense pensado no “Novo Ensino Médio”. Dentro deste quadro, o Projeto de Vida articulada aos princípios e categorias de uma *Educação Profissional Técnica* relacionados as competências específicas da região, bem como competências gerais da BNCC, e seus respectivos objetos de conhecimento.

Ao analisar tal texto, observa-se que palavras-chaves como “elétron”, “eletricidade”, “corrente”, “corrente elétrica”, não foram usadas em nenhum momento no documento refletindo uma necessidade do emprego de uma maneira explicitada. Tais ausências levam-nos a realizar outra busca, agora, a respeito de “energia”, encontrando a referência abaixo:

(EMIFMAT05) - Identificar, investigar e analisar informações contidas em contas diversas (água, luz, energia, telefonia, faturas de cartões de crédito, entre outros) por meio de conhecimentos matemáticos e das ciências da natureza para o exercício da cidadania. (Pará, 2020).

Ao ensinar o aluno a ler um talão de registro de energia, auxilia-o no aprendizado de tabelas e gráficos, este tópico pode ser trabalhado dentro do objetivo da estrutura técnica curricular de matemática, bem como estratégia que faça com que o mesmo poupe gastos que pode ser auxiliada com um panorama físico de conservação de energia.

De maneira interdisciplinar matemática e física podem caminhar de mãos dadas, fazendo com que tais competências e habilidades sejam defendidas dentro da estrutura técnica curricular.

## 2.4 COMO ESTÁ OS CURSOS DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO

A Portaria do MEC nº12/2016 aprova o Guia do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego – de Cursos, este documento compara os cursos, seja estes iniciais, continuados ou profissionalizantes segundo a Lei nº 12.513, com carga horária mínima de 160 horas.

Embora haja um leque de especialidades, essencialmente, há três eixos de eletricitas que se ramificam em alguma particularidade: os residenciais, os prediais e os voltados a indústria (Educação, 2016).

Na construção de uma grade curricular que trabalhe conteúdos que englobem pontos centrais de um ensino técnico voltado para instalações elétricas, sejam elas residências de baixa tensão, de instalador predial de baixa tensão, de rede de distribuição de energia elétrica, de eletrotécnica, entre outros, é imprescindível que o aprendiz saiba conceitos-chave comuns a todos esses cursos, como por exemplo, corrente, tensão, resistência, circuitos, trabalhar com um multímetro, como evitar um curto-circuito na rede e processos de segurança que evitem um choque de uma corrente elétrica perpassando por seu corpo (ABNT NBR5410, 2004).

Analisando, a exemplo, grade curricular do projeto pedagógico do curso de Eletricista Instalador Residencial do SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), descrito na tabela 3:

**Tabela 3** - Grade curricular curso de Eletricista Instalador Residencial.

<b>ELETRICISTA INSTALADOR RESIDENCIAL</b>		
<b>CONTEÚDO</b>	1 - Teoria Eletrônica;	18 - Qualidade;
	2 - Fontes de Eletricidade;	19 - Ligação a Terra - Aterramento;
	3 - Corrente Elétrica - Definição;	20 - Fatores que Influenciam no
	4 - Circuito Elétrico;	Dimensionamento;
	5 - Resistência Elétrica;	21 - Proteção das Instalações Elétricas;

---

6 - Associação de Resistores em Série, em Paralelo e Mista;	22 - Dispositivos de Proteção contra Surtos - DPS;
7 - Tensão Elétrica;	23 - Circuito Alimentador e de Distribuição;
8 - Potência Elétrica;	24 - Corrente Alternada;
9 - Lei de Ohm;	25 - Emenda de Condutores;
10 - Primeira e Segunda Leis de Kirchoff;	26 - Instrumentos de Medição;
11 - Magnetismo;	27 - Leitura e Interpretação de Diagramas;
12 - Eletromagnetismo;	28 - Sistemas de Iluminação;
13 - Projeto de Instalações Elétrica;	29 - Técnicas de Inspeção de Sistemas de Redes Elétricas;
14 - Planejamento;	30 - Instalação de Quadro de Distribuição;
15 - Orçamento;	31 - Materiais, Ferramentas, Equipamentos e Instrumentos.
16 - Segurança do Trabalho;	
17 - Meio Ambiente;	

---

Fonte: (SENAI/CE, *s.d.*).

Note que há uma interseção de conteúdos a respeito de tópicos semelhantes nas **Tabelas 1 e 2**, o que é esperado, visto que objetivam a capacitação do aprendiz a realizar planos elétricos, bem como a manutenção de instalações elétricas, auxiliado das ferramentas e equipamentos especializados.

Como foi defendido em todo este capítulo, conceitos chaves de eletricidade encontram-se na Projeto Político Pedagógico do aluno do ensino médio, os quais são contemplados tanto pela (BNCC, Ensino Médio, 2021), quanto pelo (Pará, 2020), bem como pela (ENEM, Matriz de Referência, 2020). Tais correlações não são mero acaso, além de serem baseadas na (Ministério da Educação, BNCC, 2021), são conteúdos indispensáveis na para um ensino significativo que contemple o dia a dia do aprendiz, uma vez que a eletricidade e seus fenômenos rodeiam o cotidiano do aluno.

## **2.5 O PRODUTO EDUCACIONAL DENTRO DA PERSPECTIVA DO NOVO ENSINO MÉDIO**

O que acontece na rede pública é o conteúdo quase nunca é fechado, como consequência o aluno não consegue uma visão mais ampla do que é possível extrair do conteúdo da Eletrodinâmica, pois o professor acaba ficando restrito a transmitir o conteúdo e exercitar, geralmente voltando-se para o ENEM.

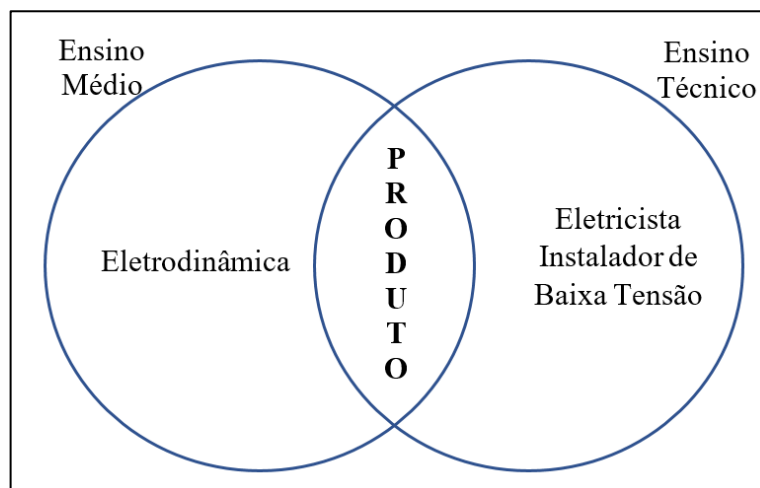
O ensino mecanizado é quase que totalitário no Brasil, ficando o aluno treinado a decorar o conteúdo para a prova, mas em sua maioria esquecendo após a mesma. Como implicação do ensino

mecânico, o aluno não consegue visualizar no seu dia a dia, tudo que poderia se fosse submetido ao ensino potencialmente significativo para ele.

É importante sempre buscar estratégias atrativas para que o discente extraia o máximo do conteúdo em aula e este consiga transmiti-lo extraclasse. Outro ponto que pesa bastante é o fato que não existe vagas na rede superior para todos os egressos do ensino básico.

Esta proposta busca estratégias de fazer com o aluno ao buscar um ensino técnico, faça de maneira muito mais engajada do que se quando recebesse um ensino mecanizado.

**Figura 5** - Proposta de intersecção curricular



**Fonte:** Autor, 2021.

O produto educacional encontra-se na intersecção das duas propostas de ensino. Diferente do ensino técnico que está voltado para a profissionalização do aprendiz, objetivando a sua entrada no mercado de trabalho. O conceito deste trabalho é trabalhar de maneira sutil, pontos necessários no ensino profissionalizante, bem como pontos estratégicos exigidos na BNCC, a fim de preparar o aluno para a vida, situações do cotidiano, o ENEM, o Ensino superior e/ou um possível ensino profissionalizante, caso seja, a pretensão do mesmo.

## Capítulo 3. REFERENCIAL PEDAGÓGICO

Nesse capítulo será discutido os aspectos teóricos referente a teoria de aprendizagem que ajudou na elaboração do produto educacional.

### 3.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Em um contexto, no qual o jovem acaba se distraindo facilmente, em decorrência de vários *distratores* no pós aula e até mesmo em sala de aula, é imprescindível para um educador buscar ferramentas que serão a sua fundamentação para um ensino mais enraizado, no sentido de fazer com que o aluno queira se aprofundar cada vez mais, seja com o auxílio de seu professor ou mesmo por conta própria.

Uma teoria em alta, na contemporaneidade, é a Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel – norte-americano de família judia – servirá de fundamentação teórica para este trabalho e, em termos físicos, servirá de *v<sub>o</sub>* – ponto de partida, motivação – para a fundação metodológica.

Vindo de uma educação mecanizada<sup>17</sup>, se deparou com várias situações que fizeram com que buscasse novos subsídios educacionais para que o aluno conseguisse aprender, mas de forma realmente significativa.

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo (MOREIRA, A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula, 2006).

Para Ausubel, só valerá apenas a aprendizagem quando for possível ampliar o conhecimento recebido e reconfigurar. Para ele, o aluno já traz algum tipo de aprendizado para a escola, não chegando, assim sendo, de maneira “vazia”. Nesse contexto, é importante considerar tal vivência de conhecimento fruto de algum histórico de aprendizado, partindo disto, ampliar essas informações com a adição do conhecimento repassado pelo professor, pelo uso do livro didático e demais experiência escolar. Com isso, possibilitaria uma ampliação e reconfiguração para uma aprendizagem no contexto significativo.

Averiguar pode parecer trivial, mas não é uma tarefa tão simples, pois sondar o conhecimento prévio do aluno é mapear sua estrutura cognitiva<sup>18</sup>. A estrutura cognitiva está relacionada com conceitos vividos pelo indivíduo e estruturados em seu cérebro de maneira hierarquizada, como ideias, interações, conceitos, experiências. Após isto, cabe ao professor, deverá ensinar de acordo com que o aluno já preconcebeu e sabe.

<sup>17</sup> Aprendizagem mecânica taxada como memorística, acontecendo por transferência de conhecimento.

<sup>18</sup> Tal abordagem iniciará com o Questionário Inicial, aplicado no primeiro encontro com a turma.

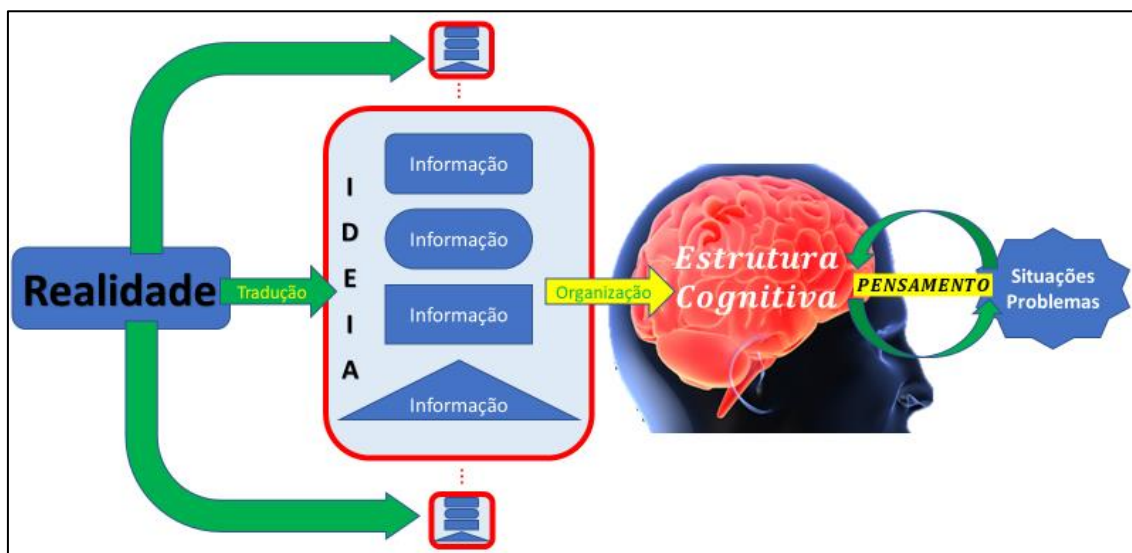
### 3.2 ESTRUTURA COGNITIVA

O ser humano busca dar significados ao meio no qual se encontra inserido, estabelecendo relações de significância à medida que as têm, e a este processo dar o nome de cognição. É importante dizer que isso (cognição – conhecer e dar significado), não é um processo estático e definitivo.

Talvez, você leitor já tenha passado por algo do tipo: ter um certo contado com algo através de uma certa experiência (ler um texto, ver um filme, visitar um ambiente) e a partir desta (a experiência) teve uma certa informação – (MOREIRA, A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula, 2006), apresenta um significado genérico, podendo representar conceito, ideia, proposições.

Contudo, quando revisitou tal experiência praticada do passado, teve um olhar diferente ou mesmo uma percepção mais geral, concreta daquela situação ou mesmo uma totalmente distinta da anterior. A estrutura de ancoragem das informações, chamada de *estrutura cognitiva* é passiva de ressignificação, no sentido de algum termo poder ser mais bem compreendido, através de novas experiências. É nesta estrutura que o indivíduo tem os seus primeiros significados, a partir do qual outros mais complexos são derivados.

**Figura 6** - Esquema de assimilação dos subsunçores por meio da estrutura cognitiva.



Fonte: Autor, 2021.

A estrutura cognitiva fará uma tradução da realidade. Essa estrutura é baseada em níveis, onde as informações adquiridas de experiências, são transformadas em informações que agruparão em ideias, a organização das ideias dão surgimento a esquemas dentro da estrutura cognitiva.

Quando o indivíduo é confrontado com alguma situação ou problema, cabe o pensamento cognitivo do mesmo, buscar no seu cognitivo algum pensamento dentro da sua estrutura que seja capaz de resolver tal dificuldade.

### 3.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria proposta do David Ausubel, é uma teoria cognitivista, onde trabalha com o conceito de os termos já estabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz, servindo de base aos estímulos de conhecimentos futuros. Assim, um novo conhecimento poderá ocorrer de maneira significativa se ancorando em vivências do aprendiz estabelecidas na sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem, na perspectiva significativa de Ausubel (Ausubel, 1963), ocorre quando a interação do novo conhecimento é estabelecida de forma **substantiva** e de maneira **não-arbitrária**, não caindo do céu para o aluno, com o conhecimento prévio, este serve de ancora para que o novo conhecimento ganhe significância.

Ao se falar de **substantividade** deve entender que o que será incorporado a estrutura cognitiva será de alguma maneira, substância para a estruturação do novo conhecimento, não se tratando em si de um termo em específico, uma vez que é possível expressar uma mesma ideia por meio de diferentes conjuntos de signos<sup>19</sup>.

Portanto, a aprendizagem significativa, não deve ser composta como um conjunto privado de palavras para tal ideia (a ser assimilada na estrutura cognitiva), mas uma possibilidade do aprendiz de fazer referência a um leque mais abrangente de significados no processo do seu aprendizado.

O subsunçor é, portanto, um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. Não é conveniente “coisificá-lo”, “materializá-lo” como um conceito, por exemplo. O subsunçor pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos. (MOREIRA, O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?, Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso. Aceito para publicação, Quiri, 23 de abril de 2010).

De forma **não-arbitrária**, faz referência de como a informação deve ser introduzida para a construção do conhecimento do aluno. O material elaborado deve ser construído de tal maneira que potencialize a introdução do novo conhecimento no processo mental, de percepção, memória, juízo e/ou raciocínio do aluno.

Uma vez, que não é com qualquer conjunto de ideias da estrutura do cognitivo que participará de uma aprendizagem significativa, é necessário a correlação com um conhecimento particular dentro de tal estrutura.

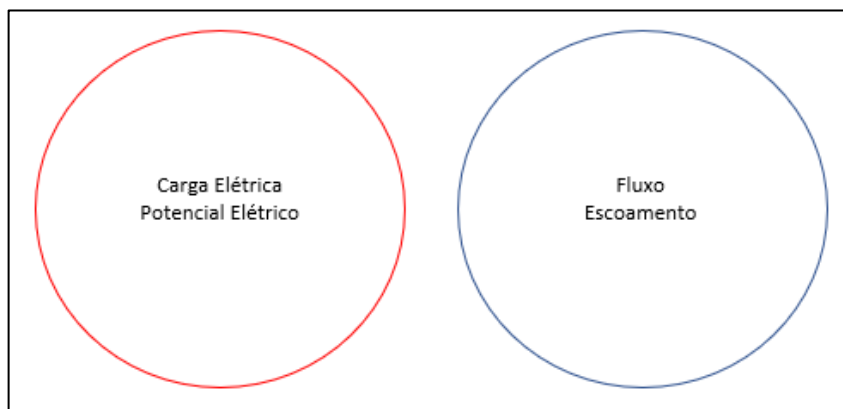
---

<sup>19</sup> Significados.



O conhecimento já adquirido do discente que se encontra estruturado no seu cognitivo é chamado de subsunçor. Subsunçor é o termo proposto (Ausubel, 1963) para representar uma ideia-âncora que seria um conhecimento relevante a estabilização da nova aprendizagem.

**Figura 7** - Subsunçores de Eletrostática (carga elétrica e potencia elétrico) e Hidrodinâmica (fluxo de escoamento).

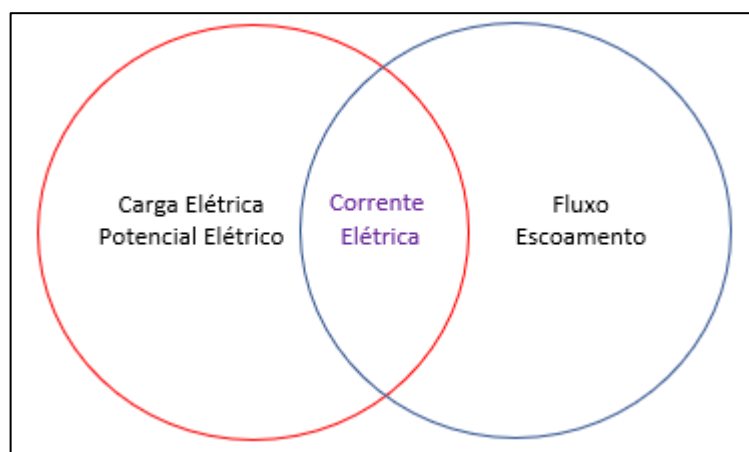


Fonte: Autor, 2021.

O conhecimento prévio do indivíduo passar a ser aspecto fundamental para a efetivação da aprendizagem significativa. Para um aluno familiarizado com conceitos de eletrostática como o de carga elétrica – sabendo que há cargas elétricas positivas e negativas – e potencial elétrico – em que distâncias diferentes de uma carga elétrica, acarretam uma diferença de forças nesses pontos – bem como o conceito de fluxo na hidrodinâmica – possuindo ciência que um fluido incompressível escoar quando há entre dois pontos uma diferença de pressão.

Portando, estes conhecimentos servirão de subsunçor para aprender uma nova informação que é o conceito de corrente elétrica<sup>20</sup>.

**Figura 8** - Subsunçores de Eletrostática e Hidrodinâmica se correlacionando para proginar um novo conhecimento.



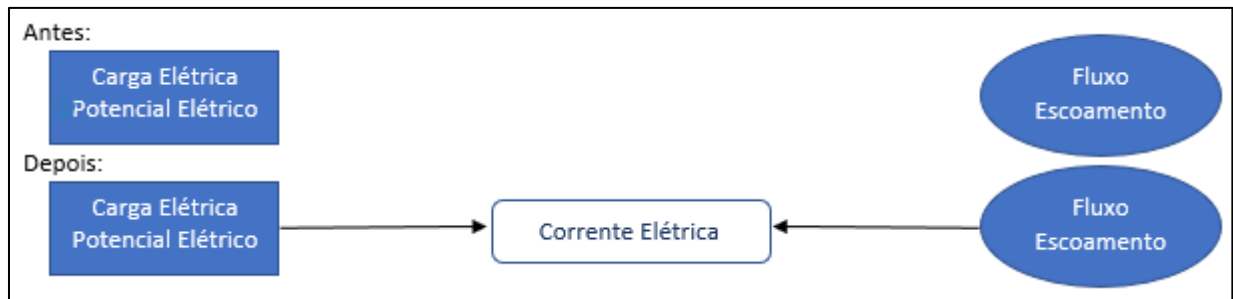
Fonte: Autor, 2021.

Nesse dinamismo, os subsunçores tomam uma maior abrangência e/ou adquirem uma maior estabilidade à medida em que os novos conhecimentos vão criando significado na estrutura

<sup>20</sup> Tal procedimento será abordado no segundo encontro da aplicação do produto, usando esse conhecimento prévio de âncora para a efetivação da aprendizagem sobre corrente elétrica.

cognitiva de quem está aprendendo. O indivíduo aprenderá que da mesma maneira que um fluido se movimentava quando entre dois pontos há uma resultante que difere de zero, uma carga elétrica adquire mobilidade quando entre dois pontos existe uma diferença entre seus potenciais. Nesse momento, sabe que a carga elétrica pode ser trabalhada em repouso ou em movimento, também nota que existem diferentes tipos de corrente como a de um fluido e a elétrica.

**Figura 9** - Idéias ancorando para uma nova informação.



Fonte: Autor, 2021.

Logo, seus subsunçores passaram por uma ressignificação, aumentando a sua abrangência, e isso ocorreu à medida que o aprendiz foi introduzido a nova informação. Mostrando que o ato de aprender não ocorre de maneira estática ou acabada, mas sim, de forma dinâmica.

## Capítulo 4. REFERENCIAL FÍSICO

A primeira observação da eletrificação de objetos por atrito perdeu-se na antiguidade (Reitz, Milford, & Christy, 1991). O domínio da natureza elétrica dos corpos teve início em 1600 quando William Gilbert (1544-1603) publicou seu tratado *De magnetice*, no qual descreveu que os corpos adquirem propriedades elétricas quando são atritados, tais como o âmbar, o vidro, o enxofre e o lacre (Nusseenzveig, 1997).

Em 1729 o físico inglês Stephen Gray (1666–1736) conseguiu conduzir eletricidade de um corpo para outro através de um fio de linho (Gaspar, Compreendendo a Física, 2013). A existência de dois tipos de cargas foi descoberta em 1733 por Charles François du Fay (1698-1739) onde mostrou haver duas formas diferentes e opostas de eletrização dos corpos, uma em que os corpos se atraem e outra em que eles se repelem.

O físico e político americano Benjamin Franklin (1706-1790) também fez contribuições valiosas para o domínio da eletricidade. Em 1750 Franklin mostrou que o processo de eletrização não cria cargas, apenas as transfere de um corpo para outro: o atrito entre os corpos modifica o estado de neutralidade elétrica dos corpos. Essa hipótese de Franklin constitui a mais antiga formulação de um princípio fundamental da física, a lei de conservação da carga elétrica (Nusseenzveig, 1997).

Assim nasce a ciência eletrostática, que é a compreensão da natureza elétrica dos corpos sobre o ponto de vista de cargas estáticas (sem movimento), cujo estudo se concentra na subárea da física denominada eletrostática.

**Figura 10** - Linha temporal do desenvolvimento da eletrostática



Fonte: Autor, 2021.

Demonstração da estrutura eletrônica caminhando do discreto para o contínuo a medida em que o quantitativo de átomo cresce.

Observe que na história da física, somente a partir de 1600 que começamos a compreender as propriedades elétricas da matéria. Foram necessários 150 anos (1600 a 1750), aproximadamente, para desenvolver os fundamentos da eletrostática. A partir de então, as sociedades modificaram incrivelmente a ponto de estarmos totalmente dependentes da eletricidade.

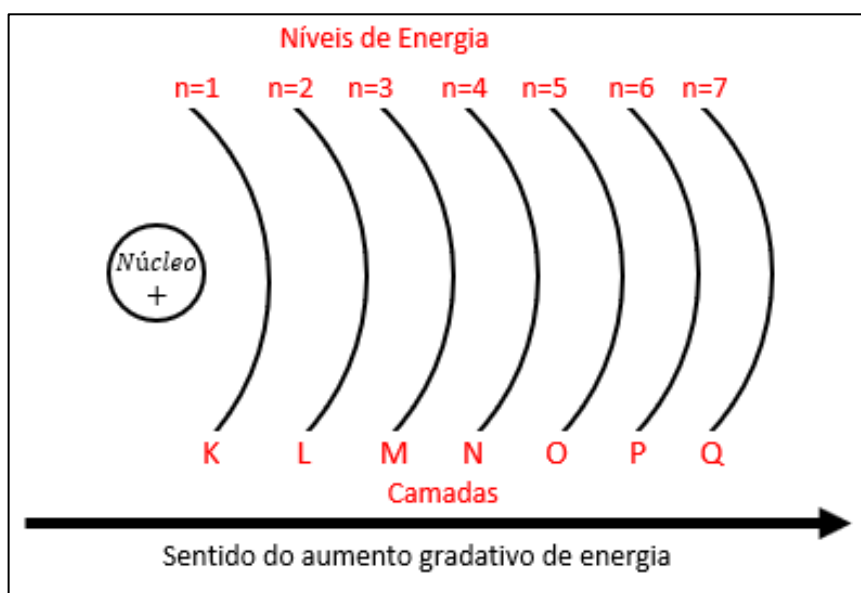
O domínio da eletricidade tem levado a lugares cada vez menos esperados e surpreendentes. Embora as pesquisas atuais sejam em sua maioria relativas ao domínio da física quântica a eletrostática ainda desenvolve papel importante no desenvolvimento de novas tecnologias.

#### 4.1 CONDUTORES E ISOLANTES

Segundo De Broglie, 1924, o elétron possui comportamento dual: dependendo do tipo de observação o elétron possui características corpusculares (por exemplo, o momento linear) e ondulatórias (como difração e interferência). Segundo a mecânica quântica, o estado do elétron pode ser descrito através de uma função de onda a ser quantizada. Pelo princípio da quantização de energia, tal função apresenta quantidades específicas de energia, chamadas de autovalores.

Os autovalores, são níveis de energia que os elétrons no átomo poderão assumir. Tais níveis ou camadas de energia, são sete (07) em ordem crescente de energia: K, L, M, N, O, P e Q, como mostra a Figura 11.

**Figura 11** - Níveis Energéticos

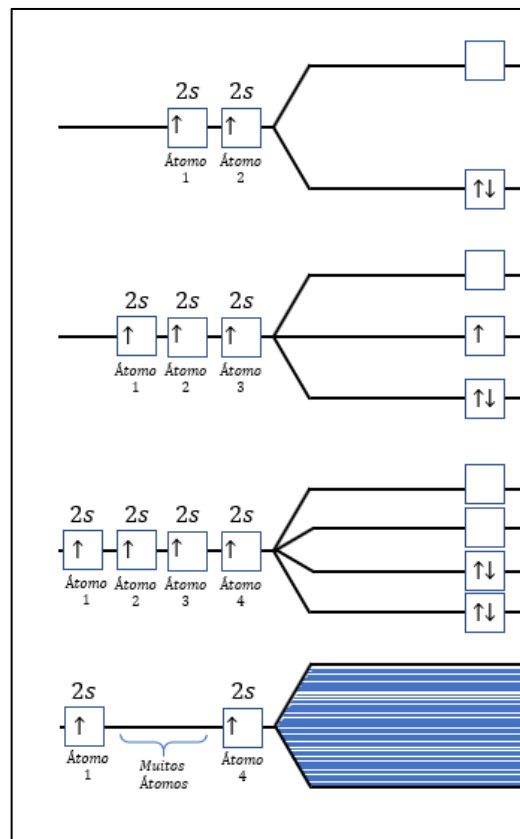


Fonte: Autor, 2021.

No caminho da construção da diferenciação entre um condutor e um isolante, supunha que um conjunto de átomos ou de moléculas é encontrado arranjado de maneira a se repetir no material. Tal arranjo periódico recebe o nome de estado cristalino, onde a menor unidade da estrutura, usada

na repetição periódica é chamada de célula primitiva, algo que ocorrer com o comprimento de onda em uma onda periódica.

**Figura 12** - Demonstração da estrutura eletrônica caminhando do discreto para o contínuo a medida em que o quantitativo de átomo cresce.



Fonte: Autor, 2021.

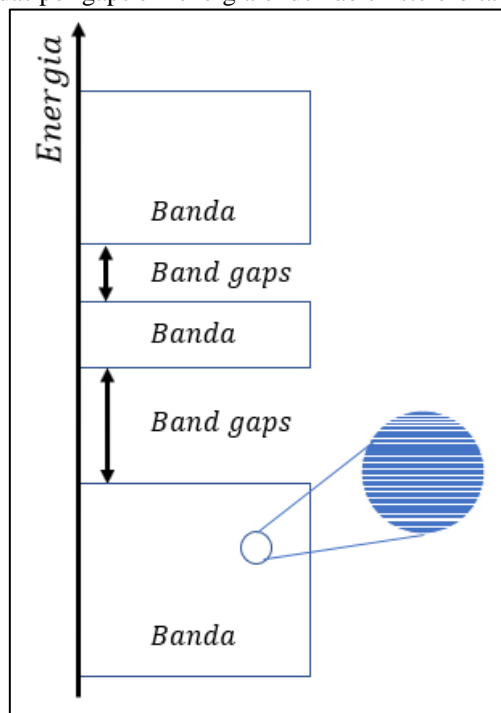
o momento que é colocado um átomo em uma estrutura cristalina (por exemplo, um condutor, um isolante ou um semiconductor) a distribuição eletrônica desses átomos irá se ajustar na estrutura cristalina para que forme uma configuração de equilíbrio das cargas elétricas.

Quanto maior o número de átomos, os níveis energéticos dos orbitais estabelecerão grande proximidade, em decorrência da superposição, que será possível considerar virtualmente uma banda contínua de energia.

Assim, quando o equilíbrio é alcançado, já não é formado mais níveis discretos de energia, como em um átomo isolado, mas faixas, regiões, volumes de energia, onde a energia variará continuamente.

No contexto, desta distribuição energética, elétrons mais externos acomodarão, ficando distribuídos nestas bandas, chamadas de banda de valência.

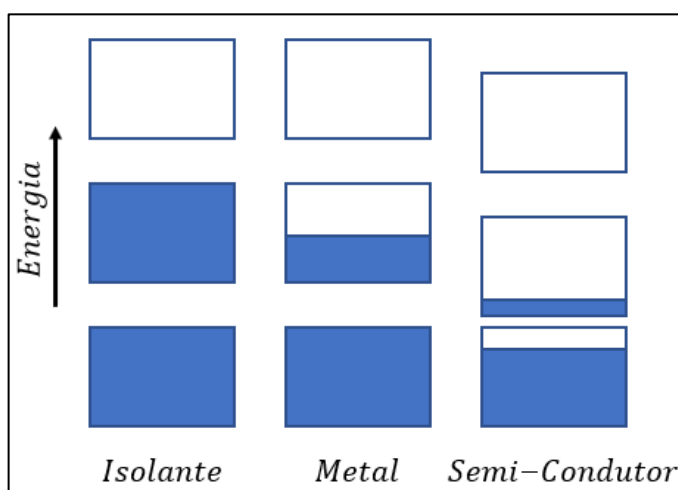
**Figura 13** - Representação da estrutura eletrônica de um sólido caracterizada pela alternância de bandas de orbitais, separadas por gaps em energia onde não existe orbital algum.



Fonte: (Shriver & Atkins, 2003).

Ao excitar o átomo, há uma probabilidade de o elétron que se encontra na camada de valência ir para uma outra camada mais energética que se encontra vazia. Tais camadas vazias, recebem o nome de camadas de condução. A camada de condução está relacionada aos outros orbitais possíveis do átomo, os quais se encontram nele, mas não estão sendo ocupadas, pois não há energia suficiente para isso ocorrer.

**Figura 14** - Estrutura de bandas em isolante, condutor e semiconductor.



Fonte: Autor, 2021.

Note que o isolante possui sua banda de valência totalmente preenchida e os elétrons não podem se mover. Já no metal a banda de condução encontra-se parcialmente ocupada. E o semiconductor apresenta uma propriedade intermediária (Unicamp, s.d.).

Ao aplicar uma voltagem, os elétrons irão ganhar energia, sendo possível perceber a diferença entre um isolante, condutor e semiconductor. Com a diferença de potencial, os elétrons agem quase que instantaneamente ao campo elétrico aplicado no material. No condutor, como estão livres, pois a banda de valência e a de condução ficam bem próximas, qualquer energia a mais que seja doada, os elétrons se excitam e vão para a banda de condução, onde podem andar livremente e é isso que dando origem a corrente elétrica em um condutor.

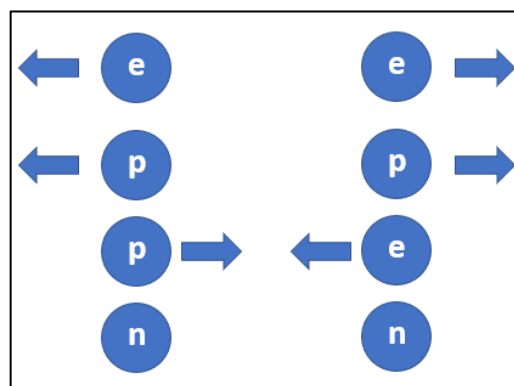
Já nos isolantes, a camada de valência é separada por uma energia muito grande da ordem de energia da camada que forma os orbitais da banda de condução. Assim, quando o material é submetido a uma ddp, os elétrons se excitam, porém não tem energia suficiente para vencer essa barreira de potencial que é esta diferença de energia, responsável por fazer com que eles migrem para esta camada mais energética, chamada de condução, a qual faz com que haja uma corrente elétrica. Desta forma, o isolante não conduz uma corrente elétrica, ficando os elétrons excitados localmente. Uma coisa interessante, é se continuarmos a aumentar a voltagem, por um breve período esse isolante conduzirá corrente elétrica, mas isso acarretará a quebra dessa estrutura cristalina do isolante.

No semiconductor, ocorre algo intermediário. A camada de valência está separada da de condução, mas a energia entre as duas não é tão alta quanto no isolante e nem tão baixa, quanto no condutor. Geralmente, a dimensão da banda proibida é pequena, sendo da ordem de 02 eV (dois elétron-volts).

## 4.2 A CARGA ELÉTRICA

A matéria como a conhecemos é constituída por átomos que, por sua vez, é constituído por partículas menores denominadas prótons, elétrons e nêutrons. Estas partículas quando na presença uma das outras, apresentam certos comportamentos característicos.

**Figura 15** - Atração e repulsão entre cargas.



Fonte: Autor, 2021.

Foi observado que quando se colocava um próton ou um elétron na presença de seu semelhante, um comportamento repulsivo era apresentado, e quando um próton e um elétron eram

colocados na presença um do outro, estes demonstravam uma tendência a se atraírem (Nusseenzveig, 1997). Entretanto, quando colocavam um nêutron na presença de outro nêutron, não se manifesta nem atração ou repulsão.

A fim de diferenciar esse comportamento, usaremos o conceito de carga elétrica. Cargas de mesmo tipo apresentaram uma força de afastamento, enquanto de sinais contrários de aproximação. Em (Nusseenzveig, 1997) diz:

A existência de dois tipos diferentes de cargas foi descoberta por Charles François du Fay em 1733, quando mostrou que duas porções do mesmo material, por exemplo âmbar, eletrizadas por atrito com um tecido, repeliam-se, mas com o vidro eletrizado atraía o âmbar eletrizado. O tipo de carga que chamou de “vítrea” foi depois chamado por Benjamin Franklin de positiva, a “resinosa” recebeu o nome de negativa.

Assim, é dada, arbitrariamente, o sinal positivo a carga do próton e negativa ao elétron, e nula ao nêutron.

A menor quantidade de carga existente isolada na natureza é a carga do elétron e esta tem intensidade (módulo) equivalente ao do próton, tal valor recebe o nome de carga elétrica elementar,  $e$ , que vale

$$e = 1,602\ 177 \times 10^{-19} C,$$

a unidade de carga elétrica é o Coulomb (C), no Sistema Internacional de Unidades.

Este valor se chegou através de um experimento histórico, conduzido por Robert Andrews Millikan, ganhando em 1923 o Nobel de Física por tal aferição por meio da eletrização de gotículas de óleo.

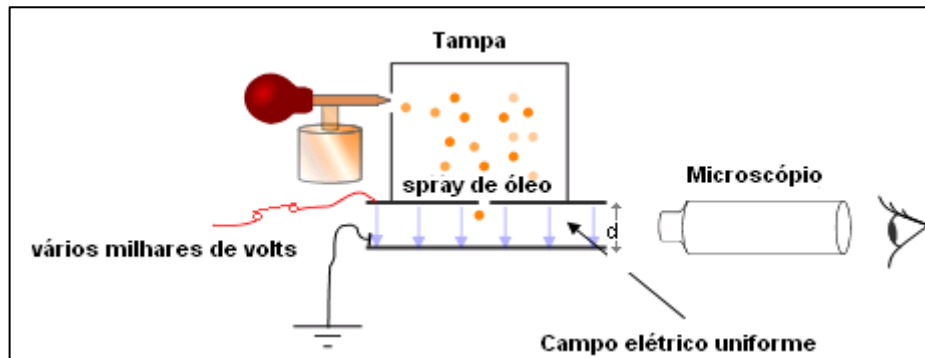
A determinação do valor da carga  $e$  do elétron em 1909 (Machado K. D., Teoria do Eletromagnetismo, 2000) é comprovação do excelente experimentador que Millikan era. Inicialmente, se propôs a reproduzir e refinar métodos que buscavam quantizar a carga do elétron, realizados por J. J. Thomson e H. A. Wilson no ano de 1903, que foi uma implementação mais apurada do método de outro estudante de Thomson, C.T.R. Wilson, a chamada câmara de Wilson que consistia em uma câmara de nuvem de bolhas, onde encontraram para a carga do elétron um valor de  $1,04 \times 10^{-19}$  Coulomb (dos Santos C. A., 1995).

Em 1907, através do método científico, Millikan e seu estudante Begeman iniciaram o refinamento do método Thomson-Wilson, encontrando basicamente o mesmo valor para a carga do elétron. É possível dividir em três fases metodológicas. A primeira, foi basicamente a de reproduzir o mesmo pelos experimentadores anteriores. O segundo método, foi uma tentativa de isolar gotas através de um campo elétrico intenso, onde os terminais estão submetidos a uma diferença de potencial em torno de 10 kV, na tentativa de estacionar gotas na parte de cima da nuvem de vapor d'água. Com tal método, encontraram valores da ordem de  $1,56 \times 10^{-19}$  Coulomb. Ao se submeter a nuvem a um campo bem intenso, ocasionava um problema de evaporação acelerada da nuvem,



Millikan chegou ao que é conhecido por experimento da gota de óleo. O óleo foi escolhido por ser uma substância que evaporava com menos facilidade que a (dos Santos A. C., 2000).

**Figura 16** - Esquema do Experimento de Millikan



Fonte: (Wikipedia, s.d.).

O terceiro método, conhecido como experimento de Millikan, consiste em um capacitor de placas horizontais e paralelas, submetida a uma ddp. Por meio de um borrifador, gotas de óleos, que sofrera eletrização por atrito e adquiriram uma pequena carga  $q$ , são introduzidas ao equipamento. Quando entrem no capacitor, são submetidas a um campo elétrico  $\vec{E}$ , o que ocasiona um aparecimento de uma força de intensidade  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ , além da resistência do ar e o seu peso  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ , sendo  $m$  a massa da gotícula e  $\vec{g}$  a aceleração gravitacional terrestre. O microscópio serve para medir a velocidade da gota, mediante o tempo que a mesma leva para atravessar uma distância  $d$  entre duas marcas no equipamento.

No momento, em que a gota parar, se encontrará em equilíbrio estático, onde  $\sum \vec{F} = 0$ . Assim, desprezando a resistência do ar pelo fato de não existir movimento.

$$\vec{F}_{Elétrica} = \vec{P}. \quad (1)$$

Assim, após estudar várias gotas, Millikan teve como resultado de sua aferição múltiplos inteiros de  $e$ , sendo assim, a partícula quantizada em valores múltiplos deste valor da carga elétrica elementar  $e$ ,

$$q = n \cdot e. \quad (2)$$

Quando se fala de quantidade de matéria distribuída em um corpo, é o usado o termo densidade, que nada mais é que

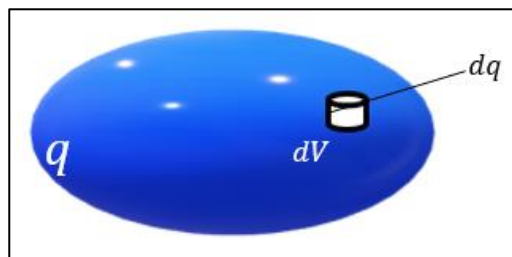
$$d = \frac{m}{V}. \quad (3)$$

De maneira análoga, a chamada densidade de carga relaciona a carga em um corpo. Imagine, assim, que em um volume  $V$  de um corpo está bem espalhada uma quantidade de carga  $q$ , passando a ser associado ao mesmo, uma distribuição volumétrica contínua  $\rho$ .

$$\rho = \frac{q}{V} = \frac{dq}{dV}. \quad (4)$$

Para apenas uma pequena amostra  $dV$ , a relação de densidade é preservada em virtude da homogeneidade da quantidade de carga distribuída.

**Figura 17** - Carga volumétrica.

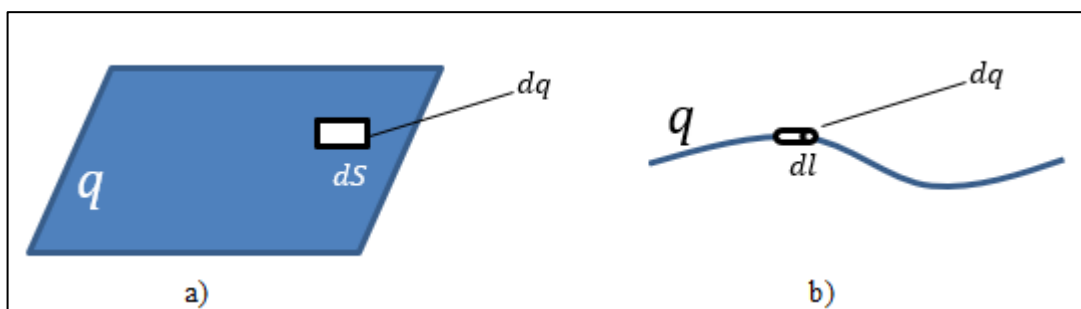


Fonte: Autor, 2021.

Logo, é possível escrever um diferencial de carga  $dq$  presente no volume em termos de,

$$dq = \rho dV. \quad (5)$$

**Figura 18** - a) Carga superficial; b) Carga linear.



Fonte: Autor, 2021.

Uma distribuição contínua em um condutor linear ou plano, também é empregado o conceito de densidade de carga,

$$dq = \lambda dl, \quad (6)$$

$$dq = \sigma dS, \quad (7)$$

onde  $\lambda$  e  $\sigma$  são, respectivamente, as densidades linear e superficial, onde  $dl$  e  $dS$  são, nesta ordem, elementos infinitesimais de comprimento ( $l$ ) e área ( $S$ ).

Caso, a carga não esteja uniformemente distribuída, é necessário escrever a densidade de carga como uma função da posição  $\vec{r}$ , sendo  $\rho(\vec{r})$ ,  $\sigma(\vec{r})$  e  $\lambda(\vec{r})$ , as densidades, concomitantemente, volumétrica, superficial e linear em funções das três coordenadas por meio do vetor posição  $\vec{r}$ .

#### 4.3 MEDIDA DA CARGA ELÉTRICA: A LEI DE COULOMB

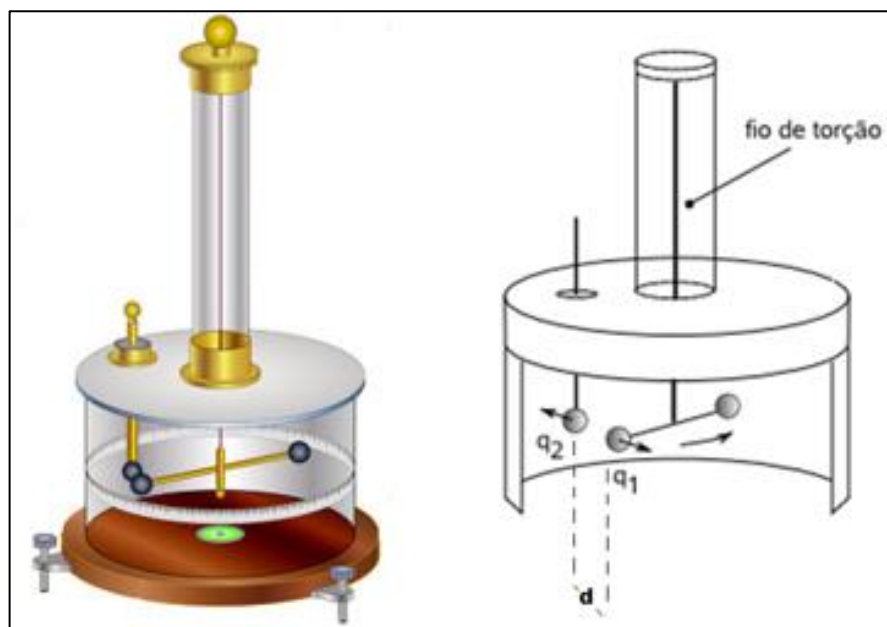
A força elétrica é extremamente relevante na nossa vida. É ela que, em última análise, une os átomos para formar as moléculas, e estas para formar todas as estruturas vivas. A interação elástica da mola é produto das forças elétricas entre seus constituintes, e o atrito decorre das forças elétricas entre os átomos e as moléculas dos materiais que são postos em contato. Sendo assim, é muito importante obter expressões quantitativa para a força elétrica. (Machado K. D., Teoria do Eletromagnetismo, 2000).

Nesse contexto, é imprescindível uma relação matemática que relacione os corpos que eletrizados, a fim de que seja possível prever situações físicas e seus desdobramentos. Como veremos, este caminho não foi fácil, mas com um bom processo de experimentações, se chegou ao foco deste tópico.

Joseph Priestley, no ano de 1767, publicou seu livro com o nome "*The History and Present State of Electricity*" (*A História e o Estado Presente da Eletricidade*) (Priestley, 1767), no qual replicou muito experimentos relacionados a eletricidade, que demonstraram não haver acúmulo de eletricidade nas cavidades dos corpos. Assim, inferiu, indiretamente, que a força de repulsão ou atração entre as cargas elétricas deveria variar com o inverso do quadrado da distância que as separam, o que foi comprovada por Coulomb.

No ano de 1785 (Pinheiro, 2017), Charles-Augustin de Coulomb fazendo uso da chamada balança de torção (*adaptada por Cavendish, posteriormente, para a determinação da constante gravitacional, G*) inicia uma investigação experimental para identificar uma lei que descrevesse as forças de interação entre corpos eletrizados. A balança de torção utilizada por Coulomb consistia em um fio isolante com duas esferas em uma de suas extremidades, sendo uma das esferas usada como um contrapeso para manter em equilíbrio, e na outra uma agulha que servia de porteiro para demonstrar o ângulo de torção.

**Figura 19** - a) Balança de torção de Coulomb e b) Modelo esquemático.



Fonte: (Mundo Educação, s.d.).

Com o sistema, inicialmente, em equilíbrio, carregava-se uma das esferas com uma carga de intensidade  $q_1$ , após isso aproximava-se de uma segunda que estaria eletrizada com  $q_2$ .

Com a mudança da distância entre as duas esferas motivadas pela atração ou repulsão, conseguiu inferir a força associada neste processo, em razão da torção da fibra.

**Figura 20** - Charles de Coulomb e seu famoso experimento da balança de torção



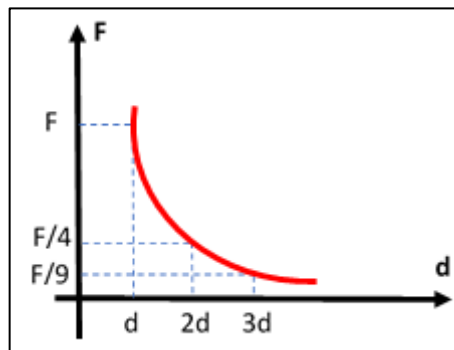
Fonte: (Mundo Educação, *s.d.*).

Coulomb notou que ao aumentar o valor das cargas  $q_1$  e/ou  $q_2$  a intensidade da atração ou repulsão aumentava de maneira proporcional

$$F \propto q_1 q_2,$$

ou seja, dobrando, triplicando, quadruplicando uma das cargas, a força dobraria, triplicaria, quadruplicaria.

**Figura 21** - Força em função da mudança da distância entre as cargas elétricas.



Fonte: Autor, 2021.

Percebeu que ao varia a distância entre as cargas, isso impactava no módulo da força, contudo de maneira inversamente proporcional

$$F \propto \frac{1}{d^2},$$

em outros termos, quando se dobrando, triplicando, quadruplicando tal distância  $d$ , a força reduziria (em relação a  $F$  que se encontra a uma distância  $d$ ) intensidade em quatro, nove, dezesseis vezes o seu valor, sendo praticamente, desprezível para grandes distâncias. Em contraponto, ao aproximar as cargas, a força ganhava vigor (reduzindo a distância a metade, a força quadruplicava). Assim,

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{d^2}.$$

Introduzindo uma constante de proporcionalidade  $k$ , chamada de constante eletrostática do meio (diferentemente, da constante universal,  $G$ ), dependendo da permissividade do mesmo (Halliday, Resnik, & Krane, 2004). Tem seu valor máximo no vácuo, definida por

$$k_o = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} = 8,987551790 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2,$$

onde a constante de permissividade elétrica do vácuo vale,  $\epsilon_o = 8,85418781762 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$ , a qual está relacionada ao meio em que as cargas estão. Com isso, chegamos a lei que exprime os resultados de Coulomb,

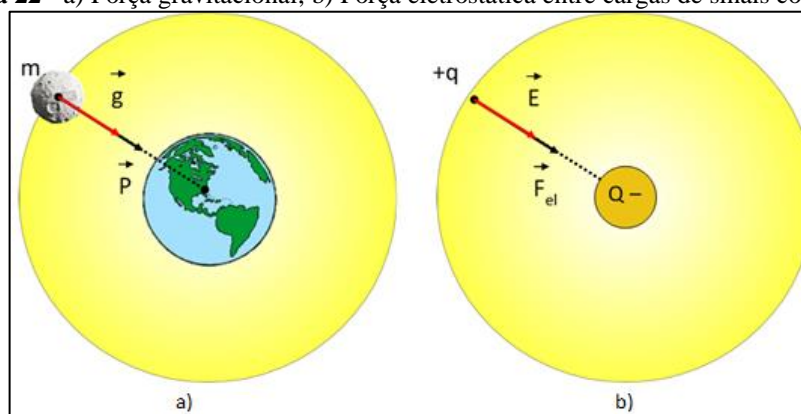
$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}. \quad (8)$$

Essa lei é muito semelhante a lei da gravitação universal de Isaac Newton,

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}. \quad (9)$$

Motivo este que fez com que Daniel Bernoulli propusesse tal expressão, em 1760, mas puramente com base em analogias anos antes que Coulomb, mas sem sucesso em sua comprovação experimental de forma direta, havendo tal necessidade.

**Figura 22** - a) Força gravitacional; b) Força eletrostática entre cargas de sinais contrários.

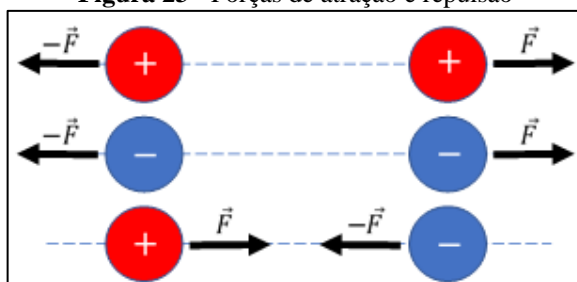


Fonte: Autor, 2021.

Note que as duas leis têm o mesmo formato. Isto é decorrente que ambas as forças de natureza de campo, apresentarem um formato radial, ligando ambos (sejam estas massas ou cargas) por uma distância central aos corpos, dando o carácter do inverso do quadrado. Ambas são chamadas de conservativas, isso quer dizer que em um mesmo alcance radial, a força preservada, independentemente do caminho adotado entre dois pontos, precisando apenas da posição inicial e final. Permitindo escrever seus campos em termos do gradiente dos potenciais, elétrico ( $\vec{E} = -\nabla V$ ) e gravitacional ( $\vec{g} = -\nabla U_g$ ).

Como distinção, pelo fato de a força gravitacional depender das massas que são grandezas escalares positivas, consequentemente, tal força de cunho atrativa. Em contraponto, a força eletrostática, formada por cargas elétricas positivas e/ou negativas, poderá ser tanto atrativa bem como repulsiva.

**Figura 23** - Forças de atração e repulsão



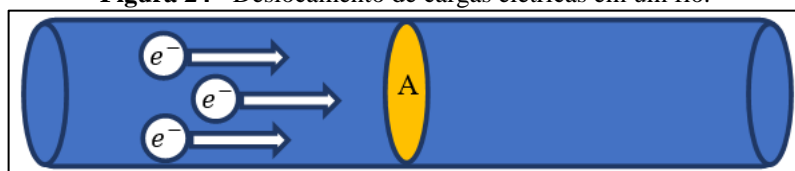
Fonte: Autor, 2021.

É importante ressaltar que a terceira lei de Newton, diz que “*para toda ação, surge uma reação de mesma intensidade (módulo) e direção (segmento de reta que passa pelos dois corpos), contudo no sentido contrário*”. Portanto, ambas as forças terão a mesma grandeza de intensidade, pois depende do valor das duas cargas.

#### 4.4 CORRENTE ELÉTRICA

A corrente elétrica,  $i$ , é o fluxo dos portadores de carga durante o tempo. Na perspectiva do ensino médio, os condutores apresentados serão os sólidos, conseqüentemente, os portadores de carga elétrica, serão os elétrons livres.

**Figura 24** - Deslocamento de cargas elétricas em um fio.



Fonte: Autor, 2021.

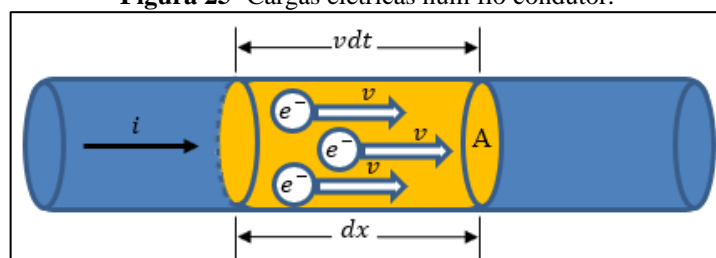
A intensidade da corrente é a quantidade de carga elétrica que passará através do fio condutor em um instante de tempo

$$i = \frac{dq}{dt}. \quad (10)$$

A unidade de corrente elétrica no Sistema Internacional é o Ampère (A), que expressa a passagem de 01 C ( $6,415076 \times 10^{18}$  elétrons) em uma seção de um fio condutor a cada segundo.

Se um número N de portadores de carga elétrica (*aqui os elétrons livres*) atravessar uma seção de um condutor A com uma velocidade  $v$  durante um intervalo de tempo  $dt$ , percorrerá uma distância  $dx$ .

**Figura 25**- Cargas elétricas num fio condutor.



Fonte: Autor, 2021.

É possível relacionar a quantidade de corrente  $i$  que passará por este volume  $Adx$  no elemento infinitesimal  $dt$ , através de uma densidade de corrente  $j$ .

$$j = \frac{i}{A} \quad (11)$$

Como o meio do condutor, possui inúmeras cargas livres (*elétrons*) é possível relacionar a um elemento infinitesimal de volume,  $dV$ , uma densidade de carga volumétrica  $\rho$ .

$$j = \rho v \quad (12)$$

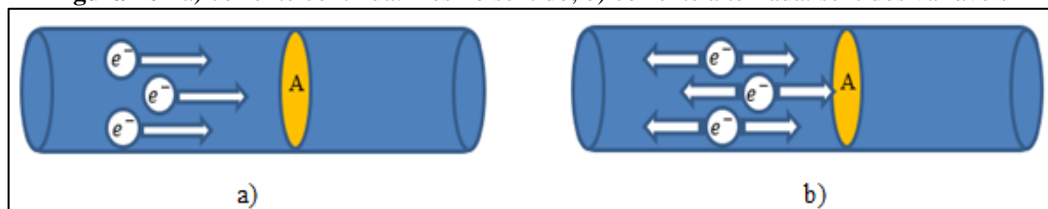
Podemos escrever a corrente em função de sua densidade,  $j$ , e esta por sua vez em relação a densidade de carga  $\rho$ .

$$i = jA = \rho vA \quad (13)$$

Dependendo do condutor haverá um sentido de corrente. Para o nosso estudo, é trabalhado o condutor do tipo metálico, no qual o portador de carga é o elétron, havendo dois sentidos. Um chamado de convencional, dado pelas cargas positivas, no mesmo sentido do campo elétrico. O outro, chamado de sentido real é o dos elétrons livres, contrário ao campo, que é produzido por uma diferença de potencial entre dois pontos,  $ddp$ .

A corrente elétrica que passará pelo fio condutor, poderá ser contínua (c. c.) ou alternada (c. a.).

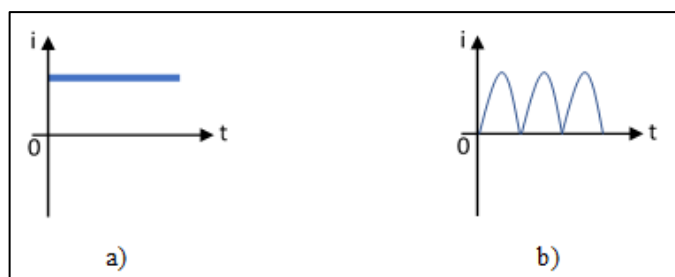
**Figura 26** - a) corrente contínua: mesmo sentido; b) corrente alternada: sentidos variáveis



Fonte: Autor, 2021.

A corrente é contínua quando os portadores de carga elétrica, mantêm o sentido, seja o seu movimento constante ou pulsante. Nas baterias, como as pilhas, temos uma corrente constante, mantendo sempre a quantidade de cargas elétricas passando pela secção transversal do condutor por unidade de tempo. Já as do tipo pulsante, cuja intensidade, em geral, passa periodicamente por valores de máximos e mínimos, pelo condutor, embora que no mesmo sentido.

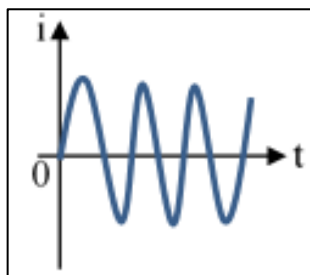
**Figura 27** - a) corrente contínua constante; b) corrente contínua pulsante



Fonte: Autor, 2021.

A corrente alternada é a corrente presente nas residências e indústrias, pelo fato de variar, apresenta uma oscilação, a qual apresenta uma frequência em torno de 60 ciclos a cada segundo.

**Figura 28** - Corrente alternada



Fonte: Autor, 2021.

Este formato de alternância da corrente é decorrente da maneira na qual, é gerada nas usinas elétricas, por meio da variação do fluxo do campo magnético no decorrer do tempo (rotação de uma bobina em um campo magnético) gerando uma força eletromotriz, induzindo o aparecimento de uma corrente, no caso alternada, pela alternância deste campo magnético,

$$\Delta\Phi \rightarrow \varepsilon \rightarrow i_{induzida} .$$

Uma grande vantagem da corrente alternada, motivo este que permitiu sua utilização nos lares, é a sua capacidade de percorrer grandes distâncias, pois sua voltagem é facilmente amplificada ou reduzida com o uso de transformadores, o que possibilita a energia elétrica ser propagada através de linhas de alta voltagem (tensão alta) da cidade onde é produzida a de destino, e ser reduzida ao valor usado, de 110 V ou 220 V, nas residências.

#### **4.5 CIRCUITOS ELÉTRICOS: LIGAÇÕES EM SÉRIE E EM PARALELO**

O caminho total onde se pode estabelecer uma corrente elétrica, recebe o nome de circuito elétrico. Na abordagem da eletrodinâmica, é mais interessante uma representação mais simplificada do problema física, facilitando a análise da situação apresentada. É por esta razão que antes de se falar de ligações em série e paralelo, é importante descrever um pouco desta representação que facilita o entendimento.

No decorrer de tratamento teórico, a representação de alguns elementos presentes no circuito o leitor precisa fazer conhecimento são eles, a representação: do fio condutor, da resistência dos componentes, de instrumentos de medição e de aparelhos ligados ao circuito. O fio condutor que é ligado no sistema é representado por uma linha, este pode ser idealizado, ou seja, não apresentar uma resistência interna ou mais próximo do que temos na realidade, apresentando assim, uma dada resistência decorrente do material que o fio condutor é feito.

**Figura 29** - Fio condutor.



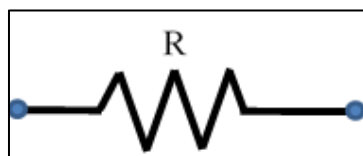
Fonte: Autor, 2021.



A corrente que passará por este fio condutor poderá ser contínua (c. c.) ou alternada (c. a.)

Os aparelhos ou mesmo o próprio condutor, apresentam uma certa resistência a propagação de corrente elétrica, para representar isso, é o usado o resistor.

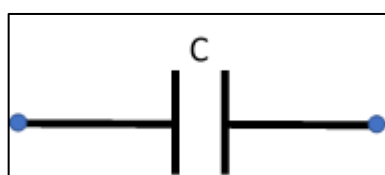
**Figura 30** - Representação de um resistor em um circuito



Fonte: Autor, 2021.

Quando um dispositivo necessita armazenar uma quantidade de corrente, é introduzido no circuito a representação do capacitor.

**Figura 31** - Representação de um capacitor em um circuito



Fonte: Autor, 2021.

Estes dispositivos participam, também, de circuitos retificadores, que são destinados na conversão da energia alternada em contínua.

Para que as cargas elétricas possam adquirir movimento dentro do circuito é necessário que haja um ímpeto a tal deslocamento. Tal papel é dado pelo gerador, que gera no sistema uma diferença de potencial elétrico, fazendo que a corrente siga um sentido preferencial.

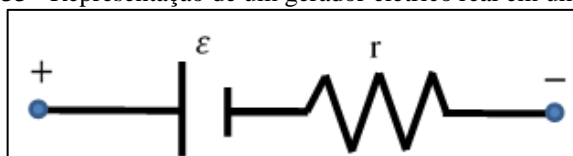
**Figura 32** - Representação de um gerador elétrico ideal em um circuito



Fonte: Autor, 2021.

A diferença de potencial existente entre os seus terminais é denominada de força eletromotriz (fem), simbolizada por  $\varepsilon$ . Entretanto, quando a corrente é percorrida nos terminais do gerador, a energia que é realmente utilizada ( $U$ ) no sistema, acaba sendo menor que a produzida, isso ocorre porque o próprio gerador, como todo condutor, apresenta uma resistência elétrica. Essa resistência é denominada de resistência interna do gerador ( $r$ ).

**Figura 33** - Representação de um gerador elétrico real em um circuito



Fonte: Autor, 2021.

$$U = \varepsilon - r \frac{dq}{dt} \quad (14)$$

Caso o gerador seja considerado como ideal, a resistência interna é desprezada passando a ddp entre os terminais, igual a força eletromotriz. Outras vezes, a resistência do circuito já leva em consideração a interna do gerador.

#### 4.6 RESISTÊNCIA E LEI DE OHM

**Figura 34** - Georg Simon Ohm (Deutsches Museum, Munich).



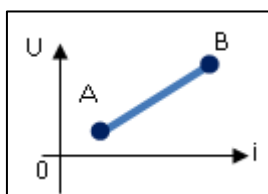
Fonte: (CAVALCANTE, *s.d.*).

Em 1826, Georg Simon Ohm descreveu o caráter resistivo do condutor, relacionando a condução de corrente elétrica em um corpo condutor a tensão que o mesmo é submetido ou (de uma maneira semelhante a lei de condução térmica) capacidade que um dado condutor apresentada. Ohm notou, em alguns materiais, a relação de proporcionalidade entre a corrente elétrica e a diferença de potencial. Tal relação conhecida, hoje, como primeira lei de ohm,

$$R = \frac{U}{i} \quad (15)$$

mostra que a resistência se mantém a mesma para um dado material, assim como consequência do aumento da voltagem submetida do corpo condutor, ocorrer um acréscimo das cargas que estão movimentando no mesmo (elevação proporcional da corrente elétrica,  $i$ ), e se diminuir tal diferença entre os pontos do condutor, a corrente decresce também.

**Figura 35** - Gráfico característico de um condutor ôhmico.



Fonte: Autor, 2021.

Um condutor ôhmico apresenta gráfico com comportamento constante, caracterizado por uma reta. Observe que no intervalo delimitado pelos pontos A e B, o condutor expressa a característica de proporcionalidade descrita anteriormente. Por não apresentar tal comportamento, fora do [A,B], é dito como não-ôhmico. Assim, como a resistência não é constante, o gráfico não seria uma reta. David J. Griffiths, diz que,

Para fazer uma corrente fluir, você tem de empurrar as cargas. A velocidade com que elas se movem, em resposta a um determinado empurrão, depende da natureza do material. Para a maioria das substâncias, a densidade de corrente  $j$  é proporcional a força por unidade de carga,  $\vec{f}$ . (Griffiths, 2011).

$$\vec{j} = \sigma \vec{f}, \quad (16)$$

onde  $\sigma$  é a condutividade do material.

Na construção do entendimento, a força  $\vec{f}$  será a força eletromagnética,

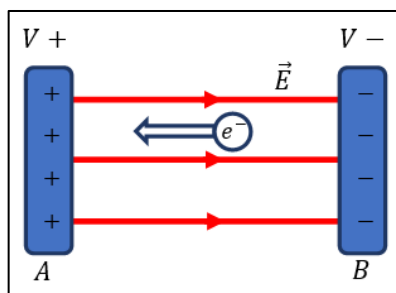
$$\vec{f} = \vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} . \quad (17)$$

Como em um condutor metálico a velocidade do portador de carga é muito pequena em comparação a velocidade de propagação do campo elétrico que é próximo a da luz, tal velocidade é desprezada. Assim, se chega a lei de Ohm

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} . \quad (18)$$

Se introduzimos um portador de carga elétrica em um campo magnético, a carga passará a se movimentar entre os terminais do condutor.

**Figura 36** - Comportamento de um elétron em um campo elétrico.



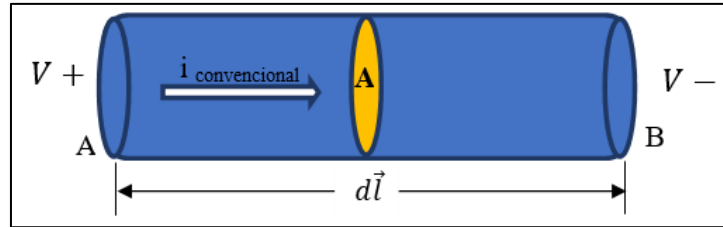
Fonte: Autor, 2021.

A lei de Faraday na forma integral, fornece a *f.e.m* fornecida ao sistema

$$\varepsilon = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} . \quad (19)$$

Considere uma amostra  $d\vec{l}$  do fio condutor onde uma corrente passa por uma secção transversal deste. Como as cargas não podem escapar pelas laterais dele, vamos considerar a densidade de corrente  $\vec{j}$  tangenciando o comprimento amostral  $d\vec{l}$  do condutor.

**Figura 37** - Sentido convencional da corrente ao sofrer uma diferença de potencial.



Fonte: Autor, 2021.

A diferença de voltagem entre os potenciais A e B no trecho do condutor será

$$V_A - V_B \equiv dV = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} = Edl \quad (20)$$

em virtude do campo elétrico poder ser considerado uniforme e tangencial ao fio condutor.

Substituindo (18) na equação (11), obtém

$$i = jA = \sigma EA \quad (21)$$

Logo,

$$E = \frac{i}{\sigma A}. \quad (22)$$

Como o escoamento é estacionário sem perdas de corrente ( $div\vec{j} = 0$ ) e a condutividade do material é homogênea ( $div\vec{E} = 0$  e  $rot\vec{E} = 0$ ), é possível representar

$$dV = Edl, \quad (23)$$

$$dV = \frac{i}{\sigma A} dl. \quad (24)$$

Para todo o condutor  $l$ ,

$$V = \frac{i}{\sigma A} l. \quad (25)$$

Comparando com a primeira lei de Ohm

$$V_A - V_B \equiv U = Ri \quad (26)$$

Observa-se que

$$R = \frac{l}{\sigma A}. \quad (27)$$

Esta equação expressa a lei de Ohm de maneira global, pois  $R$  depende características apenas do corpo condutor.

O inverso da condutividade é chamado de resistividade elétrica do material,

$$\rho = \frac{1}{\sigma}. \quad (28)$$

Logo, quanto maior for a dificuldade a propagação de corrente elétrica, maior será a resistividade do material e menor a sua condutividade.

Assim, (27) fica

$$R = \rho \frac{l}{A} . \quad (29)$$

A resistividade do material varia com a temperatura de maneira linear,

$$\rho = \rho_o[1 + \alpha(T - T_o)], \quad (30)$$

em um certo intervalo de temperado, que depende do material. Onde  $\rho$  é a resistividade na temperatura final e  $\rho_o$  a inicial,  $\alpha$  é o coeficiente térmico da resistividade.

## 4.7 A ABNT NBR5410

Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. (ABNT NBR5410, 2004)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, normaliza as normas vigentes no Brasil. A NBR 5410 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade por uma Comissão de Estudos de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, a qual entrou em vigor a partir de 31 de março de 2005.

Ela normaliza condições e regras a serem aplicadas em instalações elétricas baixa tensão alternada até 1000 Volts e tensões contínuas de 15000 Volts no Brasil.

Tem como alguns de seus objetivos:

- ✿ Instruir trabalhadores e empregadores sobre as precauções adequadas a serem tomadas para evitar acidentes ou doenças ocupacionais;
- ✿ Manter e promover a integridade física dos colaboradores;
- ✿ Estabelecer normas de saúde e segurança;
- ✿ Promover a política de saúde e segurança ocupacional nas empresas.

### 4.7.1 Dicas de Segurança

Ao trabalhar com eletricidade é necessário seguir alguns cuidados, a fim de se assegurar que nenhum acidente ocorra.

- ✿ Vai consertar, instalar? Desligue o disjuntor ou a chave de segurança!
- ✿ Não sobre carregue o benjamim.
- ✿ Cuidado com fios desencapados.
- ✿ Use equipamentos dentro das normas do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).
- ✿ Deixe equipamentos elétricos longe da água.

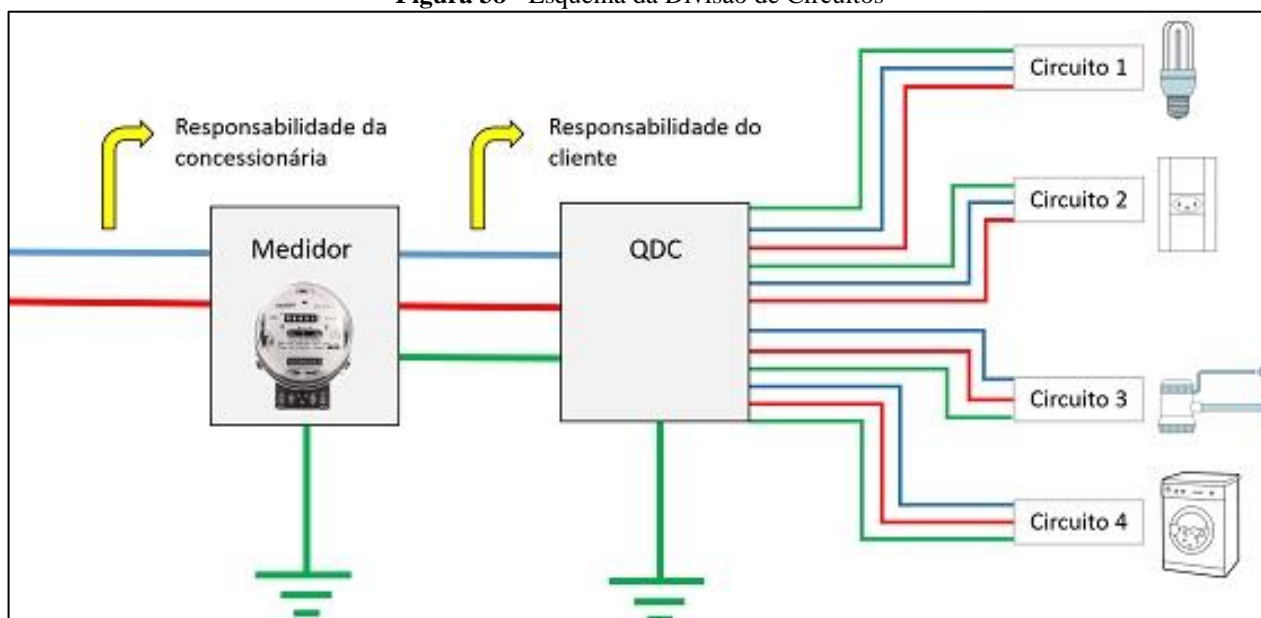
- ✿ Em um curto-circuito não apague o fogo com água. Se possível, desligue a chave geral, use extintor e chame os bombeiros.
- ✿ Mantenha fios longe do calor.
- ✿ Ao fazer instalações ou manutenções no telhado, cuidado com a rede externa.
- ✿ Preste atenção em sinais como o disjuntor ficar disparando com frequência.

## 4.8 CIRCUITO RESIDENCIAL

A fim de um correto funcionamento de uma instalação elétrica, o circuito elétrico deve ser bem dimensionado, com o diâmetro correto do seu cabeamento (ABNT NBR5410, 2004), bem como as especificações dos demais equipamentos como, por exemplo, tomadas e disjuntores, objetivando um correto funcionamento de todo sistema e evitar um aquecimento ou baixa eficiência.

Todo circuito irá se iniciar no quadro de distribuição do circuito finalizando nas tomadas, lâmpadas, interruptores.

**Figura 38** - Esquema da Divisão de Circuitos



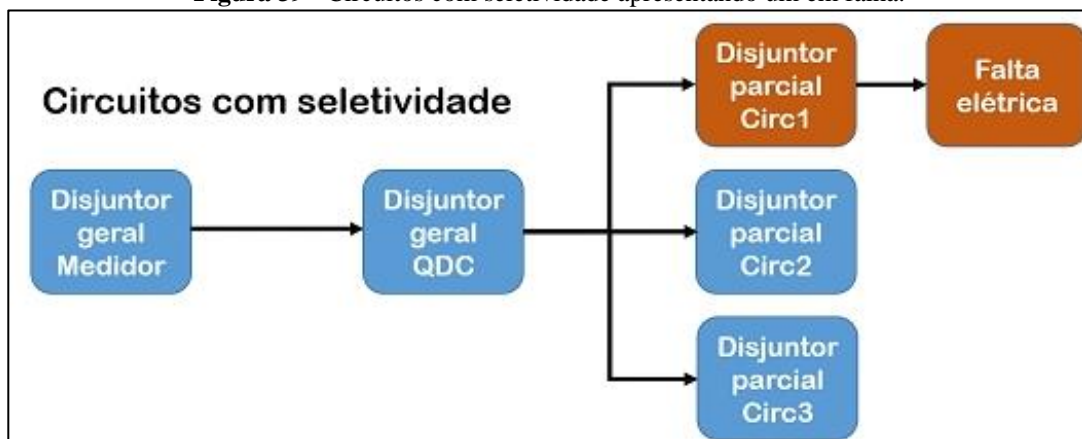
**Fonte:** (Elétrica, Mundo da, s.d.).

A maioria dos circuitos não possuem a distribuição correta através de um quadro de distribuição – QDC – ocasionando uma ineficiência quando um aparelho que exige uma potência maior é incluído do sistema, sendo necessário adaptação para o funcionamento da rede residencial a posteriori.

Segundo a (ABNT NBR5410, 2004) há a necessidade do uso de QDC para separar cada circuito em sua destinação.

Como consequência, haverá menor risco de acidentes quando um circuito não funcionar de maneira correta, possibilita um melhor uso da rede por meio dos equipamentos, garantindo seletividade, possibilita as avaliações e reparos.

**Figura 39** - Circuitos com seletividade apresentando um em falha.



Fonte: (Elétrica, Mundo da, s.d.).

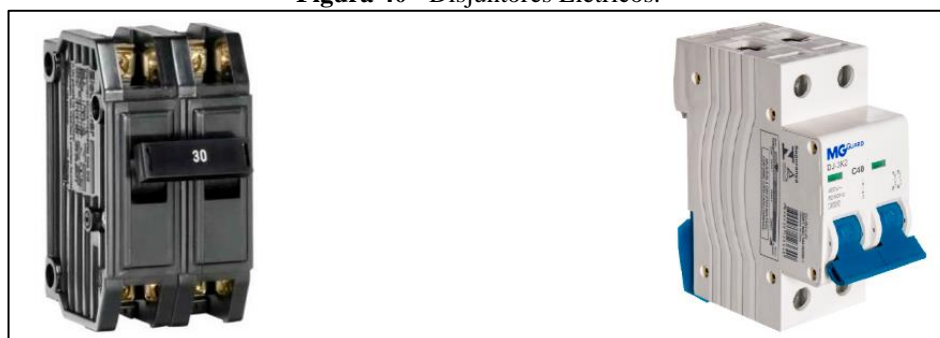
Imagine que haja uma falha em uma certa parte do circuito. Caso, o circuito seja no formato de “espinha de peixe”, ou seja, todos os sistemas dos cômodos sendo ligados em uma fase, neutro e terra que correr, geralmente, no corredor da casa, fica cansativo a sondagem do sistema. Contudo, em um sistema seccionado como estamos vemos na **Figura 39**, é mais fácil a verificação de qual o defeituoso.

Assim, é muito importante a escolha correta do disjuntor para uma destinação em específico de equipamentos e o dimensionamento dos cabos na rede.

#### 4.8.1 Disjuntor

O disjuntor é um dispositivo que tem como finalidade a proteção da rede contra a sobre carga de corrente elétrica. Este dispositivo de proteção é importante e deve ser incluído no planejamento ao realizar a instalação elétrica.

**Figura 40** - Disjuntores Elétricos.



Fonte: (Mar-Girius, 2021).

O disjuntor auxiliar na proteção contra curto-circuito que ocorre quando dois fios se cruzam diminuindo o caminho do corrente elétrica, aumentando sua intensidade, possuindo no seu

interior uma bobina que funciona como um eletroímã que se faz da corrente elevada para criar um campo eletromagnético que desliga a parte em contato com o sistema. Também, protege da sobrecarga quando vários aparelhos estão ligados naquele circuito, onde uma lâmina bimetálica sofre dilatação fazendo com que ocorra um encurvamento na direção do material que se dilatou menos (menor coeficiente de dilatação), abrindo o circuito e evitando a passagem de corrente.

Ambos os casos, ocasionam uma elevação da temperatura, possibilitando a ocorrência de incêndios. Segundo a (ABRACOPEL, 2021) curtos-circuitos e sobrecargas foram no ano de 2020 os principais motivos de incêndios causados por corrente elétrica nas residências do Brasil.

#### 4.8.2 Dimensionamentos de cabos

Neste momento, será exemplificado como é dimensionado cabos elétricos em uma residência elétrica com enfoque deste trabalho.

Para que não ocorra problemas como aquecimento ou falha no fluxo da corrente é necessário dimensionar a secção mínima dos cabos a serem utilizados para não se inserir cabos finos demais ao que o circuito suporta, devendo-se consultar a tabela 47 da norma NBR5410.

**Tabela 4** - Critério de seção mínima (Tabela 47 da NBR-5410). Trecho referente a instalação fixa em geral para condutores e cabos isolados.

<b>Tipo de linha</b>	<b>Utilização do circuito</b>	<b>Seção mínima do condutor mm<sup>2</sup> (condutor de cobre)</b>
Instalações fixa em geral	Circuitos de iluminação	1,5 Cu
Condutores e cabos isolados	Circuitos de força	2,5 Cu

Fonte: (ABNT NBR5410, 2004).

Observe que mostra que a seção mínima para circuitos destinados a iluminação é de 1,5 mm<sup>2</sup>, nos circuitos de força como as tomadas, por exemplo, são cabos de 2,5 mm<sup>2</sup>.

Portanto, o tipo de linha que esta tabela propõe é a de *instalações fixas em geral para cabos e condutores isolados*.

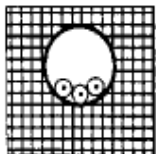
É importante lembrar que é a fiação mínima, ou seja, não pode haver cabos mais finos que estes para essas funções.

Para um dimensionamento correto é importante seguir 05 passos. O primeiro passo para dimensionar bem os cabos é saber qual método de instalação irá proceder.

Agora, é necessário saber qual o método de instalação, a fim de saber onde ocorrerá a fixação e passagem dos cabos, para isso, é usada a tabela 33 da Norma.



**Tabela 5** – Tipos de linhas elétricas (Tabela 33 da NBR-5410). Trecho referente a condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.

<b>Método da instalação número</b>	<b>Esquema ilustrado</b>	<b>Descrição</b>	<b>Método de referência</b>
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1

Fonte: (ABNT NBR5410, 2004).

A tabela completa apresenta um leque de métodos de instalação, como exemplo, se o cabo passará por eletrodutos, por calhas, se está enterrado no solo, se o duto é fechado ou não, portanto, existe diversas maneiras de instalar os cabos, conseqüentemente, faz com que varie a capacidade de condução da corrente elétrica do cabo, assim tal informação se faz importante. Na perspectiva do trabalho e do produto educacional, para instalações residenciais, o método mais comum é o método 7 que é utilizado para “condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria”, no caso é o para cabos que estão na parede. Na tabela observa o número do método de instalação, um esquema ilustrativo, uma pequena descrição e a referência para o método sendo o B1 que será usado futuramente.

Após a verificação do método de instalação, é necessário saber a quantidade de cabos por circuito, na tabela 46 da norma, é possível encontrar essa informação.

**Tabela 6** - Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito. Tabela 46 da NBR-5410).

<b>Esquema de condutores vivos do circuito</b>	<b>Número de condutores carregados a ser adotado</b>
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4

Fonte: (ABNT NBR5410, 2004).

A tabela mostra que para o monofásico a dois condutores (uma fase mais o neutro), seja 127 V ou 220 V, assim para o tipo de instalação do produto que exemplifica uma instalação elétrica residencial, neste caso, serão dois condutores carregados.

Se tem conhecimento que em decorrência do efeito joule o cabeamento aquece, logo há a necessidade de ter ciência de qual o tipo de isolamento para o cabo e a temperatura máxima suportará, além da temperatura ambiente. Para instalações residências será considerado a utilização de cabos

com isolamento em PVC por ser o mais comum e atende a norma. A (ABNT NBR5410, 2004) diz que cabos devem suportar uma temperatura máxima de 70 °C e temperatura de referência do ambiente de 30 °C, presentes na tabela 36 da mesma. Dentre os critérios, a temperatura é muito importante, em decorrência de modificar a capacidade de condução de corrente elétrica pelo cabo, uma vez que quanto mais quente o ambiente e o cabo, menos corrente o cabo suporta, razão esta da tabela atentar para as temperaturas do condutor e do ambiente<sup>21</sup>.

**Tabela 7** - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D. (Trecho referente a Tabela 36 da NBR-5410).

Condutores: cobre e alumínio Isolação: PVC Temperatura no condutor: 70°C Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)												
Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	140	128	130	119	164	144	145	128	168	144	158	129

Fonte: (ABNT NBR5410, 2004).

A escolha desta tabela surge em decorrência de 03 razões: da padronização nas casas com eletrodutos embutidos na parede, devido ao uso do cabo de PVC como mais comum e a temperatura ambiente, em geral, ser parecida em vários estados.

O quarto passo é analisar a tabela de fator de correção de acordo com a quantidade de circuitos no eletroduto, pois quanto mais circuitos passando por dentro mais esquentará. Por isso, a temperatura é um fator relevante para o dimensionamento de cabos, então quanto mais circuitos no eletroduto, menor será a capacidade de condução de corrente elétrica nos cabos presentes no eletroduto, assim para a correção dos cabos é usada a Tabela 42 (ABNT NBR5410, 2004).

**Tabela 8** - Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única. (Trecho referente a Tabela 42 da NBR-5410).

Ref.	Forma de agrupamento	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a	12 a	16 a	≥20	

<sup>21</sup> Há variações dessa tabela por existirem variações dessas informações, por exemplo, em um ambiente industrial, é possível encontrar um local com uma temperatura ambiente maior que em uma residência, podendo usar um tipo de isolamento do cabo em um material diferente.

	dos									11	15	19		métodos
	condutores													de
	Em feixe: ao													referência
	ar livre ou													
	sobre													36 a 39
1	superfície;	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	(métodos
	embutidos;													A a F)
	em conduto													
	fechado													

Fonte: (ABNT NBR5410, 2004).

Na performance deste trabalho, a queda de tensão será desconsiderada, em decorrência que em instalações residenciais de pequeno e médio porte, dificilmente haverá circuito grande o suficiente para que a queda da tensão ultrapasse os limites toleráveis. Por fim, a quinta etapa é estabelecer qual será a corrente que atravessará os cabos. Tal informação é muito importante, pois o electricista poderá ter a noção da quantidade de equipamentos que o circuito comportará. Caso, não seja fornecida a corrente, deve-se saber a potência e a tensão para encontrar o valor da corrente.

Como exemplo, considere uma corrente de 18 A. Revisitando a tabela 36 da NBR5410, primeiro observará a coluna que mostra que o método de referência é o B1, dando possibilidade para 02 ou 03 condutores carregados. Como dito serão dois condutores carregados. Ao descer na coluna, para 02 condutores, é importante procurar o valor mais próximo a 18 A, mas arredondando para cima, no caso 24A.

Ao seguir a linha do 24A, é encontrado a seção nominal de 2,5 mm<sup>2</sup>. Há necessidade de aplicar o fator de correção presente na tabela 42 da (ABNT NBR5410, 2004), logo, considerando que passam 03 circuitos pelo mesmo eletroduto, seu fator é de 0,70, assim:

$$24 A \times 0,7 = 16,8 A.$$

Note que com outros condutores a capacidade de condução caiu de 24A para 16,8 A, isso ocorreu, pois, a temperatura interna dos condutores reduz a capacidade<sup>22</sup>. Nesta perspectiva, há a necessidade em aumentar o fio condutor para a próxima seção que é de 04 mm<sup>2</sup>, o qual pela tabela 36 da (ABNT NBR5410, 2004) oferecerá uma corrente de 32A. Aplicando, novamente, a correção:

$$32 A \times 0,7 = 22,4 A.$$

Nesse caso, suportará a corrente desejada. O dimensionamento adequado é muito importante pois ajuda na vida útil do circuito, na conservação de energia e evita algum curto-circuito.

<sup>22</sup> Sempre que existir em um eletroduto mais de um circuito instalado é obrigatório aplicar a Tabela 42 da (ABNT NBR5410, 2004) que fornece a correção para o fator de agrupamento.

### 4.8.3 Tomadas e Plugues

Como não havia uma regulamentação, diferentes aparelhos apresentavam diferentes plugues que estavam relacionados a tomadas específicas, isso fazia que o uso de adaptadores fosse frequente, possibilitando um possível acidente.

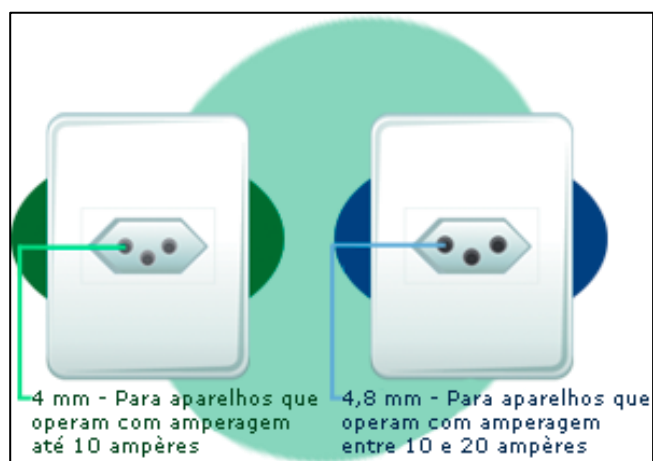
**Figura 41** - Modelos antigos de plugues e tomadas.



Fonte: (Elétrica, Mundo da, s.d.).

Plugues e tomadas para o uso doméstico até 20 A e 250 V para corrente alternada para uso doméstico e análogo são regulamentados pela NBR 14136. Estão disponíveis em duas configurações. O plugue mais fino (4 mm) é usado para dispositivos com corrente nominal de até 10 amperes, e o plugue mais espesso (4,8 mm) é usado para dispositivos que funcionam a 20 A.

**Figura 42** - Padrão de tomada até 10 A e até 20 A.



Fonte: (Machado J. B., 2015).

Essa distinção é necessária para garantir a segurança dos consumidores, pois evita conectar dispositivos de maior potência em locais que não foram projetados especificamente para esse fim.

Além disso, é uma fonte de economia, pois soquetes mais robustos são necessários apenas quando mais equipamentos são consumidos, então o preço é mais alto.

**Figura 43** - Representação para plugues de conexão para uma tomada padrão do Brasil.



Fonte: (Elétrica, Mundo da, s.d.).

O plugue de três pinos é usado para equipamentos que precisam ser aterrados. O terceiro pino é conectado ao fio de aterramento para evitar que os usuários sejam curtos-circuitados por choque elétrico ao conectar o equipamento, fuga de corrente ou sobre carga elétrica.

## **Capítulo 5. METODOLOGIA**

O método de investigação científica é o roteiro empregado para entender o caminho, a configuração, a maneira do pensamento trabalhando na situação-problema. Esclarecendo o fluxo lógico que deverá ser empregado em tal investigação científica que aqui é o roteiro metodológico em sala de aula usando uma bancada de instalação elétrica que simbolize uma residência.

O presente capítulo buscar proporcionar ao leitor uma descrição a respeito da fluidez da implementação do produto educacional deste trabalho de dissertação, evidenciando as etapas práticas de sua idealização.

Demonstrará a construção, aplicação, o tratamento para a obtenção de dados e sua posterior análise para a interpretação. Segundo (Lakatos & Marconi, 2007), o uso de métodos científicos não é uma exclusividade da ciência, mas pode muito bem ser usada para a elucidação de problemas do cotidiano.

Nesta perspectiva, implementando em sala, será analisado o crescimento do aprendiz na área da Eletrodinâmica relacionada aos Conceitos de Instalações Residenciais, fazendo uma descrição da abordagem do trabalho, junto com o ambiente de aplicação, a sistemática da metodologia, o progresso do produto, bem como sua culminância.

### **5.1 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

O produto educacional desta dissertação de mestrado foi implementado na Escola Estadual de Ensino Médio Professora Osvaldina Muniz, localizada na cidade de Cametá, Pará, na rua Adilson Machado, nº. 803, bairro São Benedito. Fundada em 22 de outubro de 1988. O colégio possuía 957 alunos no ano de 2021, com 07 turmas de 3º Ano e 02 turmas de 2ª Etapa, local onde poderia ser ambiente de aplicação deste produto, uma vez que são nessas classes que a elétrica se encontra na grade curricular.

Antes de iniciar a implementação da SD, teve-se o contato *in loco* com a direção da Escola Estadual de Ensino Médio Prof.<sup>a</sup> Osvaldina Muniz, no dia 02/12/2021, o qual foi apresentado a proposta de trabalho a ser desenvolvido pelo aluno/pesquisador e como iria transcorrer todas as etapas, desde a seleção dos participantes, meios de interação, instrumentos a serem utilizados e como ocorreria as avaliações até a conclusão dos trabalhos, o qual foi autorizado de acordo com Termo de Anuência do Gestor (Apêndice A), devidamente assinado e datado.

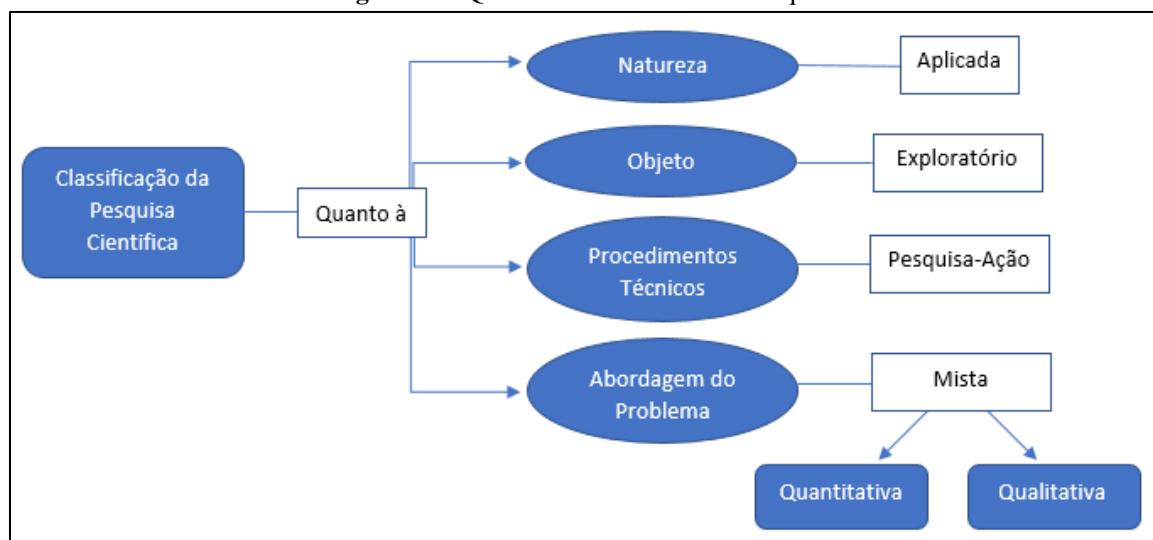
Para a implementação da Sequência Didática e do Produto Educacional, foi escolhido uma turma do 3º Ano do Ensino Médio, composta de 23 alunos.

## 5.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se têm informações para solucioná-lo. (Silva & Menezes, 2005)

Para (Silva & Menezes, 2005) pesquisar é procurar soluções para as indagações propostas, portanto o objetivo fundamental desta ação é a descoberta de respostas para os problemas através do uso de procedimentos científicos.

**Figura 44** - Quadro Classificatório da Pesquisa



Fonte: Autor, 2021.

O trabalho pretendeu gerar conhecimento de forma prática a respeito da abordagem para um ensino em específico que é a prática em sala de aula do conteúdo a respeito de eletrodinâmica voltado para as instalações residenciais, a fim de contribuir para o avanço da melhoria do ensino de física, bem como introduzindo o discente a prática técnica. Assim, a classificação quanto à natureza da pesquisa (Prodanov & Freitas, 2013), esta é do tipo aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.

Em relação aos objetivos desta pesquisa, segundo (Prodanov & Freitas, 2013), é de caráter exploratório. Tal carácter de pesquisa tem por finalidade proporcionar um maior conhecimento acerca do problema, visando transformá-lo mais claro (Gil, 2020). Nesta perspectiva, almeja-se buscar informações possíveis a respeito do ensino de tópico técnicos de instalações elétricas residências com um enfoque em uma abordagem de ensino regular.

A dissertação enquanto ao procedimento técnico – a forma com que serão obtidas as informações necessárias a elaboração da pesquisa – é do tipo pesquisa-ação. Pois, é devido ao fato de pesquisador e os participantes encontram-se envolvidos de forma colaborativa. Segundo (Thiollent, 1998), entre pesquisador e pessoas implicadas na situação investigada há ampla e explícita interação, onde é interessante ressaltar que o objeto de investigação não é constituído pelos

alunos e sim pela natureza do problema do caso observado, tendo como objetivo a resolução e esclarecimento de tais dificuldades observadas em tal situação dos mesmos.

Em decorrência de o contexto, da realização ser em um ambiente organizacional no qual há hierarquia que é o ambiente escolar de sala de aula, o professor tem a atuação de condutor do fluxo do processo de ensino-aprendizagem. Desta maneira, possibilita o estudo dos problemas em um formato dinâmico, tanto para os alunos como para o mesmo (Thiollent, 1998).

No que tange ao procedimento da coleta de dados, a pesquisa poderia ser quantitativa e/ou qualitativa. Em uma análise quantitativa, considera a possibilidade de quantizar tudo que é coletado, extraindo valores mensuráveis, ou seja, que podem ser traduzidos em números. Nesse tipo de abordagem, se faz preciso de técnicas matemáticas e estatísticas por parte do pesquisador como porcentagem, moda, mediana, média, desvios e outros mais, expondo em tabelas e gráficos valores tratados ou brutos que proverá ao pesquisador o conhecimento mais profundo da situação aqui tratada em decorrência de produzir alto nível de detalhes intrínsecos ao caso (Prodanov & Freitas, 2013).

No que se refere à pesquisa qualitativa, esta aparece no momento em que não é possível, simplesmente, dissociar o objeto da pesquisa em dados estatísticos, em decorrência de um nexo ativo existente entre o sujeito e o mundo real, não podendo desassociar de maneira trivial o que é objetivo do subjetivo. Tal perfil se encaixa tão bem com a técnica do procedimento pesquisa-ação de pesquisa de modo dinâmico os questionamentos, sentenças e raciocínios, em conformidade ao aumento de conhecimento dos pesquisadores e nível de percepção dos indivíduos impactados pela pesquisa (Prodanov & Freitas, 2013). Na conformidade do que foi descrito, optou pela coleta de dados mista.

A realização da coleta mista é de grande contribuição para reunir informações, pois os alunos são o público participativo da situação problema, ao qual o produto educacional será aplicado e contribuirá para uma ressignificação dos conhecimentos ancorados juntos aos conceitos e princípios, ocorrendo a aquisição de novos significados capazes de transformar tais subsunções (Moreira & Masini, 1982). Os questionários serão 02, nestes conterão tanto perguntas objetivas bem como subjetivas. O primeiro tipo será de múltipla escolha, possibilitando extrair relações estatísticas passivas de análise por parte do docente.

Já a parte dos questionamentos de cunho qualitativo permite ao aluno uma “livre resposta” (o professor pode imprimir um direcionamento mais objetivado às respostas tomando cuidado com o que irá perguntar), mas corre o risco de um investigado ao responder da forma que achar melhor tangenciar e, assim, ou tal resposta não servir para a análise ou não conseguir extrair todos os pontos relevantes. Isto também pode ocorrer ao construir o questionário objetivo, onde o pesquisador pode esquecer de incluir um questionamento relevante a sua pesquisa (Paz, 2019).



## 5.3 ETAPAS DA PESQUISA

Este espaço é destinado para as quatro etapas da pesquisa, abordando desde a busca pelo ambiente de aplicação, aplicando o pré-teste, passando pela aplicação do produto educacional e finalizando com pós-teste.

**Tabela 9** - Etapas da Pesquisa

Fases	Encontros
1ª Etapa	Busca do ambiente de aplicação
2ª Etapa	Questionário Inicial (Pré-Teste)
3ª Etapa	Aplicação do Produto
4ª Etapa	Questionário Final (Pós-Teste)

Fonte: Autor, 2021.

### 5.3.1 Primeira Etapa

A primeira etapa está fora da descrição do produto educacional, pois se trata da escolha do ambiente de aplicação.

Neste momento preliminar, buscou um colégio da rede pública para a aplicação do projeto.

Ao se tratar de alunos, era importante um público onde a disciplina pudesse ser melhor desenvolvida, assim foi escolhido o terceiro ano do ensino médio, pois é nesta fase de ensino em que é costumeira a abordagem dos conceitos trabalhados pelo produto educacional, bem como o público apresenta alguns subsunçores vindos da prática de hidrostática e hidrodinâmica, facilitando as práticas.

### 5.3.2 Segunda Etapa

Nesta fase ocorreu o primeiro encontro com a turma. Ao se apresentar, o professor inicia a distribuição do *Questionário Inicial* (Questionário I) que se encontra no *Apêndice C*. Nele está contido perguntas objetivas e subjetivas.

As questões de número 01 até 07 são subjetivas, abrindo espaço para o discente discorrer os conceitos sobre o tema e começar a acioná-los, já as de 08, 09 e 10 são objetivas com espaço para a subjetividade do aluno.

As perguntas são do cotidiano do aluno e buscam reunir informações iniciais que sirvam de ponto de partida (subsunçores) para relacionar conteúdo que o aluno já tem com informações mais complexas de eletrodinâmica.

Os alunos tiveram 01 aula (50 minutos) para responder este questionário com estas 10 perguntas mistas. Na parte final da aula, ocorreu uma conversa introdutória e superficial do tema com a classe.

### 5.3.3 Terceira Etapa

A partir deste segundo encontro até oitavo ocorrerá a aplicação dos conceitos do produto educacional até a construção da bancada e sua execução prática no aferimento da ddp por parte dos alunos.

Nessa etapa de implementação o aprendiz desenvolverá inicialmente uma ressignificação dos conceitos de fluxo de corrente aprendido na hidrodinâmica, tendo este subsunção um significado mais amplo com a ideia de corrente elétrica. A dinâmica em sala fica mesclada entre a teoria construída de conhecimentos prévios já estabelecidos e a sua consolidação através de práticas experimentais como, por exemplo, circuitos em série e paralelo. A abaixo mostra os conteúdos abordados em cada momentos de implementação do produto.

**Tabela 10** - Conteúdos a serem ministrados nos encontros de cada aplicação do produto educacional.

<b>Momentos</b>	<b>Conteúdos</b>
2º Encontro	Corrente Elétrica; Hidrodinâmica
3º Encontro	Circuito Elétrico; Circuito em Série e em Paralelo; Corrente Elétrica; Resistência Elétrica; Diferença de Potencial
4º Encontro	Circuito Residencial; Normas de Segurança
5º Encontro	Aspectos Biológicos da Corrente Elétrica; Normas de Segurança
6º Encontro	Proporção
7º Encontro	Circuito Residencial; Componentes de um Circuito Elétrico
8º Encontro	Circuito Elétrico; Instrumentos Elétricos.

Fonte: Autor, 2021.

A quinta aula é usada para se estabelecer normas de segurança. Momento que perguntas feitas no Questionário I, como “Você saberia explicar o risco de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?” são debatidas e respondidas, mostrando a importância de haver medidas que assegurem a segurança ao trabalhar com uma rede viva que é a corrente elétrica presente no ambiente de estudo, bem como a necessidade de existir uma norma que regularize tal aspecto através da criação da (ABNT NBR5410, 2004).

Os últimos dois encontros são destinados a melhor visualização do circuito elétrico em uma residência e seus componentes, bem como o aluno saber verificar experimentalmente se a tensão presente em seu local, condiz com as especificações. Assim, nesses encontros a classe aprenderá a construir uma bancada que simbolize a instalação elétrica de uma residência comum. A

etapa finalizará com o aprendiz operando um equipamento indispensável para um eletricista que é o multímetro.

Os alunos usaram como recursos lápis, caneta, caderno escolar, bem como os equipamentos pedidos em cada etapa como cabos condutores e outros que serão descritos mais a frente, como o multímetro. Já o educador usou o apagador, pincel, notebook, Datashow, bem como os instrumentos que foram solicitados em cada etapa das práticas com os circuitos elétricos e bancadas.

#### 5.3.4 Quarta Etapa

Nesta etapa de implementação, foi aplicado o Questionário Final (Questionário II) que se encontra no *Apêndice D*.

Os alunos tiveram uma aula (50 minutos) para responder o Questionário Final. Ele é composto com os mesmos questionamentos do primeiro questionário. A finalidade é contrastar entre o levantamento dos conhecimentos prévios que o aprendiz tinha, com a aprendizagem após a implementação do produto educacional. Buscando a concretização de indagações e conhecimentos cotidianos que norteiam diariamente o discente. Nas questões finais manteve o questionamento misto (resposta objetiva e subjetiva), a fim de deixar o aluno livre para mostrar o aprofundamento do seu conhecimento.

Foi acrescentado uma pergunta extra que é voltada para o uso do multímetro, para observar se aprendeu qual a maneira de inserir em um circuito elétrico o amperímetro e o voltímetro, questão está aplicada no ENEM.

Os resultados obtidos na implementação das etapas de aplicação foram discutidos dando razão a teoria que foi vista no referencial teórico desta dissertação. Tais explicações estão inseridas nos resultados e discursões deste trabalho.

### 5.4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Neste momento, será realizado uma descrição do produto educacional gerando no decorrer deste mestrado. Para um maior aprofundamento, acesse o *Apêndice E* onde o produto se encontra.

Trata-se de uma sequência didática composta por 09 Aulas. É importante dizer que o termo “aula” é usado para cada momento, na perspectiva de se ensinar algo, sendo alguns compostos de 50 minutos (**01 aula**), 100 minutos (**02 aulas**), 150 minutos (**03 aulas**), como exemplo.

No início de cada roteiro, é falado de maneira introdutória o que foi alinhado para a prática, bem como sugestões de inclusão de professores de outras disciplinas para enriquecer o ensino, bem como profissionais de segurança e eletricidades.

**Tabela 11** - Momentos de Aplicação do Produto Educacional.

Momentos	Tema	Tempo	Conteúdo	Sugestão
1ª Aula	Questionário Inicial	50 minutos	Pré-Teste.	
2ª Aula	Introdução da Corrente Elétrica	50 a 100 minutos	Corrente Elétrica. Hidrodinâmica.	Preparar antes o circuito da lâmpada
3ª Aula	Circuitos em Série e Paralelo	100 a 150 minutos	Circuito Elétrico. Circuito em Série e em Paralelo. Corrente Elétrica. Resistência Elétrica. Diferença de Potencial	Preparar antes o circuito em série e em paralelo
4ª Aula	Minibancada	50 minutos	Circuito Residencial. Normas de Segurança.	Construir antes a minibancada
5ª Aula	Segurança	100 minutos	Aspectos Biológicos da Corrente Elétrica. Normas de Segurança.	Convidar: Técnico em Segurança do Trabalho; Técnico em Eletricidade ou Eletricista Predial; Engenheiro Elétrico.
6ª Aula	Dimensionamento da Bancada	100 minutos	Proporção.	Convidar: Professor de Matemática.
7ª Aula	Instalação da bancada	150 minutos	Circuito Residencial. Componentes de um Circuito Elétrico	
8ª Aula	Multímetro	100 minutos	Circuito Elétrico. Instrumentos Elétricos.	
9ª Aula	Questionário Final	50 minutos	Pós-Teste	

Fonte: Autor, 2021.

O produto é motivado pelo cenário de metamorfose que o ensino médio vem caminhando. A partir de 2022 começou a implementação do chamado Novo Ensino Médio, o qual busca colocar o aluno com um protagonismo mais ativo no direcionamento de suas escolhas na formação de seu aprendizado.

Uma barreira que muitos estudantes encontram na caminhada do seu aprendizado é para com as ciências da natureza, entre elas a Física. Esta resistência com a disciplina poderá acarretar uma possível evasão de estudantes para escolha de cursos que tangenciem a temática. Existe a necessidade de construir ferramentas que mitiguem esse problema. Partindo dessa premissa, o produto propõe práticas laboratoriais que possam ser usadas como aulas em um curso de eletrodinâmica, abraçando a ideia do currículo flexível, compor a criação de um itinerário formativo ou, ainda, podendo ser usado de maneira isolada para metodologias específicas e/ou eventos pontuais como uma feira de ciência.

É de interesse que ao final do ensino médio o aprendiz tenha realizado uma preparação apropriada que possibilite sua entrada no ensino superior ou no mercado de trabalho. A abordagem metodológica do produto busca expandir o interesse do aluno (BNCC, Ensino Médio, 2021). Primeiramente, fazendo-o observar mais criticamente o ambiente que lhe rodeia e em segundo lugar, abre possibilidade para dois caminhos: a carreira acadêmica, visando cursos como física e engenharias, como por exemplo, elétrica ou suporte para uma carreira técnico profissionalizante em eletricitista.

Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. (ABNT NBR5410, 2004)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, normaliza as normas vigentes no Brasil. A NBR 5410 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade por uma Comissão de Estudos de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, a qual entrou em vigor a partir de 31 de março de 2005. Ela normaliza condições e regras a serem aplicadas em instalações elétricas baixa tensão alternada até 1000 Volts e tensões contínuas de 15000 Volts no Brasil.

O produto abre possibilidade para professores de outras áreas virarem parceiros na construção de um projeto de vida que visem uma eletiva em comum. O aluno terá contato com princípios básicos que são apresentados em um curso básico de Eletricista Predial, que tem como exigência o ensino fundamental. Partindo de conceitos empíricos e práticos da eletrodinâmica, fazendo com que seja despertado o interesse do aluno, aproximando de sua realidade. A identidade com o aprendizado motiva, contextualiza e ressignifica. A experimentação de práticas simples enriquece o aprendizado com metodologias por intermédio de roteiros.

## **Capítulo 6. RESULTADO E DISCUSSÕES**

Neste capítulo, são discutidos os resultados obtidos durante a fase de pesquisa, antes e durante a aplicação dos produtos educacionais, conforme descrito a seguir. Em primeiro lugar, envolve a aplicação do método proposto neste trabalho, seguido de uma análise de questionários ou pré-testes anteriores visando aprimorar os conhecimentos prévios dos alunos para facilitar a introdução de novas informações de acordo com a teoria da aprendizagem de Ausubel e preencher questionários pós-teste para verificar se a aprendizagem está ocorrendo conforme o planejado e de forma significativa.

Neste capítulo, estão presentes as discussões sobre os resultados obtidos nas etapas da pesquisa, realizadas antes e durante a aplicação do produto educacional conforme descrição a seguir. Inicialmente trata-se como foi a aplicação da metodologia proposta neste trabalho, em seguida uma análise sobre os questionários prévios ou pré-teste que teve como objetivo levantar os conhecimentos prévios dos estudantes para facilitar a introdução de novas informações segundo a teoria de Ausubel da aprendizagem significativa. E para finalizar o questionário pós-teste que permitiu verificar se a aprendizagem ocorreu conforme planejado, e de forma significativa.

### **6.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A PRIMEIRA ETAPA DA PESQUISA**

A etapa que antecedeu ao encontro e a implementação da prática em sala, foi realizada com dois intuitos.

O primeiro foi a escolha do ambiente, o qual melhor extrair da pesquisa. Por isso, escolheu a E.E.E.M. Professora Osvaldina Muniz. O colégio, da rede pública, possuía um ambiente amplo que possibilitava a aplicação do produto educacional, pensando que é regime atípico de pandemia. A instituição possui um laboratório de ciências, com isso se observa que os professores já incentivam o espírito pesquisador dos alunos. Assim, o pesquisador entrou em contato com a professora da disciplina, a mesma foi bastante solícita.

O segundo ponto, foi a escolha das cobaias do estudo. O ideal era ser conduzido com a turma “crua” dos conteúdos de eletricidade. Mas, a disciplina já havia sido iniciada. Mas, a frente falaremos que a turma ter visto, não interferiu de maneira impactante no estudo.

A grande dificuldade foi que em decorrência da pandemia as aulas estavam sendo remotas e ao retorno do presencial, a época de aplicação do produto coincidiu com a semana que antecedeu a avaliação bimestral do colégio. Desta forma, toda a culminância deste trabalho teve que se dar em uma única manhã para uma turma de 23 alunos do 3º Ano do Ensino Médio.

## 6.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A SEGUNDA ETAPA DA PESQUISA

Nesta fase, foi realizada a aplicação do questionário inicial (Questionário I) na turma aos alunos presentes. Tais resultados serão apresentados a seguir:

### 6.2.1 Questionário Inicial

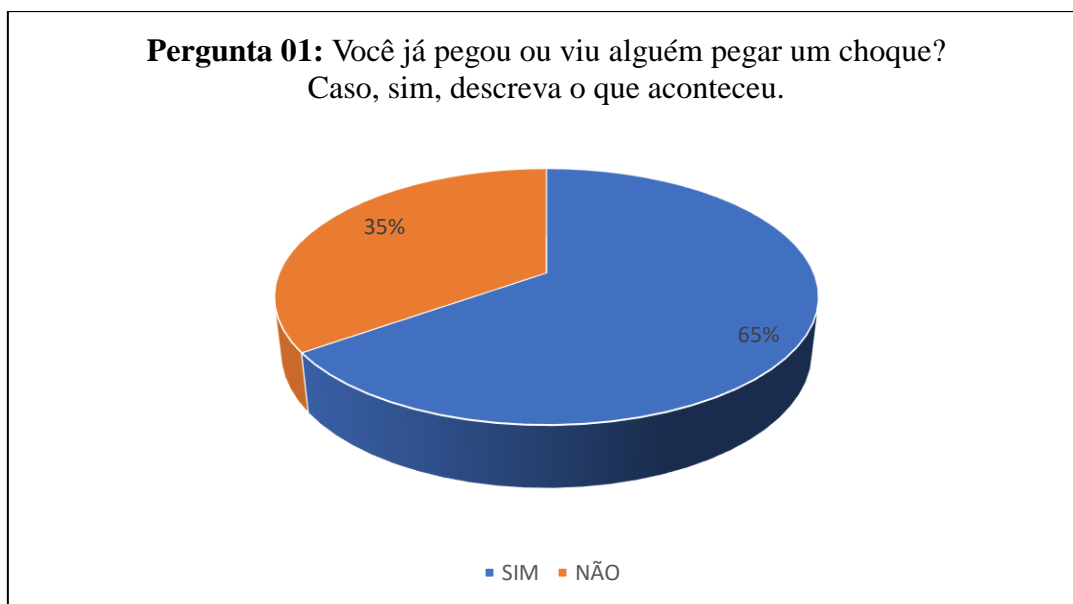
**Figura 45** - Aplicação do Questionário Inicial.



Fonte: Autor.

Nesse momento, discorrerá a respeito das questões do questionário inicial. Os gráficos inseridos são referentes a cada questão aplicada em sala, apresentando o seu respectivo resultado. O formato do questionário apresentado em sala pode ser observado no *Apêndice C* deste trabalho.

**Gráfico 1** - Resultado (%) obtido da pergunta 01 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

A pergunta 01 levanta a atenção do aluno ao risco da corrente elétrica. Foi observado que a maioria presenciou um choque elétrico. Entre os que responderam “sim”, metade já sofreu uma descarga elétrica, o mais comum foi ligando um aparelho e não atentando ao fio exposto, e a outra metade foi algum conhecido que sofreu tão ocorrido.

**Figura 46** - Resposta “não” dada para a Questão 01 do Questionário I de alunos.

Comente: não, mas já sim alguém pegar choque a pessoa fica toda se tremendo com choque e também na pessoa fica toda benida com choque forte.

Comente: Não. Mas, provavelmente se a descarga elétrica for muito grande, a pessoa sofrerá algum dano.

Fonte: Autor, 2021.

Algo interessante é que, entre quem marcou “não”, houve dois alunos que tomaram a iniciativa de supor a consequência biológica de alguém que receberia a descarga, indagação feita na pergunta 02.

**Figura 47** - Resposta “sim” dada para a Questão 01 do Questionário I de alunos.

Comente: Já me aconteceu, pude sentir uma forte vibração no corpo e um forte incômodo por poucos momentos, mesmo assim, foi algo forte.

Comente: Já peguei o choque, foi bem rápido fui liga a extensão na tomada foi um choque bem fraquinho sentiu um pouco de dor.

Comente: Já!  
Eu sentir meu coração acelerar muito rápido fiquei toda arrepiada.

Comente: sim, a Pessoa a Pessoa ficou em completo estado de Paralisia.

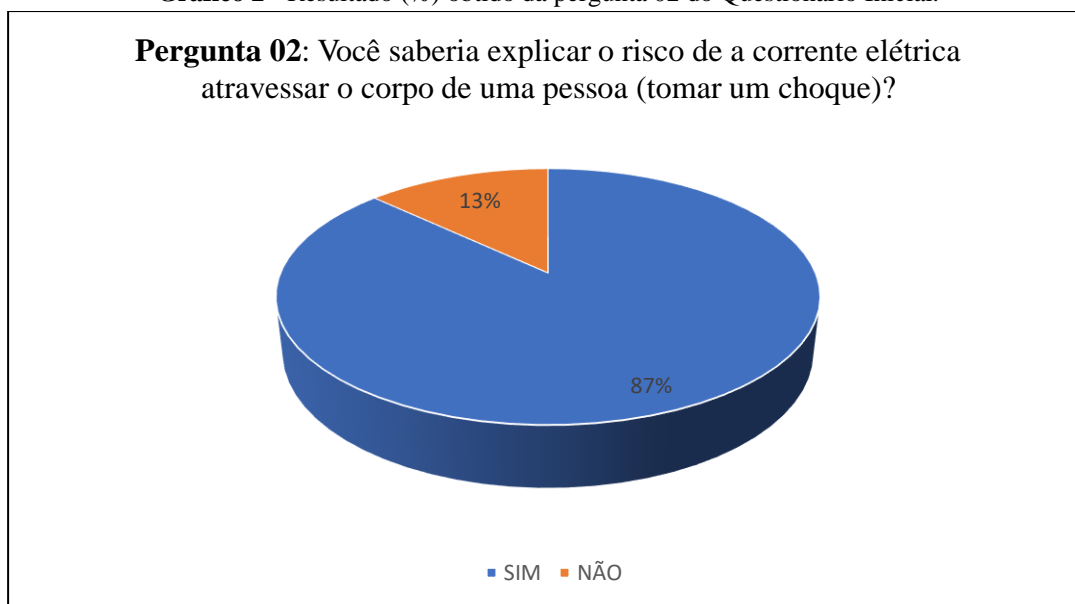
Fonte: Autor, 2021.



Percebe-se que participar do ocorrido fez com o que o aluno aprendesse mais significativamente as consequências ao se receber uma descarga elétrica, isso acusa um organizador prévio (MOREIRA, A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula, 2006).

A *pergunta 02* teve como objetivo saber a ciência dos alunos para com o risco de receber uma descarga elétrica no corpo. Cerca de 87% dos alunos responderam poder explicar os riscos, sendo a maior parcela (65%) deste total, terem respondido “sim” para a *pergunta 01*, sendo os que melhor explicaram a respeito das consequências de uma corrente elétrica

**Gráfico 2** - Resultado (%) obtido da pergunta 02 do Questionário Inicial.

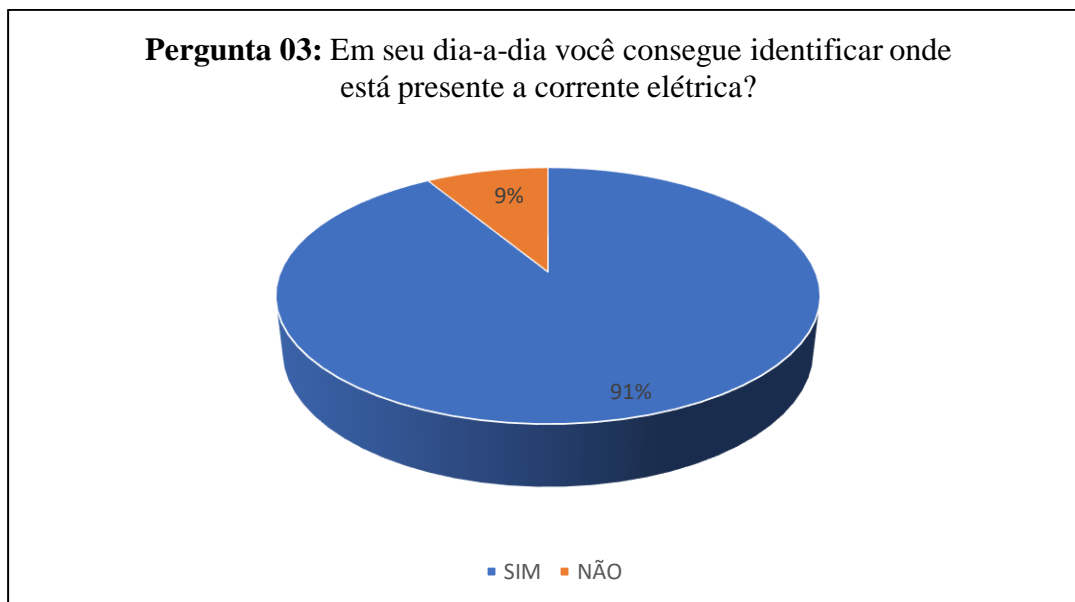


Fonte: Autor, 2021.

A fim de saber o quantitativo de alunos que conseguiram apontar onde a corrente elétrica se encontrava presente no cotidiano, a *pergunta 03* foi formulada. Quase que a totalidade respondeu saber acusar no cotidiano a presença da corrente elétrica.

Curiosamente, as duas respostas “não” foram dadas por alunos que responderam ter sofrido um choque elétrico (*pergunta 01*), mas que “não” sabiam os riscos da corrente elétrica (*pergunta 02*). Isso acusa uma possível fragilidade em extrair um subsunçor da situação vivenciada e projetar para o seu cotidiano.

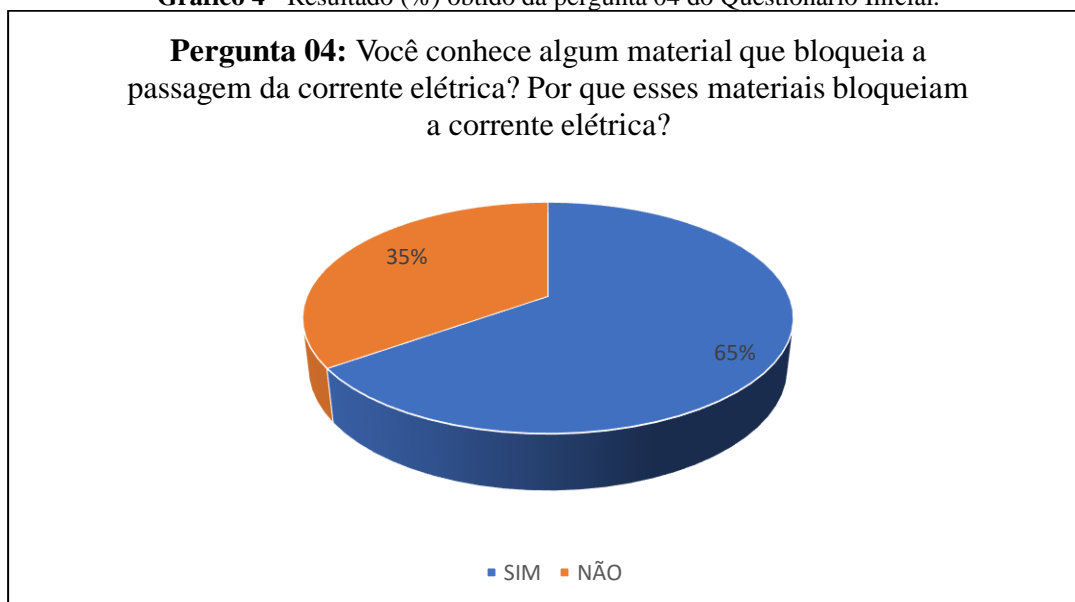
**Gráfico 3** - Resultado (%) obtido da pergunta 03 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

O **Gráfico 04** mostra o percentual de discentes que conhecem materiais isolantes à passagem da corrente elétrica. Observa-se que um terço do espaço amostral respondeu não saber informar um material que bloqueasse a corrente elétrica.

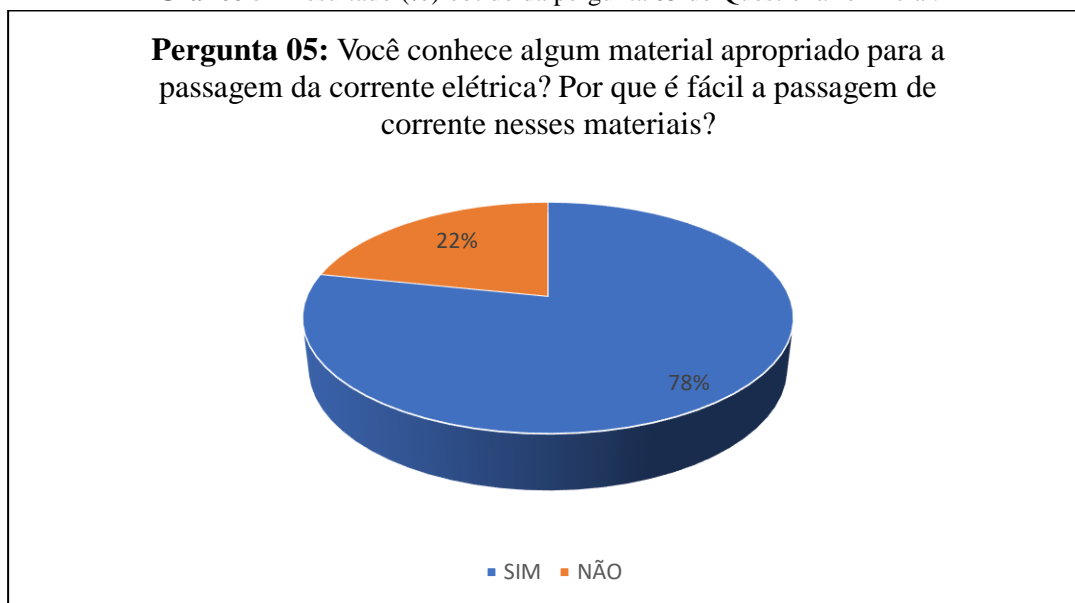
**Gráfico 4** - Resultado (%) obtido da pergunta 04 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

A *pergunta 05* mostrou que aproximadamente 78% indicaram algum condutor, contudo nenhum conseguiu explicar a causa de a facilidade deste material conduzir a corrente elétrica. Isso indica uma carência até então desta informação. Isso pode ser percebido quando um aluno respondeu como exemplo de um condutor a “madeira”.

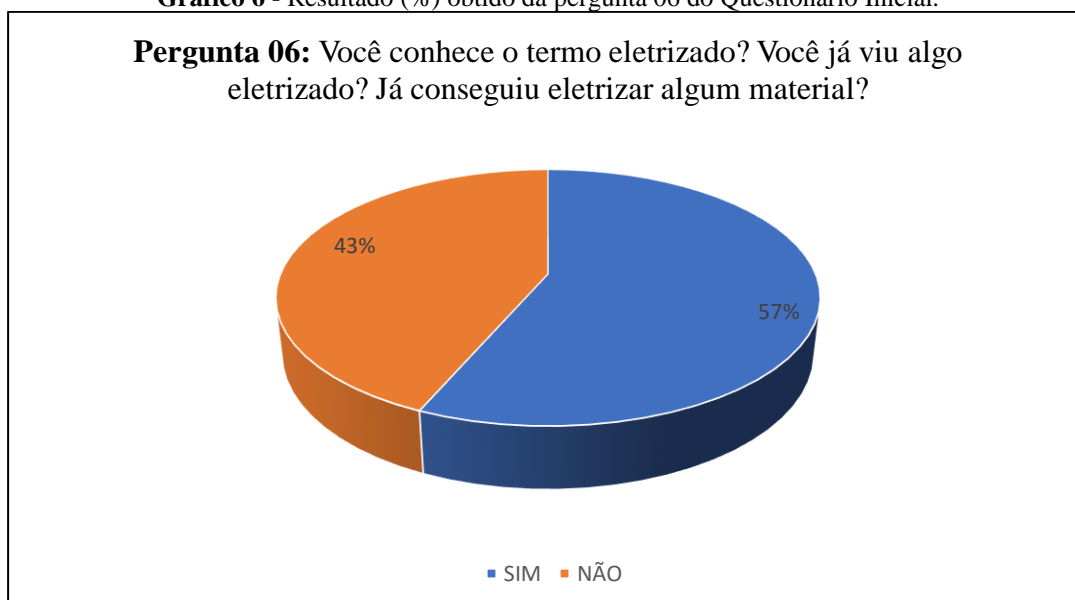
**Gráfico 5** - Resultado (%) obtido da pergunta 05 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

Ao analisar a *pergunta 06* foi observado um ligeiro percentual a mais de aprendizes que responderam saber o significado de eletrizado. Contudo, uma boa parcela não respondeu concretamente se já viu algo eletrizado ou se conseguiria eletrizar um material, apesar de já terem visto, em sala, com a professora da turma este tópico. Percebeu uma confusão entre eletrizado e magnetizado por parte de alguns alunos. O que se conclui foi que esta informação não estaria ainda bem fundamentada no cognitivo do aluno, e se métodos tradicionais como um ensino mecanizado, teriam dificuldades para a realização de uma aprendizagem que fosse de fato significativa (MOREIRA, O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?, Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso. Aceito para publicação, Qurri, 23 de abril de 2010).

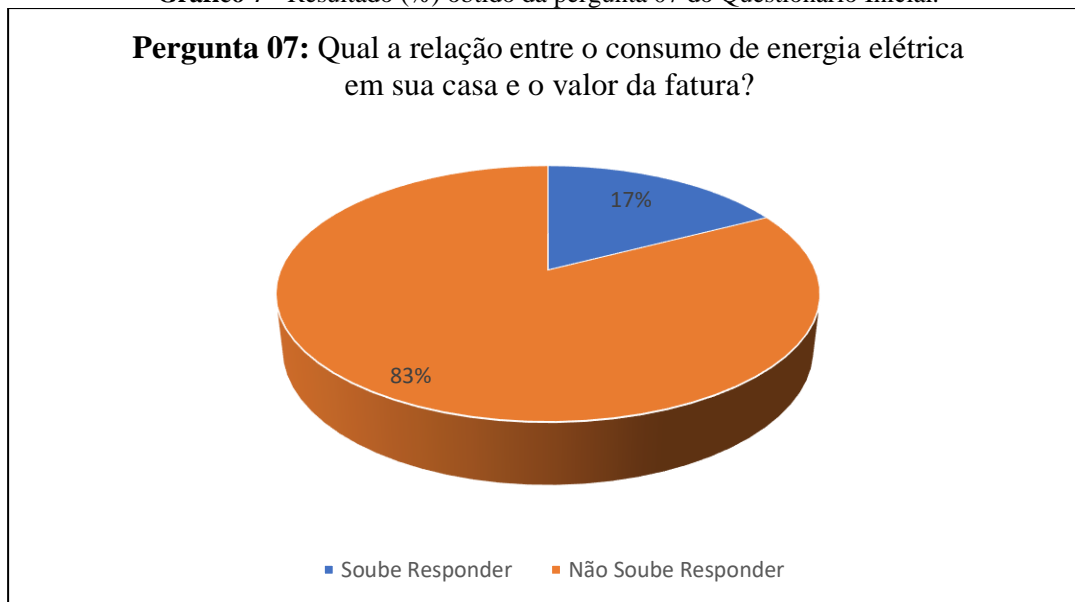
**Gráfico 6** - Resultado (%) obtido da pergunta 06 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

No **Gráfico 07** mostra os resultados que foram quantizados da *pergunta 07*. A maior parte dos alunos, cerca de 83%, não obteve êxito em relacionar a fatura de energia com o consumo da energia elétrica de sua residência. Isso acusa, possivelmente, a dificuldade em compreender corrente e/ou potência elétrica e/ou conseguir fazer a relação com o tempo de uso dos aparelhos eletrônicos. Todos estes questionamentos levantados, chamam a atenção do pesquisador a necessidade de enfatizar estes pontos no decorrer da prática.

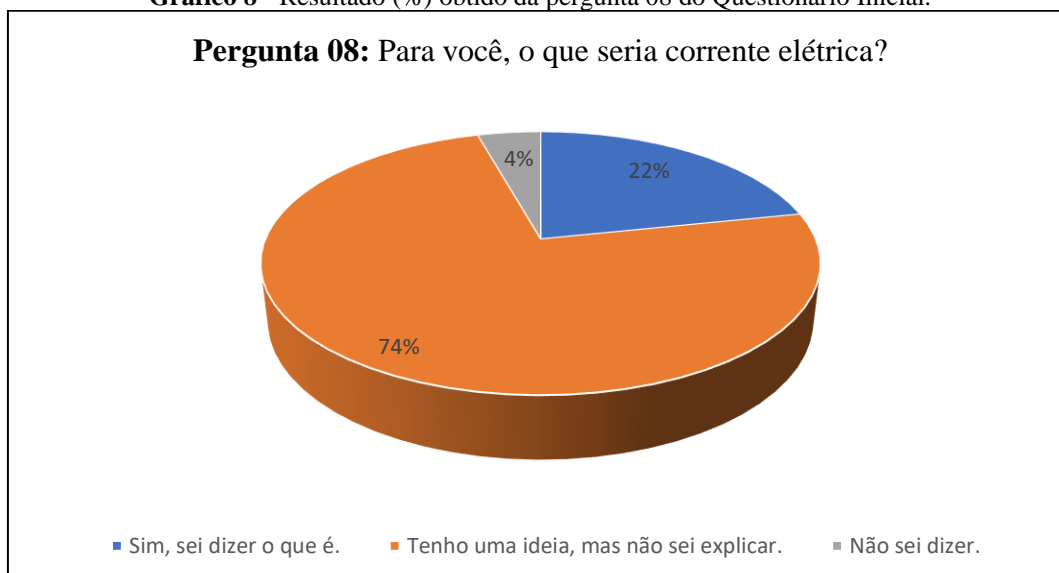
**Gráfico 7** - Resultado (%) obtido da pergunta 07 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

A *pergunta 08* busca estabelecer o entendimento da turma sobre corrente elétrica. As respostas a esta pergunta refletem o conhecimento empírico da turma. Uma vez que, no seu dia a dia, estão rodeados de aparelhos elétricos e eletrônicos, como o *smartphone*, o hábito do manuseio desses recursos faz com que apesar de não saber explicar, tenham uma ideia das utilidades da corrente elétrica.

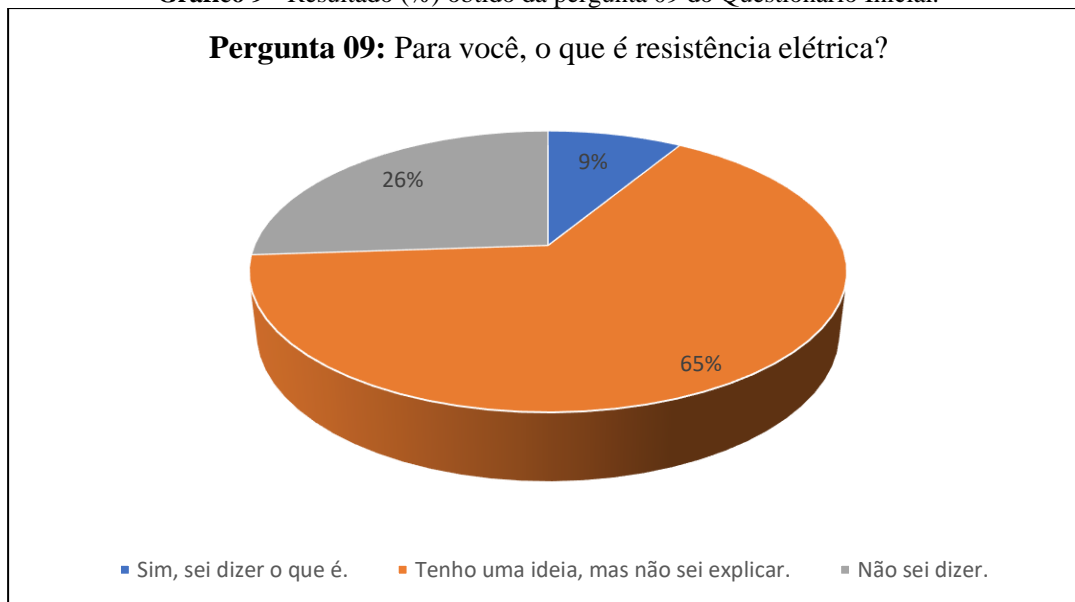
**Gráfico 8** - Resultado (%) obtido da pergunta 08 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

O **Gráfico 9** mostra o percentual de alunos que conseguem dizer o que é resistência elétrica. Apenas 9% sabem e conseguem explicar o que é resistência elétrica, contra 65% que tem uma ideia sem saber expressá-la. Uma possível motivação para tal porcentagem é que conceitos como “resistência” já aparecerem antes na sua vida escolar em assuntos como atrito e leis da termodinâmica, assim o estabelecimento de um subsunçor para estabelecer significamente a ideia de resistência elétrica sinaliza se encaminhando.

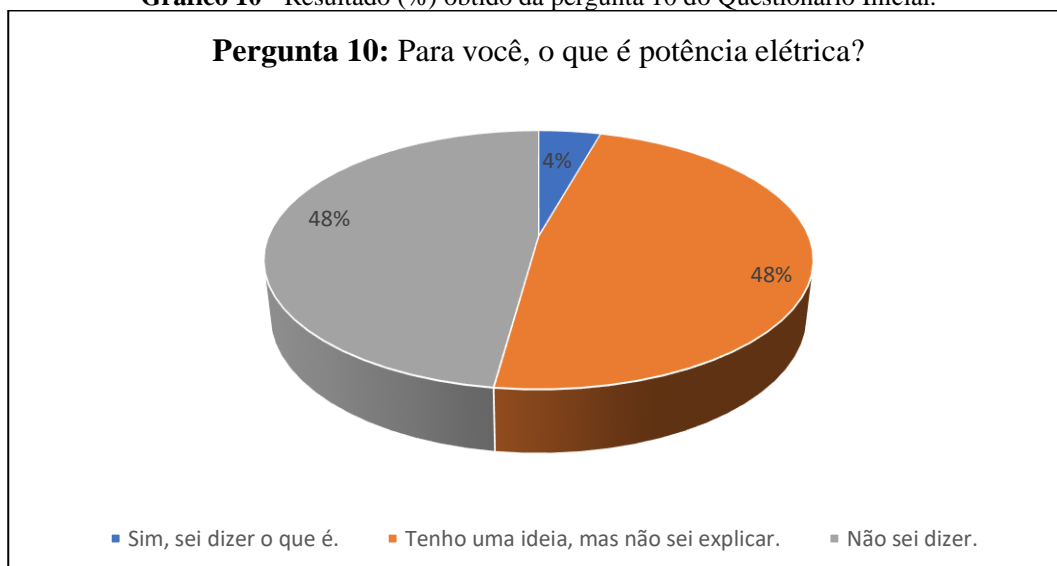
**Gráfico 9** - Resultado (%) obtido da pergunta 09 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

A última pergunta do questionário inicial aborda sobre potência elétrica. Observa que a turma ainda não tem esse conceito consolidado, pois se encontra dividida entre algum entendimento sobre o conceito, sendo a maior parte (48%) não sabendo explicar tal conceito, e a outra metade (48%) não compreendendo este conceito. Logo, é importante no decorrer da prática abordar situação que levem a classe a compreender este conceito físico.

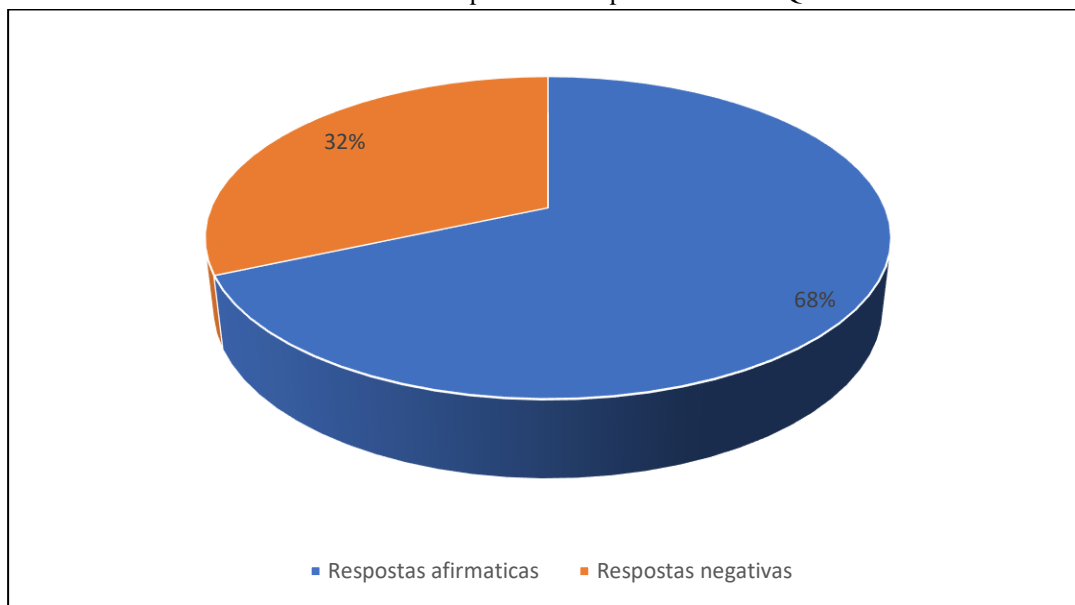
**Gráfico 10** - Resultado (%) obtido da pergunta 10 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

Ao agrupar as respostas dadas pelos alunos, é possível construir um panorama do questionário inicial. Foram unidas todas as respostas de perfil afirmativo das 10 perguntas feitas. O que se percebeu foi que 68% das respostas indicaram que a turma não vem “crua”, ou seja, já trazem algum conhecimento e informações das séries anteriores bem como da vida, possuindo conjunto de ideias já fazendo morada nas suas estruturas cognitivas.

**Gráfico 11** - Levantamento das respostas dadas pelos alunos no Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

Cabe o professor saber atacar esses subsunçores, alimentá-los e resignificá-los, fazendo-os de ancoradouros para novos conhecimentos apresentados no decorrer da implementação do produto educacional.

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A TERCEIRA ETAPA DA PESQUISA

Esse momento da pesquisa foi pensando para ser aplicado em sete encontros, mas por conta da situação pandêmica, teve que ser aplicado em apenas uma manhã. Como consequência disto, os encontros que foram descritos na **Tabela 10** que relata os conteúdos a serem ministrados nos encontros de cada aplicação do produto educacional, se transforma, neste contexto, os momentos desta etapa na manhã da aplicação.

O **1º momento** de implementação da **Etapa 03** descrito na **Tabela 10**, corresponde ao **2º encontro** da aplicação. Nesta aula (momento), foi abordada o conteúdo de **corrente elétrica**. Para este momento foi necessário o professor de antemão se prepara como descrito no produto, levando a mangueira e o circuito para ligar a lâmpada (montado).

Ao iniciar este momento, fez o seguinte questionamento inicial: “*Qual a semelhança entre o ato de ligar a lâmpada e ligar a torneira?*”. Foi dado um intervalo de tempo para absorver as indagações dos alunos, surgindo frases como “as duas tem correntes”, “quando junta dar choque”,

“tem conta de água e de luz”, “elas teriam um fluxo, professor?”. Após isso, foi dada a continuidade a prática em sala com alunos. Ocorreu tudo bem e a turma se mostrou bastante solícita.

Novamente, foi realizada a pergunta inicial. E ao novo debate em cima da situação-problema, observou que conseguiram responder dentro do que era esperado, percebendo que até este ponto a aprendizagem estava se desenhando significativa. Assim, finalizou como a definição física de corrente, explicando para a classe todas as semelhanças da abordagem.

O **2º momento**, é dividido em duas partes. A primeira, trabalhou conceitos-chave dentro da eletrodinâmica, e a segunda, foi dada prática com circuitos elétricos. Iniciou com o pesquisador colocando sobre a mesa os circuitos em série e em paralelo<sup>23</sup>.

Foi percebido a curiosidade dos alunos e os comentários sobre o que seria a prática e o que iriam fazer, o interessante é que práticas como esta, se demonstrou atrativa ao aprendiz e o chamou a querer participar do processo de ensino mais ativamente. Após a montagem, pediu para que dois alunos servissem de voluntários para a prática.

**Figura 48** - Prática do Circuito em Série e em Paralelo.



Fonte: Autor, 2021.

Foi levantado uma pergunta inicial: “*Quero que pensem onde você consegue notar no seu dia a dia esses conceitos que serão abordados nesta aula.*” que no final do momento seria retomado para averiguar o que o aluno tinha a capacidade de perceber elementos da aula no seu cotidiano.

Após, repassou-se conceitos de corrente, resistência elétrica, potência elétrica e consumo de energia.

---

<sup>23</sup> Conforme o Produto Educacional, é importante que o professor faça e teste previamente todo os dois circuitos elétricos, a fim de prevenir qualquer risco aos alunos e ao próprio educador.

**Figura 49** - Lâmpadas em série (esquerda) e em paralelo (direita).



Fonte: Autor, 2021.

A outra parte deste momento, diz respeito ao uso dos circuitos em série e paralelo, com o que diz respeito a prática. O pesquisador questionou “*O que não mudaria no circuito em série*”, quase que unanimemente responderam “*corrente*”. Tudo ocorreu bem com a prática, foi notório que os alunos estavam bastantes participativos, principalmente, quando tinham as suas respostas nesse momento “confrontadas”, esperando curiosos pela resposta correta.

Com o circuito em paralelo trabalhou de maneira semelhante. Sendo a pergunta, “*O que não muda no circuito em paralelo*” com a resposta da maioria “*tensão*”. Tudo ocorreu como planejado. Foi notado uma boa compreensão da maioria. Ao trabalhar a questão do brilho da lâmpada a turma no início, ficou dividida qual circuito brilharia mais, por conta da claridade do ambiente, mas esta divisão flui normalmente para perceberem que as lâmpadas em paralelo apresentavam a maior potência luminosa.

Na última parte, tratou a questão da relação do consumo de energia, onde 1/5 dos alunos que se propuseram a responder, oralmente, não conseguiram realizar uma boa costura entre a potência dos equipamentos elétricos com o tempo que os mesmos ficam ligados. Ao realizar novamente a pergunta, foi possível um retorno da turma a respeito dos conceitos, como por exemplo:

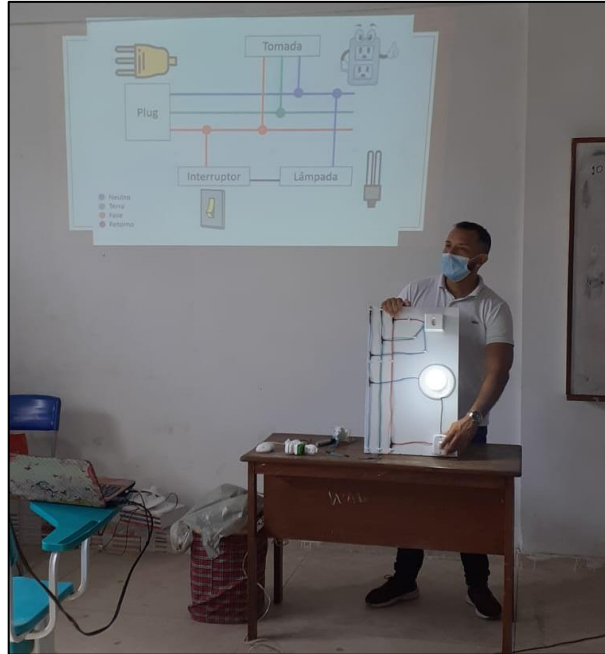
- Corrente elétrica – *na fiação da casa*;
- Resistência elétrica – *na lâmpada e nos aparelhos quando esquentam*;
- Potência elétrica – *ventilador quando fica mais “forte”*;
- Consumo de energia elétrica – *o tempo com que os aparelhos ficam ligados*.

No geral, esse momento da aplicação foi bastante proveitoso e participativo. O pesquisador crer que ouvir solidificações de ancoradouros do conhecimento para uma aprendizagem significativa.

O **3º momento** possui três objetivos principais: fazer com que os alunos começassem a entender o circuito de uma instalação residencial, introduzir o papel dos fios condutores na instalação e iniciar conceito de segurança de fiação por meio de cores.



**Figura 50 - Demonstração da mini-bancada residencial**



Fonte: Autor, 2021.

Inicialmente, o pesquisador apresentou todos os componentes da minibancada, realizando uma demonstração de cada item e o funcionamento do circuito. Chamou alguém da classe para manusear os componentes.

Depois fez a seguinte pergunta: “Por que a lâmpada acende e apaga?”. Houve um pequeno momento para debater com a turma. Novamente, todos participaram de maneira interessada. Um aluno trouxe um carregador e conectou na tomada, a fim de realçar a passagem da corrente elétrica da rede para o celular.

**Figura 51 - Funcionalidade e cores dos cabos elétricos.**









Fonte: Autor, 2021.

Em seguida, foi apresentado a funcionalidade do cada cabo. E na última parte deste momento, explicou a necessidade de os cabos terem cores distintas para minimizar os riscos com possíveis acidentes com a fiação.

O 4º momento é destinado a enfatizar aspectos de segurança dentro das instalações elétricas, dando ênfase as consequências dos riscos e como a melhor maneira de evitar possíveis acidentes. O maior foco foi para com as etapas de montagem da bancada que simbolizaria uma residência elétrica. Para início deste momento, a pergunta foi: “*Você saberia explicar o risco de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?*”. Como em outros momentos, foi aberto espaço para ouvir os alunos.

**Figura 52** - Efeitos da intensidade da corrente elétrica no corpo humano.

INTENSIDADE DA CORRENTE ALTERNADA (50 / 60 HZ) QUE PERCORRE O CORPO	PERTURBAÇÕES POSSÍVEIS DURANTE O CHOQUE	ESTADO POSSÍVEL	SALVAMENTO	RESULTADO FINAL
 <b>1</b> miliampère	NENHUMA.	NORMAL.	—	NORMAL.
 <b>1 a 9</b> miliampères	SENSAÇÃO CADA VEZ MAIS DESAGRADÁVEL, À MEDIDA QUE A INTENSIDADE AUMENTA. CONTRAÇÃO MUSCULARES.	NORMAL.	DESNECESSÁRIO.	NORMAL.
 <b>9 a 20</b> miliampères	SENSAÇÃO DOLOROSA. CONTRAÇÕES VIOLENTAS. ASFIXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. PERTURBAÇÕES CIRCULATORIA.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	RESTABELECIMENTO.
 <b>20 a 100</b> miliampères	SENSAÇÃO INSUPORTÁVEL. CONTRAÇÕES VIOLENTAS. ASFIXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. FIBRILAÇÃO VENTRICULAR.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	MUITAS VEZES NÃO HÁ TEMPO DE SALVAR E A <b>MORTE</b> OCORRE EM POUCOS MINUTOS.
 <b>Acima de 100</b> miliampères	ASFIXIA IMEDIATA. FIBRILAÇÃO VENTRICULAR. ALTERAÇÕES MUSCULARES. QUEIMADURAS.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	MUITO DIFÍCIL.	<b>MORTE.</b>
 <b>Vários</b> <b>Ampères</b>	ASFIXIA IMEDIATA. QUEIMADURAS GRAVES.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	PRATICAMENTE IMPOSSÍVEL.	<b>MORTE.</b>

Fonte: (Canez, s.d.).

Foi debatido os riscos da corrente elétrica, fazendo associação a **Figura 52**. Nesse momento, a turma em sua maioria enfatizou como, realmente, é perigoso o manuseio da corrente elétrica quando não feito tomado os devidos preparativos de segurança. Apresentou a (ABNT NBR5410, 2004) associando ao cenário de segurança e regras que regem a instalação elétrica predial para baixas tensões.

Finalizando o momento falando sobre os principais cuidados que deveriam ter ao construir a bancada, bem como se fosse trabalhar em uma residência caso fosse pessoas capacitadas para tal, onde a ênfase foi a certificação de que o equipamento estivesse desconectado sempre da rede elétrica e que o professor que seria o único responsável em conectar a tomada da bancada na tomada para aumentar a prevenção.

**Figura 53** - Representação de escala.



Fonte: Autor, 2021.

O **5º momento** é destinado ao dimensionamento da bancada. Em decorrência da atipicidade do período da pandemia, a bancada já foi levada momenta para a aplicação, assim este momento foi suprimido, no que diz respeito a dimensionar as dimensões de uma residência e transferi-las aos compensando para a confecção da bancada pela turma.

Contudo, os conceitos matemáticos de proporcionalidade foram citados na apresentação de Power Point por meio da **Figura 53** que foi acompanhada da ideia de escala, abaixo.

$$escala = \frac{medida\ do\ desenho}{medida\ real}$$

O **6º momento** é a instalação da bancada. Aqui as equipes, que teriam sido divididas no que seria a prática anterior, ficariam responsáveis em confeccionar a instalação de cada cômodo que fossem responsáveis, ensinando de maneira prática como um técnico em eletricidade ou um engenheiro de eletricidade atuam ao realizar esse tipo de exercício.

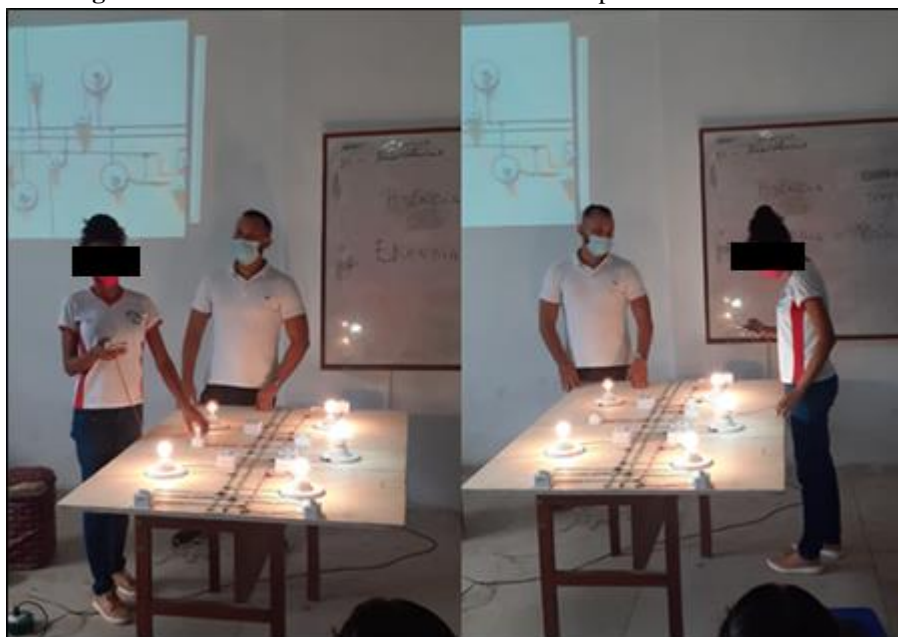
**Figura 54** - Apresentação da bancada elétrica para a classe.



Fonte: Autor, 2021.

Contudo, da mesma forma que no momento anterior, foi suprimido em decorrência de a bancada ser levada, já montada. Mas, o conceito de quadro de distribuição e disjuntor foi falado em sala como estratégia de segurança.

**Figura 55** - Teste do funcionamento de cada compartimento da bancada.



Fonte: Autor, 2021.

A demonstração que seria a segunda parte do **6º momento** com cada equipe posicionada no cômodo que estaria responsável e, conseqüentemente, testando-o, foi realizado de maneira mais modesta. O educador pediu a ajuda de alguns voluntários para testar a bancada, assim transitaram por ela, realizando testes, ligando/desligando as lâmpadas, colocando/retirando carregador em cada tomada, assim verificaram que cada cômodo estaria em funcionamento.

**Figura 56** - Demonstração do multímetro e suas funcionalidades.



Fonte: Autor, 2021.

O 7º momento é apresentando o Multímetro. Se tratando de um equipamento bastante utilizado pelos profissionais que manuseiam eletricidade, é importante que os alunos aprendam o seu manuseio. Então, o pesquisador iniciou apresentando o aparelho e falando de cada parte de sua funcionalidade. Retratar os aspectos teóricos e práticos do Voltímetro, Amperímetro e Ohmímetro.

Figura 57 - Demonstração do uso da opção voltímetro e os alunos anotando suas medidas.



Fonte: Autor, 2021.

Pedi para cada aluno selecionar a chave na opção para o voltímetro para corrente alternada. Como havia conhecimento que a voltagem que a bancada estava conectada é de 127 V por quando ao demonstrar o que os alunos fariam, o professor tinha feito a verificação.

Sistematicamente, os 23 alunos levantavam de suas carteiras e realizaram o procedimento. Ao final da medição, anotavam o próprio nome ao lado a voltagem que acuraram na tabela de notas de medição da voltagem.

**Figura 58** - Dados transcritos na tabela de notas de medição da voltagem.

TRABALHANDO COM O VOLTÍMETRO		
ORDEN	ALUNO	VOLTAGEM (V)
01	Lirua Ribeiro	120
02	Gláucia de C. Paula	122
03	Daniela	125
04	Isabela	122
05	Maristela	120
06	Bruna Eduarda	123
07	Felipe Oliveira	121
08	Felipe Wangelin	122
09	Melaine Cristina	123
10	Samyra Maria	122
11	Prisciane Ranzalho	122
12	Maicon David	123
13	Leandro Rodrigues	123
14	Dafny	123
15	Isabelly G	122
16	Thonatas Niana	123
17	Letícia Freixo	123
18	Bruna Araújo de Lima	122
19	Beatriz Gonçalves Furtado	122
20	Isabella Baurmann	123
21	Antônio Henrique	123
22	Rita de Cassia Pantosa Caldas	123
23	Valtison de Melo Alho	122
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
TOTAL = $\Sigma$ MEDIDAS		2.812
MÉDIA = $\frac{\Sigma \text{MEDIDAS}}{\text{N}^\circ \text{ALUNOS}}$		122,2608 V

Fonte: Autor, 2021.

Após todos os 23 estudantes terem anotado suas medições, o pesquisador somou todas as medidas totalizando 2.812 V, para a média da voltagem que circunda na bancada normalizou, dividindo pelo total de pessoas que realizaram a medição, chegando ao valor aproximado de **122,27 Volts**.

Ressaltou que o valor experimental é próximo do valor da tensão da rede elétrica daquela sala de aula. O docente enfatizou que a média se aproxima do valor de tensão da rede elétrica por se tratar de um valor experimental, há uma pequena variação do valor 127 V (ou 220 V).

Por conta de o tempo da manhã da prática ter excedido, teorizou o Amperímetro e Ohmímetro e explicou que de iria proceder de maneira análoga ao Voltímetro.

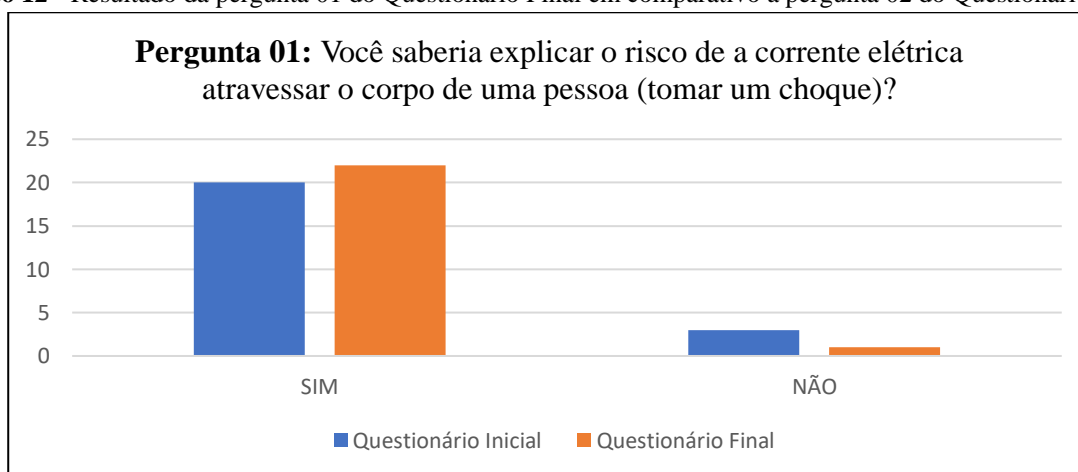
## 6.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A QUARTA ETAPA DA PESQUISA

Nesta etapa é aplicado o Questionário Final na turma aos 23 alunos. O Questionário Final pode ser encontrado no *Apêndice D*.

### 6.4.1 Questionário Final

Este item aborda o Questionário final e discursão. Os gráficos aqui gerados confrontam com as informações de uma parcela das perguntas do Questionário Inicial no sentido que optou por aplicá-las novamente ao público com a intenção de perceber ou não o avanço para com a informações trabalhadas no decorrer das práticas. Uma questão extra foi introduzida para perceber se compreender como aplicar o voltímetro e o amperímetro dentro de um circuito.

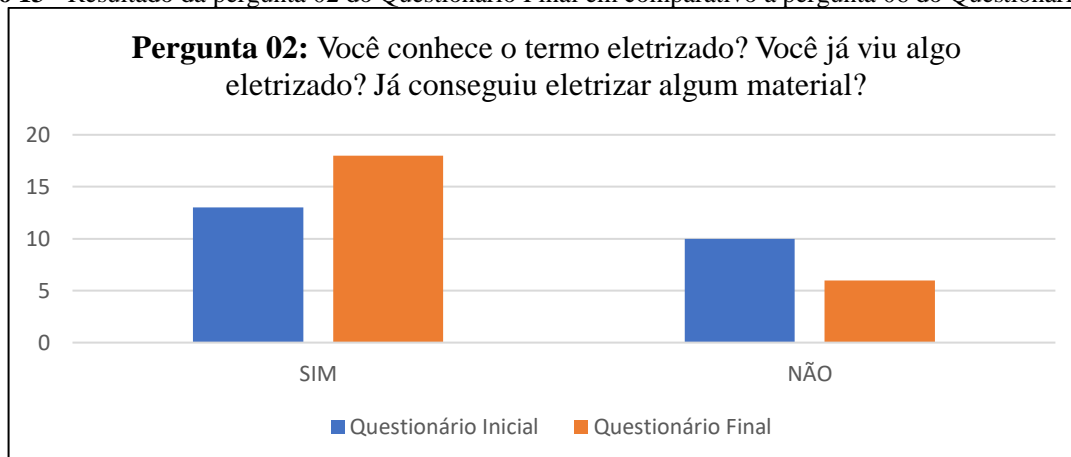
**Gráfico 12** - Resultado da pergunta 01 do Questionário Final em comparativo a pergunta 02 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor.

A *pergunta 01* teve como objetivo saber a ciência dos alunos para com o risco de receber uma descarga elétrica no corpo, pergunta feita no questionário inicial. Observou um aumento no número de alunos de 87% para 96% que sabia informa sobre o risco da corrente elétrica no corpo humano.

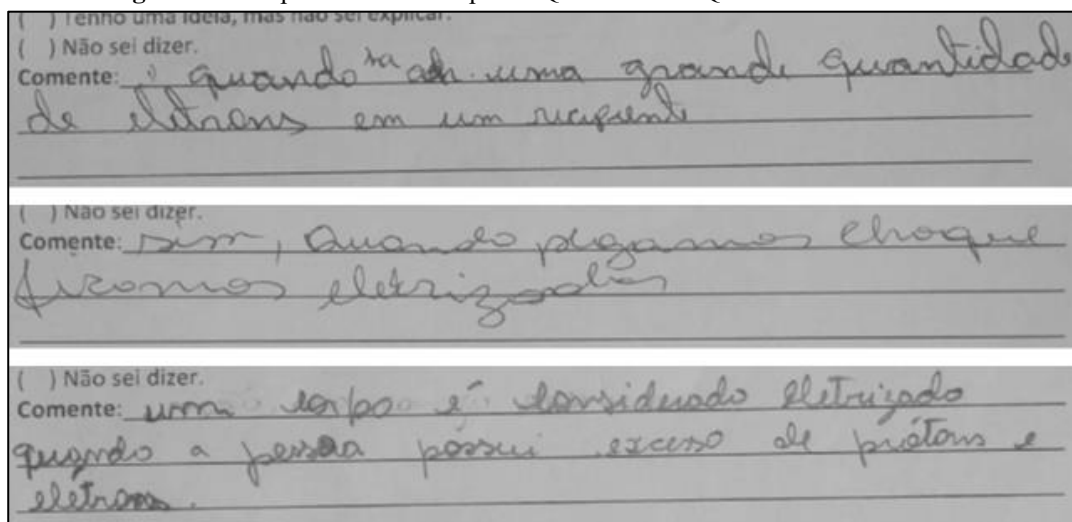
**Gráfico 13** - Resultado da pergunta 02 do Questionário Final em comparativo a pergunta 06 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

Ao analisar a *pergunta 02* foi observado um aumento percentual para alunos que conseguiam assimilar o conceito do termo eletrizado, seja sabendo explicar ou mesmo compreendendo sem conseguir dar alguma explicação. Antes a classe se encontrava dividida entre saber sobre o termo, tentando explicar mesmo que as vezes tangenciando um pouco sobre o significado e entre alunos que não tinha a compreensão do conceito. Assim, para SIM subiu de 57% para 75%.

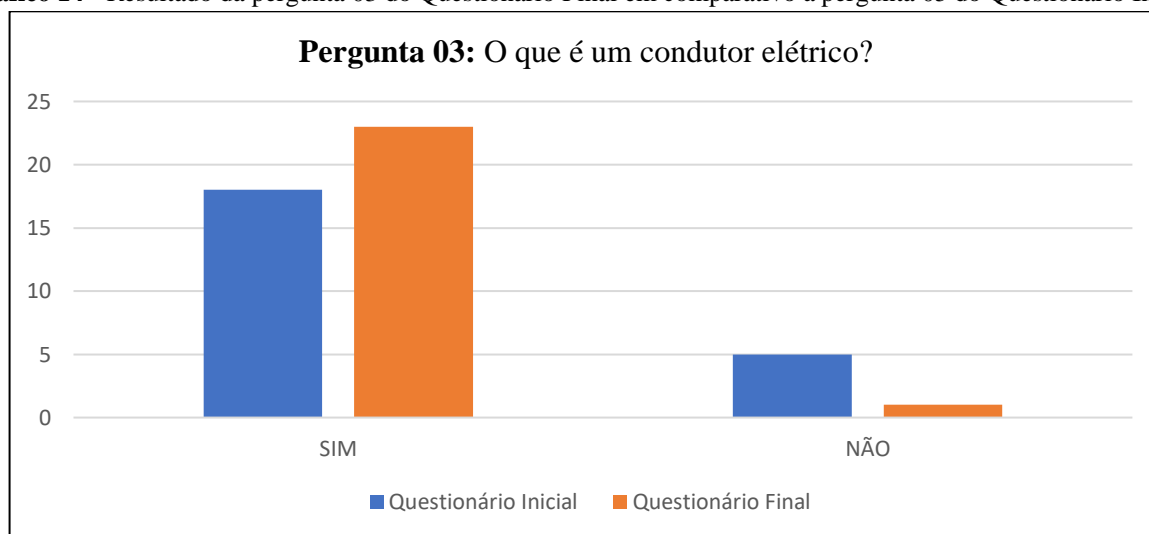
**Figura 59** - Resposta “sim” dada para a Questão 02 do Questionário II de alunos.



Fonte: Autor, 2021.

Algo que chamou a atenção foi que mesmo respondendo que SIM que saberiam dizer o que era o termo eletrizado, alguns alunos em suas explicações demonstraram não ter uma compreensão totalmente consolidada. Assim, embora a compreensão sobre o tema tenha avançado, é preciso uma atenção para que ocorra a consolidação deste ponto.

**Gráfico 14** - Resultado da pergunta 03 do Questionário Final em comparativo a pergunta 05 do Questionário Inicial.



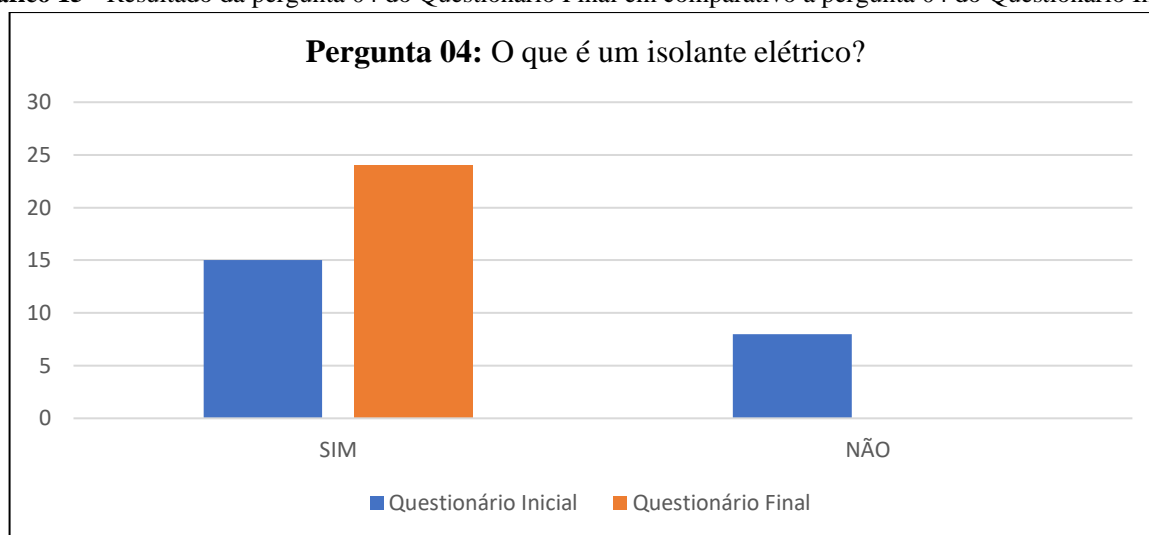
Fonte: Autor, 2021.

A *pergunta 03* mostrou um aumento de 18% em comparativo ao questionário inicial. Uma vez, explicado em sala o termo condutor elétrico pode ser empregado no questionário em substituição a perguntar sobre material apropriado para a passagem da corrente elétrica. Quando se



olha mais de perto 96% que responderam ter conhecimento do que seria corrente elétrica, há 50% de todos os alunos que respondeu SIM e que saberia dizer e 46% que embora tenha uma ideia, não saberiam explicar.

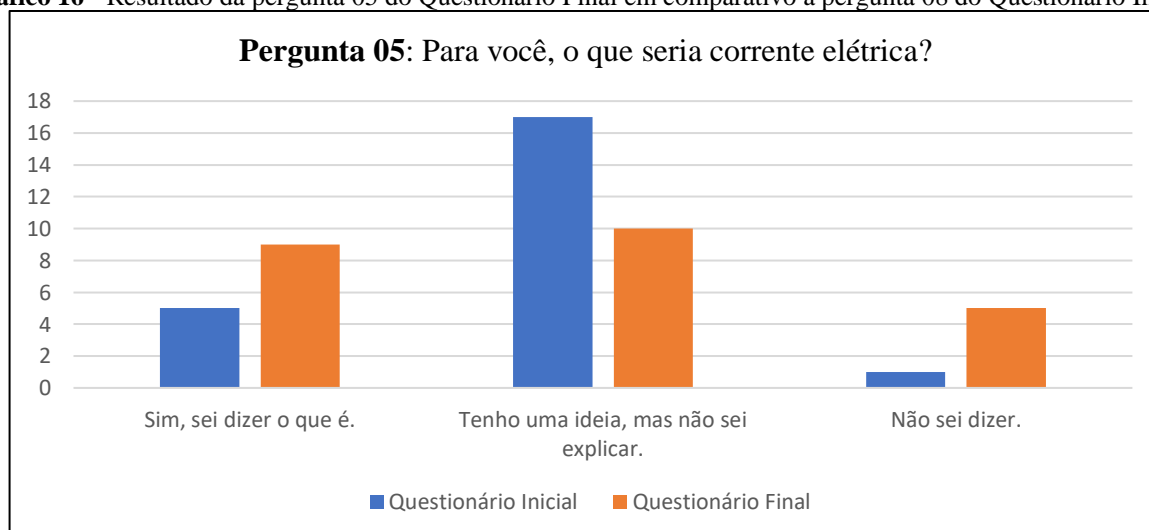
**Gráfico 15** - Resultado da pergunta 04 do Questionário Final em comparativo a pergunta 04 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

O **Gráfico 15** referente a *pergunta 04* trata sobre o isolante elétrico termo usando no questionário final em substituição a material que bloqueia a passagem de corrente elétrica. Ocorreu um aumento de 35% na compreensão de alunos que compreendiam o que é um isolante elétrico, obtivendo uma resposta afirmativa de 100% da turma em relação a este item. Mesmo sabendo o que se trata do que é um isolante elétrico, há uma divisória de meio a meio quando se perguntou no questionário final que “SIM, sei dizer o que é” e “Tenho uma ideia, mas não sei explicar”. A coluna referente ao “Não” no questionário final não aparece por corresponder a zero alunos para esta opção.

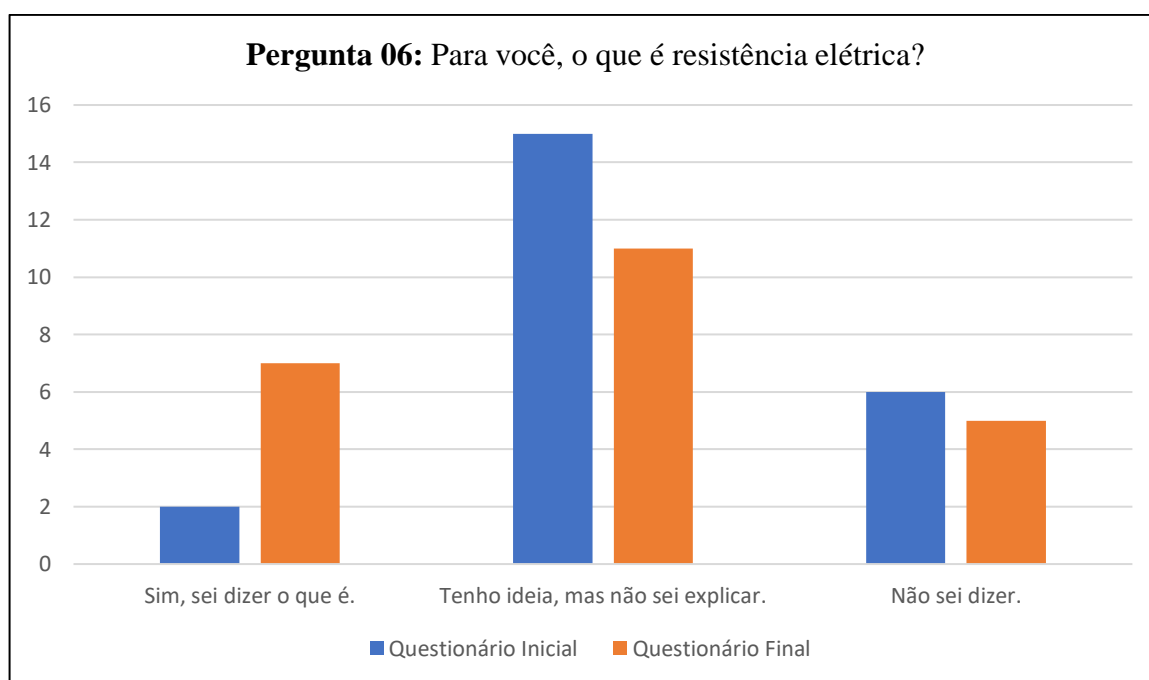
**Gráfico 16** - Resultado da pergunta 05 do Questionário Final em comparativo a pergunta 08 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

A *pergunta 05* busca estabelecer o entendimento da turma sobre corrente elétrica em comparativo ao pré-teste. O primeiro ponto a observar é o aumento de 22% para 37% de alunos que sabia o que era corrente elétrica e sabiam explicar o termo. Contudo, outro ponto chamou a atenção. O quantitativo de 04% para 21% de quem não saberia explicar o termo corrente elétrica, aumentou. Isso pode ser visto por dois olhares. À primeira vista, é preciso trabalhar mais conceitos que permitam a visualização do aluno para deslumbrar o conceito da corrente elétrica, mas em vários momentos dentro da prática foi tratado tal item e a turma se mostrou bastante solícita. Assim, imagina que o aumento é decorrente do tempo de aula está esgotando e o cansaço da turma ter aumentado, fazendo com que alguns alunos respondessem “Não sei dizer” para não necessitar comentar uma explicação.

**Gráfico 17** - Resultado da pergunta 06 do Questionário Final em comparativo a pergunta 09 do Questionário Inicial.

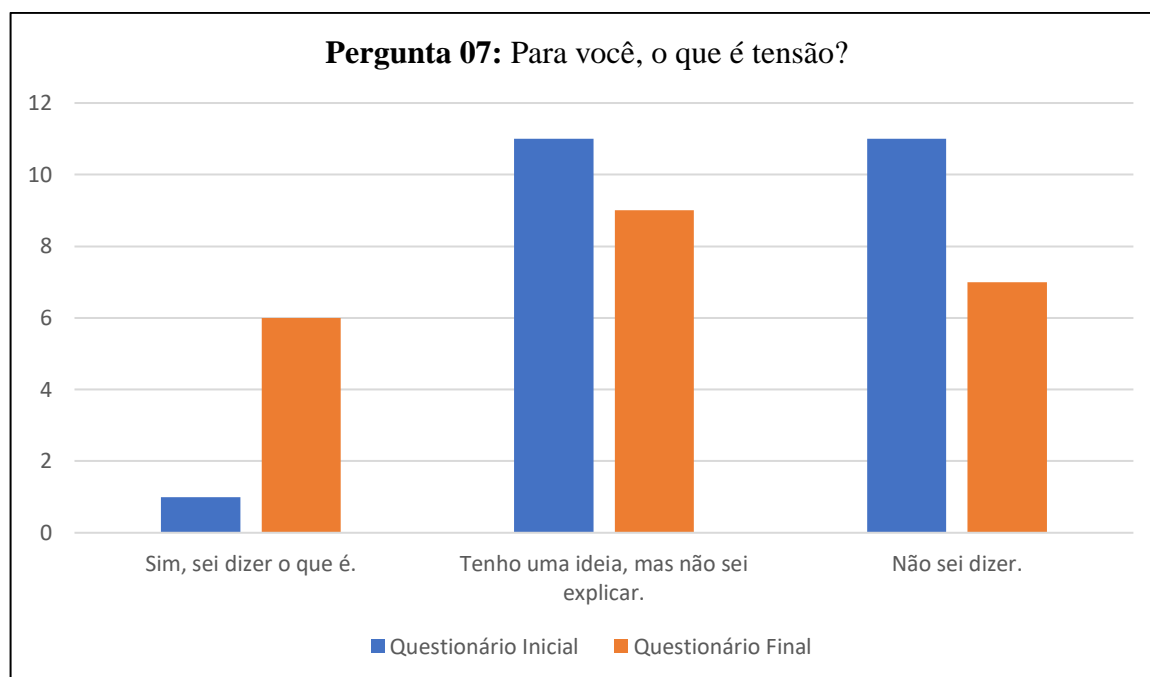


Fonte: Autor, 2021.

A *pergunta 06* trabalha o conceito de resistência elétrica em relação a turma fazendo um comparativo de evolução com a *pergunta 09* do questionário inicial. Alunos que sabiam definir o que é resistência elétrica passou de 9% antes do início da prática para 30% ao final dela.

Como falado ao analisar para o pré-teste na pergunta 09, conceitos como “resistência” já foram apresentados como em atrito e leis da termodinâmica, assim o estabelecimento de um subsunçor para estabelecer significativamente a ideia de resistência elétrica sinaliza se encaminhando, havendo uma migração de alunos que sabiam o que era resistência elétrica sem saber explicar para conseguir ilustrar o conceito, em decorrência disto, houve uma redução 65% para 48% neste tópico e, conseqüentemente, um aumento de 21% na resposta “SIM, sei dizer o que é”.

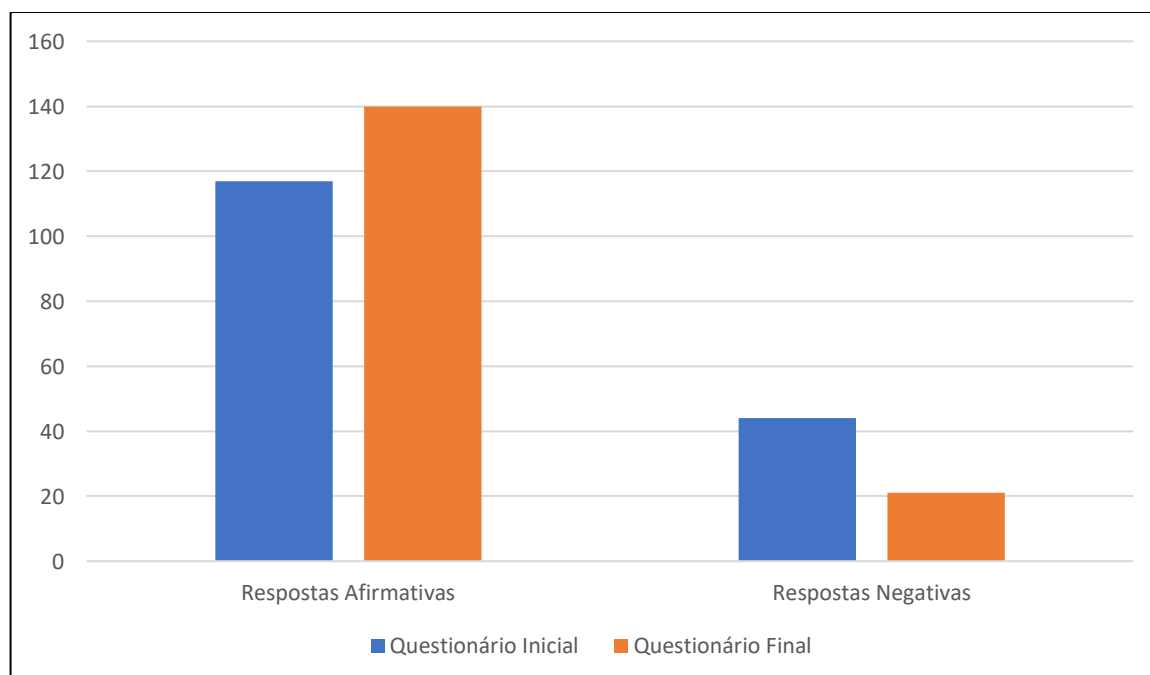
**Gráfico 18** - Resultado da pergunta 07 do Questionário Final em comparativo a pergunta 10 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor, 2021.

A *pergunta 07* procura abordar o conhecimento da classe em relação a tensão elétrica. Quando comparado ao pré-teste, houve um aumento de 4% para 27% de alunos que responderam “SIM, sei dizer o que é”. Também, uma redução em 7% de “Tenho ideia, mas não sei explicar” e em 16% de “Não sei dizer”. Isso mostra uma melhora na compreensão do conceito da tensão elétrica pela turma.

**Gráfico 19** - Quadro Comparativo de Respostas entre os Questionários.

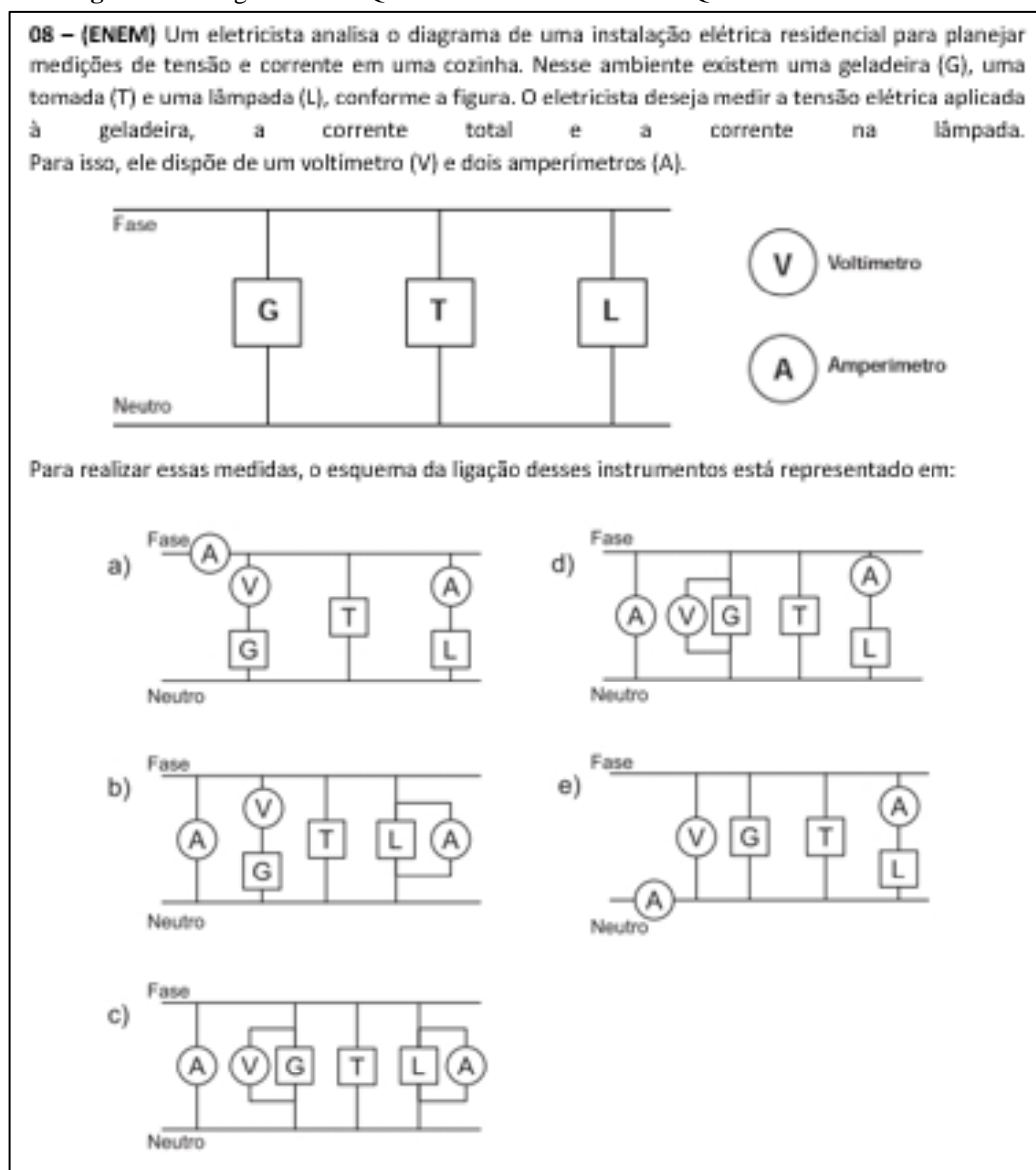


Fonte: Autor, 2021.

Pegando apenas o número de respostas das *perguntas 02, 04, 05, 06, 08, 09 e 10* do Questionário Inicial que correspondem as sete primeiras perguntas do Questionário Final. Ao juntar

as respostas afirmativas, seja respondendo SIM ou que tinha alguma ideia, visualiza-se um aumento de 73% para 87% ao final da prática, ocorrendo uma redução em 14% de respostas negativas.

**Figura 60** - Pergunta 08 do Questionário Final referente a Questão do ENEM de 2013.



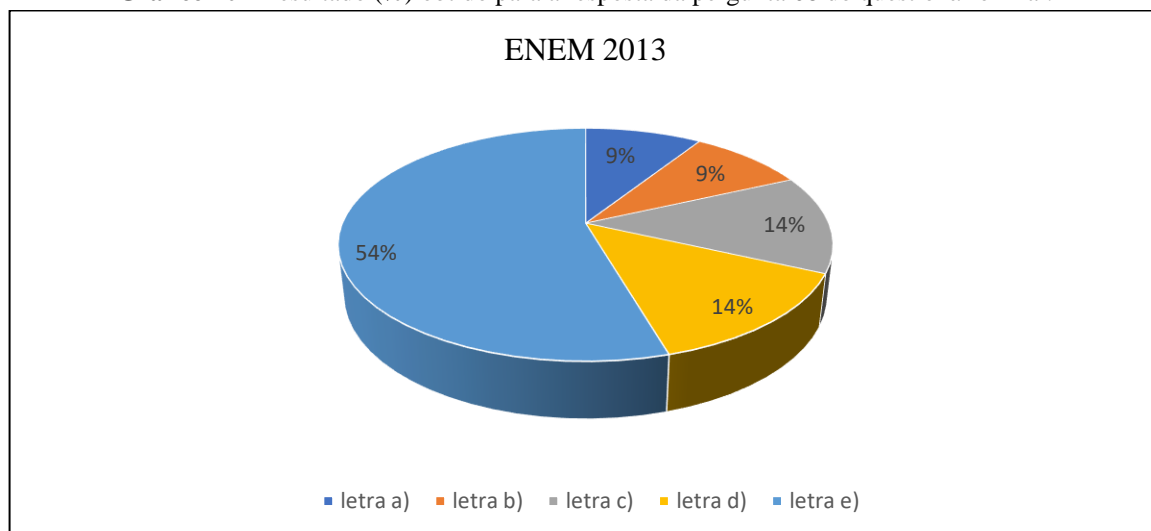
Fonte: Inep, 2013.

A fim de perceber que como a turma correspondeu a como o Voltímetro e o Amperímetro seriam colocados em um circuito eléctrico para verificar tensão e corrente eléctrica, respectivamente. Foi escolhido uma questão do ENEM de 2013, nela simula a situação de introduzir no circuito tais aparelhos.

A questão fala que se deseja verificar a tensão da geladeira para isso deve ligar o Voltímetro em paralelo em relação a geladeira.

Para verificar a corrente total do circuito é necessário ligar o Amperímetro em série ao circuito ou em uma das extremidades (onde está escrito fase ou neutro). Para a corrente da lâmpada é necessário ligar em série a lâmpada ou antes ou depois dela. Com essas informações a alternativa correta é a letra e).

**Gráfico 20** - Resultado (%) obtido para a resposta da pergunta 08 do questionário final.



Fonte: Autor, 2021.

A maior parcela (54%) respondeu a alternativa correta, letra e), mostrando que embora a turma tenha dito um primeiro contato com o Multímetro, foi possível empregar em uma questão.

É importante realçar que foi no final da manhã, a qual a prática foi trabalhada, onde os alunos estavam mais agitados pelo cansaço e fome.

## Capítulo 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No caminho da busca por mecanismos metodológicos que facilite a relação ensino-aprendizagem de física, tornando mais palatável a física para quem aprende, conseqüentemente, mais prazerosa para quem ensina que esta pesquisa foi realizada.

Na perspectiva de ensinar eletrodinâmica, este trabalho se torna um facilitador ao professor que encontra inserido em um ambiente de metamorfose, em decorrência do início da implementação do chamado novo ensino médio que a BNCC aborda (Ministério da Educação, 2021).

Como abordado do capítulo introdutório, o trabalho objetivou relacionar o a formação geral básica da eletrodinâmica com a formação do mundo do trabalho e cidadania relacionando tópicos comuns de um curso técnico de eletricista predial, por meio de uma sequência didática. Para isso se baseou nas habilidades e competências de alguns documentos como (BNCC, Ensino Médio, 2021), (Pará, 2020), (ENEM, Matriz de Referência, 2020). Sempre acompanhado da tutela da (ABNT NBR5410, 2004), seguindo as normas técnicas para manter a segurança nas práticas.

David Ausubel em seu trabalho (Ausubel, 1963), diz que um conhecimento pré-existente pode servir de base para a consolidação de um novo e nesse processo sofre uma ressignificação (Moreira & Masini, 1982).

A prática do produto educacional buscou em vários momentos partir de usar entendimentos que os alunos já possuíam de conteúdos anteriores, bem como os adquiridos fora do âmbito do ensino tradicional, como os que aprenderam no cotidiano. Notou que este princípio funcionou como um facilitador e/ou catalizador do aprendizado na implementação da sequência didática.

Por conta da pandemia ocorrida no mundo, a realidade de implementação do produto educacional foi totalmente diferente da sonhada. Assim, a pesquisa que poderia ser estendida por um semestre, teve que ser entendida, reformulada e aplicada em uma manhã. Não foi possível extrair todo o potencial que foi alinhado para as práticas roteirizadas.

Os instrumentos que seriam construídos em comum com a turma, já foram levados montados para facilitar todo o processo em vista do pouco tempo. Contudo, a aplicação foi bastante proveitosa.

Embora, tenha sido em uma manhã, a classe se mostrou solícita e curiosa em toda a prática. Foi percebido que um assunto – eletrodinâmica – que na vivência docente do pesquisador se torna de difícil digestão por parte do aluno – em virtude de sua abstração – com o uso de práticas experimentais, aguça o investigador intrínseco do discente, fazendo com que este seja estimulado a predizer, observar e buscar explicar o que está aprendendo.

Esta fala pode ser notada quando o pesquisador comparou o Questionário Inicial, o qual possui o papel de pré-teste, com o Questionário Final que é o pós-teste. Foi visto uma progressão na

clareza das respostas do primeiro questionário para o segundo, afirmando que a sequência didática possibilita uma aprendizagem realmente significativa (MOREIRA, A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula, 2006).

A análise da pesquisa mostrou que o produto educacional é realmente eficaz, podendo servir de referencial para a construções de metodologias em sala de aula, permitindo um enquadramento com a reformulação educacional motivada pela BNCC.

## REFERÊNCIAS

- ABNT NBR5410, A. B. (2004). *Norma Brasileira - Instalação elétricas de baixa tensão - NBR 5410*. Rio de Janeiro. Acesso em 01 de 05 de 2021, disponível em <https://docente.ifrn.edu.br/jeangaldino/disciplinas/2015.1/instalacoes-eletricas/nbr-5410>
- ABRACOPEL, A. B. (2021). *Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2021 - ano base 2020*. Salto, SP.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. (U. d. Michigan, Ed.) New York: Grune & Stratton.
- Biologia Total. (2020). Ciências da Natureza e Matemática na prova do ENEM. pp. <https://conteudos.biologiatotal.com.br/lp/prova-do-enem-o-que-mais-cai/>.
- BNCC, Ensino Médio. (2021). A Base Nacional comum Curricular para o Ensino Médio. *Ministério da Educação*, 537.
- Brasil, LDB. (Dezembro de 1996). Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*. Acesso em 05 de 04 de 2021, disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)
- Canez, A. (s.d.). Acesso em 03 de março de 2022, disponível em Cuidados com Eletricidade: <https://sites.google.com/site/cuidadoscomeletricidade/introduo>
- CAVALCANTE, K. G. (s.d.). Acesso em 08 de 04 de 2022, disponível em Brasil Escola: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/georg-simon-ohm.htm>
- dos Santos, A. C. (2000). *Instituto de Física*. Acesso em 28 de 10 de 2021, disponível em UFRGS: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/expmillikan/expmillikan.html>
- dos Santos, C. A. (1995). A participação de Fletcher no experimento da gota de óleo de Millikan. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 17 (1), 107-116.
- Educação, M. d. (2016). Guia PRONATEC de Cursos FIC. (4ª). Acesso em 03 de 04 de 2021, disponível em [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=41261-guia-pronatec-de-cursos-fic-2016-pdf&category\\_slug=maio-2016-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=41261-guia-pronatec-de-cursos-fic-2016-pdf&category_slug=maio-2016-pdf&Itemid=30192)
- Elétrica, Mundo da. (s.d.). *Mundo da Elétrica*. Acesso em 05 de 04 de 2022, disponível em <https://www.mundodaeletrica.com.br/>
- ENEM, Matriz de Referência. (2020). *Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira*. (Exame Nacional do Ensino Médio) Acesso em 13 de Jan de 2021, disponível em [download.inep.gov.br/download/enem/matriz\\_referencia.pdf](download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf)
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (1963). *The Feynman Lectures on Physics*. doi:ISBN 0-201-02116-1



- Gaspar, A. (2013). *Compreendendo a Física* (2ª ed.). São Paulo: Ática.
- Gaspar, A. (2013). *Compreendendo a Física* (2ª ed., Vol. 3). São Paulo: Ática.
- Gil, A. C. (2020). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4 ed.). São Paulo: Atlas.
- Griffiths, D. J. (2011). *Eletrodinâmica* (3ª ed.). São Paulo: Pearson Addison Wesley.
- Halliday, D., Resnik, R., & Krane, D. S. (2004). *Física 03* (5 ed., Vol. 2). Rio de Janeiro: LTC.
- IFMS, I. F. (2016). FIC EM ELETRICISTA PREDIAL DE BAIXA TENSÃO.
- INEP, I. N. (s.d.). Acesso em 2021 de 06 de 04, disponível em MEC, Ministério da Educação: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>
- INEP, I. N. (2015). *Relatório pedagógico Enem 2011-2012*. MEC, Brasília.
- INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais . (2020). Acesso em 2021 de 04 de 28, disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>
- Instituto Reúna. (2021). BNCC comentada para o ensino médio. *Instituto Reuna*. Fonte: <https://institutoreuna.org.br/projeto/base-comentada-para-o-ensino-medio>
- Junior, E. C., Rodrigues, E. C., Silva, M. V., Gomes, R. C., & Assis, C. C. (2017). Um estudo estatístico sobre o aproveitamento em Física de alunos de ensino médio e seus desempenhos em outras disciplinas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0145>
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. d. (2007). *Fundamentos de metodologia científica* (6ª ed.). São Paulo: Atlas.
- Machado, J. B. (2015). Acesso em 08 de 04 de 2022, disponível em Consumidor Cidadão: <https://consumidorcidadao.wordpress.com/2017/05/02/conheca-o-padrao-brasileiro-de-plugues-e-tomadas/>
- Machado, K. D. (2000). *Teoria do Eletromagnetismo* (Vol. 01). (UEPG, Ed.) Ponta Grossa.
- Machado, K. D. (2000). *Teoria do Eletromagnetismo* (Vol. 01). Ponta Grossa: UEPG.
- Mar-Girius. (2021). Acesso em 06 de 04 de 2022, disponível em Mar-Girius Continental Indústria: <https://www.margirius.com.br/blog/disjuntores-entenda-sua-importancia-e-saiba-como-funcionam/>
- Ministério da Educação. (5 de Março de 2021). *Base Nacional Comum Curricular*. Acesso em 5 de Março de 2021, disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Ministério da Educação, B. (s.d.). *Novo Ensino Médio - perguntas e respostas*. Acesso em 14 de 11 de 2021, disponível em <http://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-uncategorised/40361-novo-ensino-medio-duvidas>
- Ministério da Educação, BNCC. (21 de 12 de 2017). A Base Nacional Comum Curricular. *Diário Oficial da União*, p. 146.

- Ministério da Educação, BNCC. (5 de Março de 2021). *Base Nacional Comum Curricular*. Acesso em 5 de Março de 2021, disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- MOREIRA, M. A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Universidade de Brasília.
- MOREIRA, M. A. (23 de abril de 2010). *O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?*, Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso. Aceito para publicação, Qurri. Cuiabá, MT.
- Moreira, M. A., & Masini, E. F. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.
- Mundo Educação*. (s.d.). Acesso em 08 de 04 de 2022, disponível em <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/charles-coulomb.htm>
- Nusseenzveig, H. M. (1997). *Curso de Física básica – vol. 3*. São Paulo: Blucher.
- Pará, S. d. (12 de 2020). Documento Curricular do Estado do Pará - Etapa do Ensino Médio. Versão Preliminar. II.
- Paz, J. C. (2019). *Aprendizagem de calorimetria com auxílio de um aplicativo educacional instalado em smartphones: uma experiência com alunos do terceiro ano do ensino médio / Jailson Cuimar Paz; orientador, Jeanderson de Melo Dantas*.
- PEREIRA, F. C. (2015). Uma Breve História da Física Contemporânea. *Professare*, 4, p. 177-188.
- Pinheiro, A. C. (2017). Uma Análise da Força Elétrica e do Potencial Elétrico por Séries Infinitas.
- Pires, M. A., & Veit, E. A. (2006). Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28, p. 241- 248. doi:<https://doi.org/10.1590/S0102-47442006000200015>
- Priestley, J. (1767). *The History and Present State of Electricity*, com experimentos originais.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico* (2 ed.). Novo Hamburgo: Feevale.
- Reitz, J. R., Milford, F. J., & Christy, R. W. (1991). *Fundamentos da Teoria Eletromagnética*. Rio de Janeiro: Campus.
- SBF, S. B. (2020). Acesso em 20 de 03 de 2021, disponível em <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/acontece/1190-bncc-e-as-licenciaturas-de-fisica-participe>
- SENAI/CE, S. N. (s.d.). (S. -D. Ceará, Produtor) Acesso em 04 de 04 de 2021, disponível em <https://www.senai-ce.org.br/cursos/em-breve/8/tecnicos/eletricista-instalador-residencial>
- Shriver, D. F., & Atkins, P. W. (2003). *Química Inorgânica* (3ª ed.). Paraná: Bookman.

*SIGNIFICADOS*. (s.d.). Acesso em 14 de 11 de 2021, disponível em <https://www.significados.com.br/empirico/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20Emp%C3%ADrico%3A,n%C3%A3o%20tem%20comprova%C3%A7%C3%A3o%20cient%C3%ADfica%20nenhuma>.

*SIGNIFICADOS*. (2021). Acesso em 08 de 04 de 2022, disponível em <https://www.significados.com.br/empirico/>

Silva, E. L., & Menezes, E. (2005). *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação* (4<sup>a</sup> ed.). Florianópolis: UFSC.

Thiollent, M. (1998). *Metodologia da pesquisa-ação* (8 ed.). São Paulo: Cortez.

*TUTORMUNDI*. (2021). Acesso em 2022 de 04 de 24, disponível em Ranking das maiores dúvidas por matéria no TutorMundi em 2021: <https://tutormundi.com/ranking-duvidas/>

Unicamp. (s.d.). (unicamp, Produtor) Acesso em 22 de 10 de 2021, disponível em <http://www.dsif.fee.unicamp.br/~cesarpagan/NotasDeAula/eletromagnetismo-1-3>

Wikipedia. (s.d.). Acesso em 08 de 04 de 2022, disponível em [https://es.wikipedia.org/wiki/Experimento\\_de\\_Millikan](https://es.wikipedia.org/wiki/Experimento_de_Millikan)

wikipedia-Física. (1 de dezembro de 2020). *Física*. Acesso em 5 de Abril de 2021, disponível em Wikipédia: [https://pt.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADsica#cite\\_note-feynman-1](https://pt.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADsica#cite_note-feynman-1)



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



**TERMO DE ANUÊNCIA DO GESTOR**

Nome do pesquisador: **ALVARO CESAR DOS SANTOS OLIVEIRA**.  
 Telefone: (91) 99375-7686.  
 Endereço: Travessa Padre Antônio Franco, 2653. Bairro: Matinha. Cametá. 68.400-000.  
 E-mail: [alvarocoelho182@gmail.com](mailto:alvarocoelho182@gmail.com)

Prezada

Sou aluno do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará em parceria com a Sociedade Brasileira de Física. Estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada ***“Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Física baseado em Instalações Elétricas de Baixa Tensão com Foco no Novo Ensino Médio”***, sob a orientação do professor Dr. Bruno Wallacy Martins. O objetivo geral da pesquisa é desenvolver um ***“Curso no que sirva de modelo para um itinerário formativo que ensine conceitos de eletricidade voltados para o cotidiano do aluno baseado em residências de baixa tensão”*** para utilização na Educação Básica como ferramenta auxiliar no processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências Físicas.

Desta forma estarei implementando o Produto Educacional ***“Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Física baseado em Instalações Elétricas de Baixa Tensão com Foco no Novo Ensino Médio”*** nas dependências da Escola Estadual de Ensino Médio Professora Osvaldina Muniz direcionado para o público preferencialmente da **3ª série do Ensino Médio**. No ensejo da implementação, duas bancadas para ensinar conceitos de eletrodinâmica que estão presentes no cotidiano da turma, assim podemos inserir tópicos de Física, mais especificamente, tópicos de Eletrodinâmica.

Como estratégia de ensino para tornar o ensino dinâmico, atrativo e motivador aos estudantes é que propomos a utilização deste produto educacional que é uma ferramenta metodológica desconhecida pelos mesmos, gerando assim o elemento “curiosidade”. Caso necessite esclarecer alguma dúvida em relação ao estudo estou à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos. Se vossa senhoria estiver de acordo, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais, e os dados coletados serão utilizados apenas para fins de análises científicas.

Eu, *Ivana Moura Viana*, gestora da Escola Estadual de Ensino Médio Professora Osvaldina Muniz fui esclarecida sobre a pesquisa citada acima e **AUTORIZO** a realização da mesma, considerando seu mérito e caráter científico.

Cametá – PA, *02/12/2021*

*Ivana Moura Viana*  
 Vice - Diretora  
 Mat. Nº. 57206684

## APÊNDICE B



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

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome do pesquisador: ALVARO CESAR DOS SANTOS OLIVEIRA.

E-mail: [alvarocoelho182@gmail.com](mailto:alvarocoelho182@gmail.com)

Prezado (a):

Meu nome é Alvaro Cesar dos Santos Oliveira, sou professor e aluno do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará em parceria com a Sociedade Brasileira de Física. Estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada “*Física para Instalações Elétricas de Baixa Tensão*”, sob a orientação do professor Dr. Bruno Wallacy Martins. O objetivo geral da pesquisa é desenvolver o aplicativo “*Curso no modelo de um itinerário formativo que ensine conceitos de eletricidade voltados para o cotidiano do aluno em residências de baixa tensão*” para utilização na Educação Básica como ferramenta auxiliar no processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências Físicas.

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do CPF N° \_\_\_\_\_ e RG N° \_\_\_\_\_, responsável legal pelo aluno (a) \_\_\_\_\_, matriculado na Escola Estadual de Ensino Médio Professora Osvaldina Muniz, na turma \_\_\_\_\_, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade se ocorrer do uso de imagem e/ou depoimento, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), **AUTORIZO**, através do presente termo, o pesquisador acima descrito do produto educacional intitulado “*Física para Instalações Elétricas de Baixa Tensão*” a realizar as fotos e filmagens que se façam necessárias e/ou a colher depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e destes vídeos e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor do pesquisador, acima especificado, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990) e das pessoas com deficiência (Decreto N° 3.298/1999, alterado pelo Decreto N° 5.296/2004).

Destá forma agradecemos a sua concordância em participar do nosso estudo. Sua participação é fundamental para a nossa pesquisa lograr êxito. Reforçamos que as informações obtidas serão utilizadas exclusivamente para a execução desta pesquisa, com garantia do sigilo das respostas. O (a) senhor (a) terá acesso às mesmas caso as solicite. Asseguro ainda que o (a) senhor (a) será informado quanto aos procedimentos e benefícios do estudo, sendo esclarecido possíveis dúvidas que possam ocorrer. Além disso, o (a) senhor (a) tem a liberdade de retirar o seu consentimento a qualquer momento e não participar do estudo sem qualquer prejuízo.

O presente TCLE será disposto em duas vias de igual teor.

Cametá – PA, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Responsável Legal

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

## APÊNDICE C



### UNIVERSIDADE DO SUL E SULDESTE DO PARÁ MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

#### QUESTIONÁRIO INICIAL

Questionário de percepção sobre a compreensão acerca do assunto **ELETRICIDADE**.

**01** – Você já pegou ou viu alguém pegar um **choque**? Caso, sim, descreva o que aconteceu.

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**02** - Você saberia explicar o **risco** de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**03** – Em seu dia a dia você consegue identificar onde está presente a **corrente elétrica**?

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**04** – Você conhece algum material que **bloqueia** a passagem da corrente elétrica? Por que esses materiais bloqueiam a corrente elétrica?

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**05** – Você conhece algum material apropriado para a passagem da corrente elétrica? Por que é **fácil** a passagem de corrente nesses materiais?

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**06** – Você conhece o termo **ELETRIZADO**? Você já viu algo eletrizado? Já conseguiu eletrizar algum material?

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**07** – Qual a relação entre o consumo de energia elétrica em sua casa e o valor da fatura?

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**08**– Para você, o que seria corrente elétrica?

( ) Sim, sei dizer o que é.

( ) Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

( ) Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**09** – Para você, o que é resistência elétrica?

( ) Sim, sei dizer o que é.

( ) Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

( ) Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**10** – Para você, o que é potência elétrica?

( ) Sim, sei dizer o que é.

( ) Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

( ) Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## APÊNDICE D



### UNIVERSIDADE DO SUL E SULDESTE DO PARÁ MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

#### QUESTIONÁRIO FINAL

Questionário de percepção sobre a compreensão acerca do assunto eletricidade.

**01** - Você saberia explicar o **risco** de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**02** – Você conhece o termo **ELETRIZADO**? Você já viu algo eletrizado? Já conseguiu eletrizar algum material?

- Sim, sei dizer o que é.  
 Tenho uma ideia, mas não sei explicar.  
 Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**03** – O que é condutor elétrico?

- Sim, sei dizer o que é.  
 Tenho uma ideia, mas não sei explicar.  
 Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**04** – O que é um isolante elétrico?

- Sim, sei dizer o que é.  
 Tenho uma ideia, mas não sei explicar.  
 Não sei dizer.



**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**05** – Para você, o que seria corrente elétrica?

- Sim, sei dizer o que é.
- Tenho uma ideia, mas não sei explicar.
- Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**06** – Para você, o que é resistência elétrica?

- Sim, sei dizer o que é.
- Tenho uma ideia, mas não sei explicar.
- Não sei dizer.

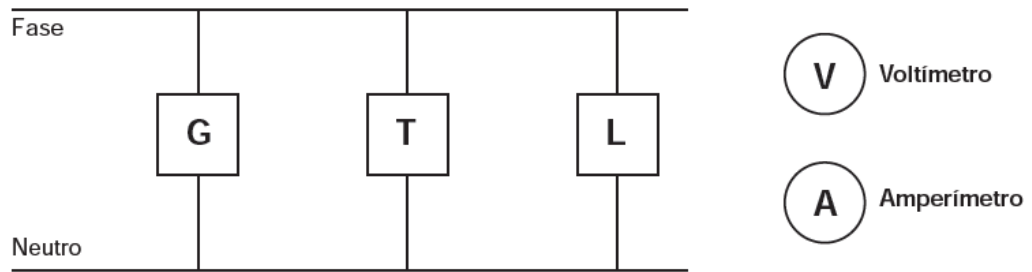
**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**07** – Para você, o que é tensão?

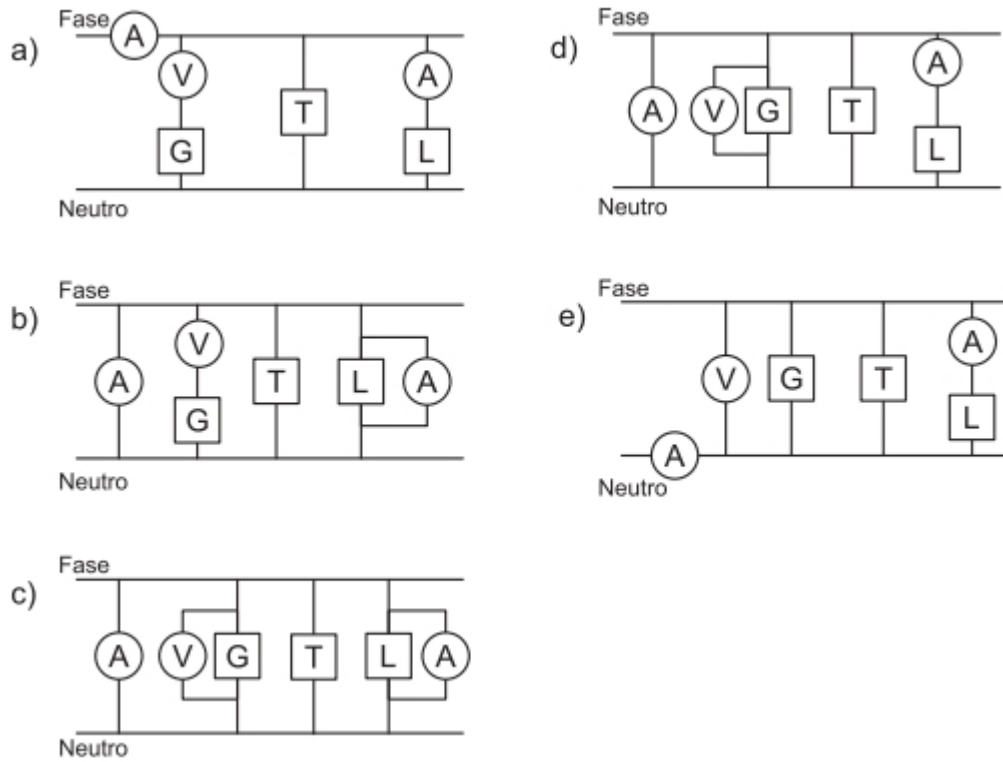
- Sim, sei dizer o que é.
- Tenho uma ideia, mas não sei explicar.
- Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**08** – (ENEM) Um eletricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O eletricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).



Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:



## **APÊNDICE E**

### **PRODUTO EDUCACIONAL**

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



## **MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL**

### **O ENSINO DE FÍSICA BASEADO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO COM FOCO NO NOVO ENSINO MÉDIO**

Prof. Alvaro Cesar dos Santos Oliveira

Marabá – PA  
2022

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



**O ENSINO DE FÍSICA BASEADO EM INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO COM FOCO NO NOVO ENSINO  
MÉDIO**

Autor:  
**Prof. Alvaro Cesar dos Santos Oliveira**

Orientador:  
**Prof. Dr. Bruno Wallacy Martins**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA  
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF

Marabá – PA  
2022

## **Agradecimentos**

Agradeço, primeiramente, a Deus que possibilitou eu caminhar até aqui.

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

Este trabalho contém o Produto Educacional que é fruto da Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF – promovido pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA.

Sob a tutela e orientação do professor Dr. Bruno Wallacy Martins, da UFPA – PA, o qual sou muito grato por toda a parceria, amizade e ajuda neste projeto.

Aos meus pais e meus irmãos.

À SBF – Sociedade Brasileira de Física – por me oportunizar em realizar um Mestrado de Ensino em nosso estado.

Aos meus amigos e companheiros de mestrado Cláudio, Midian, Vagno, Luciana, Dani e Ermeson por toda a amizade e partilha nesse período. Em especial, ao Anderson por toda ajuda na reta final da escrita deste trabalho.

Em especial, as minhas filhas Alice e Ana por quem luto e lutarei sempre.

E a todos que ajudaram até mesmo indiretamente neste projeto.

## Figuras

<b>Figura 1</b> - Representação de um cabo de cobre.....	2
<b>Figura 2</b> - Ligando a lâmpada na tomada.....	3
<b>Figura 3</b> - Mangueira introduzida na torneira.....	3
<b>Figura 4</b> - Deslocamento de cargas elétricas em um fio.....	4
<b>Figura 5</b> - a) corrente contínua: mesmo sentido; b) corrente alternada: sentidos variáveis.....	4
<b>Figura 6</b> - a) corrente contínua constante; b) corrente contínua pulsante.....	5
<b>Figura 7</b> - Corrente alternada.....	5
<b>Figura 8</b> - Representação de um cabo de cobre.....	7
<b>Figura 9</b> - Representação da introdução do cabo em um bocal.....	7
<b>Figura 10</b> - Representação da união do cabo com os bocais em série.....	7
<b>Figura 11</b> - Representação do circuito em série.....	8
<b>Figura 12</b> - Representação de um cabo de cobre.....	8
<b>Figura 13</b> - Representação do cabo no bocal.....	8
<b>Figura 14</b> - Representação do isolamento do bocal em paralelo.....	9
<b>Figura 15</b> - Representação do plug que será conectado na tomada.....	9
<b>Figura 16</b> - Representação do circuito em paralelo.....	9
<b>Figura 17</b> - Representação da apresentação dos circuitos em série e paralelo.....	10
<b>Figura 18</b> - Representação da prática com dois alunos.....	10
<b>Figura 19</b> - Representação da corrente passando em resistores em série.....	11
<b>Figura 20</b> - Representação da resistência elétrica como muros para associação em série.....	11
<b>Figura 21</b> - Representação da corrente passando em resistores em paralelo.....	12
<b>Figura 22</b> - Representação da resistência elétrica como muros para associação em paralelo.....	12
<b>Figura 23</b> - Representação do brilho das lâmpadas em associação em série e paralelo.....	13
<b>Figura 24</b> - Comportamento da potência elétrica em circuitos em série e em paralelo.....	13
<b>Figura 25</b> - Representação de um fio condutor.....	14
<b>Figura 26</b> - Representação de um resistor em um circuito.....	14
<b>Figura 27</b> - Representação de um capacitor em um circuito.....	14
<b>Figura 28</b> - Representação de um gerador elétrico ideal em um circuito.....	15
<b>Figura 29</b> - Representação de um gerador elétrico real em um circuito.....	15
<b>Figura 30</b> - Representação do gráfico característico de um condutor ôhmico.....	16
<b>Figura 31</b> - Representação de um circuito residencial simples.....	18
<b>Figura 32</b> - Representação de um circuito residencial simples com a substituição do plug para servir de modelo na montagem da bancada simples.....	18
<b>Figura 33</b> - MDF usado na mini bancada.....	19
<b>Figura 34</b> - Representação da disposição dos cabos.....	19
<b>Figura 35</b> - Representação das extremidades fixadas dos cabos.....	19
<b>Figura 36</b> - Representação da disposição dos cabos na tomada.....	20
<b>Figura 37</b> - Representação dos cabos vista de costa e de frente.....	20
<b>Figura 38</b> - Representação dos cabos no interruptor.....	21
<b>Figura 39</b> - Representação da mini bancada montada.....	21
<b>Figura 40</b> - Representação de cores para os cabos.....	22
<b>Figura 41</b> - Efeitos da intensidade da corrente elétrica no corpo humano.....	25
<b>Figura 42</b> - Representação de escala.....	28
<b>Figura 43</b> - Representação do modelo para a bancada.....	28

<b>Figura 44</b> - Folha de compensando. ....	29
<b>Figura 45</b> - Representação da delimitação da marcação no compensado. ....	29
<b>Figura 46</b> - Representação do posicionamento esperado das tomadas, interruptores e lâmpadas. ....	30
<b>Figura 47</b> - Representação da delimitação da marcação no compensado dos locais das tomadas, interruptores e lâmpadas. ....	30
<b>Figura 48</b> - Esquema da divisão de circuitos. ....	32
<b>Figura 49</b> - Representação da marcação do compensado. ....	33
<b>Figura 50</b> - Representação dos cabos na tomada vista de costa e de frente. ....	33
<b>Figura 51</b> - Representação dos cabos no bocal. ....	34
<b>Figura 52</b> - Representação dos cabos no interruptor. ....	34
<b>Figura 53</b> - Região do fio descascado para realizar a junção para ligação com outro fio condutor. ....	34
<b>Figura 54</b> - Representação do encaixe de fios condutores. ....	35
<b>Figura 55</b> - Representação da isolamento de uma junção de fios condutores. ....	35
<b>Figura 56</b> - Representação da disposição dos fios condutores na bancada. ....	35
<b>Figura 57</b> - Representação das extremidades fixadas dos cabos. ....	36
<b>Figura 58</b> - Disposição do circuito do Quarto 01. ....	36
<b>Figura 59</b> - Disposição do circuito da Cozinha. ....	37
<b>Figura 60</b> - Disposição do circuito do Banheiro. ....	37
<b>Figura 61</b> - Disposição do circuito do Quarto 02. ....	37
<b>Figura 62</b> - Disposição do circuito da Sala. ....	38
<b>Figura 63</b> - Representação do disjuntor fixado na bancada. ....	38
<b>Figura 64</b> - Representação dos cabos na tomada. ....	39
<b>Figura 65</b> - Representação da tomada fechada e com os cabos unidos por fita isolante. ....	39
<b>Figura 66</b> - Representação da Bancada Elétrica montada. ....	40
<b>Figura 67</b> - Multímetro. ....	42
<b>Figura 68</b> - Representação das opções de escolha das aos alunos para selecionar a opção Voltímetro. ....	43
<b>Figura 69</b> - Representação da indicação da opção 2 para Voltímetro de corrente alternada. ....	43
<b>Figura 70</b> - Representação da escolha da escala para o Voltímetro. ....	43
<b>Figura 71</b> - Esquema explicativo para introdução no circuito em paralelo para a medição usado o Voltímetro. ....	44
<b>Figura 72</b> - Representação da escolha da opção Amperímetro. ....	45
<b>Figura 73</b> - Representação da escala da ordem de grandeza da amperagem. ....	45
<b>Figura 74</b> - Esquema explicativo para introdução no circuito em paralelo para a medição usado o Amperímetro. ....	45
<b>Figura 75</b> - Representação da seleção do aparelho como um Ohmímetro. ....	46
<b>Figura 76</b> - Representação da escala da ordem de grandeza da resistência. ....	46
<b>Figura 77</b> - Representação no Multímetro do Visor, Opção Off e da Chave Seletora. .	47
<b>Figura 78</b> - Representação no Multímetro das opções de Voltímetro, Amperímetro e Ohmímetro. ....	48
<b>Figura 79</b> - Representação da região onde se introduz os cabos de teste. ....	49



## **Tabelas**

<b>Tabela 1</b> - Tabela dos Momentos de Aplicação do Produto Educacional. ....	1
<b>Tabela 2</b> - Tabela de notas de medição da voltagem. ....	44
<b>Tabela 3</b> - Tabela de notas de medição da amperagem. ....	45
<b>Tabela 4</b> - Tabela de notas de medição da resistência. ....	47

## Sumário

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>AULA 1 QUESTIONÁRIO INICIAL .....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	1
1.2 Tempo.....	1
1.3 Procedimento .....	1
<b>AULA 2 INTRODUZINDO A CORRENTE ELÉTRICA .....</b>	<b>2</b>
2.1 Objetivo .....	2
2.2 Tempo.....	2
2.3 Procedimentos .....	2
2.3.1 Materiais .....	2
2.3.2 Preparativos para a Aula.....	2
2.3.3 Prática .....	3
2.4 Fundamentação Teórica.....	4
<b>AULA 3 CIRCUITOS EM SÉRIE E PARALELO .....</b>	<b>6</b>
3.1 Objetivo .....	6
3.2 Tempo.....	6
3.3 Procedimentos .....	6
3.3.1 Materiais .....	6
3.3.2 Preparativos para a Aula.....	6
3.3.3 Prática .....	9
3.4 Fundamentação Teórica.....	14
3.4.1 Circuitos elétricos: ligações em série e em paralelo.....	14
3.4.2 Resistência e Lei de Ohm .....	15
<b>AULA 4 MINIBANCADA .....</b>	<b>17</b>
4.1 Objetivo .....	17
4.2 Tempo.....	17
4.3 Procedimentos .....	17
4.3.1 Materiais .....	17
4.3.2 Preparativos para a Aula.....	18
4.3.3 Prática .....	21
4.4 Fundamentação Teórica.....	22
<b>AULA 5 SEGURANÇA.....</b>	<b>23</b>
5.1 Objetivo .....	23
5.2 Tempo.....	23
5.3 Procedimento .....	23
5.3.1 Prática .....	23
5.4 Fundamentação Teórica.....	23
5.4.1 Alguns motivos de acidentes elétricos: .....	24
5.4.2 Como ocorre o choque?.....	24
5.4.3 Aspectos biológicos da corrente elétrica .....	24
5.4.4 ABNT NBR 5410 .....	25
5.4.5 Os objetivos principais são:.....	25

5.4.6 Dicas de segurança.....	25
5.4.7 Cuidados na montagem da bancada.....	26
<b>AULA 6 DIMENSIONAMENTO DA BANCADA.....</b>	<b>27</b>
6.1 Objetivo.....	27
6.2 Tempo.....	27
6.2 Procedimento.....	27
6.3.1 Materiais.....	27
6.3.2 Prática.....	27
<b>AULA 7 INSTALAÇÃO DA BANCADA.....</b>	<b>31</b>
7.1 Objetivo.....	31
7.2 Tempo.....	31
7.3 Procedimento.....	31
7.3.1 Materiais.....	31
7.3.2 Prática.....	32
<b>AULA 8 MULTÍMETRO.....</b>	<b>42</b>
8.1 Objetivo.....	42
8.2 Tempo.....	42
8.3 Procedimentos.....	42
8.3.1 Materiais.....	42
8.3.2 Prática.....	42
8.3.3 Trabalhando com o Voltímetro.....	43
8.3.4 Trabalhando com o Amperímetro.....	44
8.3.5 Trabalhando com o Ohmímetro.....	46
8.4 Fundamentação Teórica.....	47
<b>AULA 9 QUESTIONÁRIO FINAL.....</b>	<b>50</b>
9.1 Objetivo.....	50
9.2 Tempo.....	50
9.3 Procedimentos.....	50
<b>APÊNDICE A QUESTIONÁRIO INICIAL.....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE B MODELO DE BANCADA DO PRODUTO EDUCACIONAL....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE C TABELA DE NOTAS DE MEDIÇÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE D QUESTIONÁRIO FINAL.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## APRESENTAÇÃO

Este material é o Produto Educacional, o qual é fruto do Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF – incentivado pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA. Essa descrição detalhada servirá de aprofundamento para o educador que pretenda aplicar em seu colégio tal produto.

O Produto Educacional é uma sequência didática que visa estimular e enriquecer a metodologia de ensino ao aplicar práticas do ensino de eletrodinâmica. Usa desde conhecimentos pré-estabelecidos sobre hidrostática para estabelecer conceitos sobre corrente elétrica até a construção de uma bancada que simule uma residência elétrica simples para demonstrar noções como eletricidade e consumo de energia.

A partir de 2022, entra em vigência um ensino no qual o jovem aprendiz é posto como protagonista de seu aprendizado, agindo de maneira mais concreta e autônoma em suas escolhas do conhecimento.

Antes a carga horária mínima exigida para os três anos de Ensino Médio era de 2.400 horas (sendo 800 horas anuais para cada série), a partir deste ano essa base aumentará para 3.000 horas mínimas. A grande novidade é que 1800 horas serão destinadas a formação básica e o restante 1.200 horas destinadas à um currículo flexível no formato de Itinerários Formativos. O que em teoria, dará ao aluno um maior protagonismo para escolher conteúdos mais voltados com a sua personalidade.

É uma das maiores mudanças da Lei nº 13.415/2017, a qual alterou a LDB e propôs a reforma para o ensino médio, onde 40 % do total de horas a serem cumpridas no decorrer dos 03 anos de ensino serão dedicadas aos itinerários formativos que no caso é a parte do currículo flexível.

Pensando na possível alta percentual de evasão para escolha de cursos que fujam do ambiente físico, foi pensando em uma proposta que por meio de práticas laboratoriais possa ou, simplesmente, ser usadas em aulas de um curso de eletrodinâmica, a fim de ensinar os alunos dentro da proposta das 2.400 horas de ensino básico ou, abraçando a ideia do currículo flexível, compor a criação de um itinerário formativo ou, ainda, pode ser usado de maneira isolada para metodologias específicas, bem como em uma feira de ciência.

O documento é composto por **09 Aulas (Momentos)**. É importante dizer que o termo “aula” é usado na perspectiva de se ensinar algo, sendo algumas compostas de 50 minutos (01 aula), 100 minutos (02 aulas), 150 minutos (03 aulas), por exemplo.

No início de cada **Aula**, é falado de maneira introdutória a que foi pensando para a prática, bem como sugestões de inclusão de professores de outras disciplinas para enriquecer o ensino, bem como profissionais de segurança e eletricidades.

Caro, professor, o aluno terá contato com princípios básicos que são apresentados em um curso básico de Eletricista Predial, que tem como exigência ter o ensino fundamental. No curso de eletricista, o aprendiz aprende, em grande parte, conceitos empíricos<sup>1</sup>. A ideia é trazer para a sala de aula um ensino prático da eletrodinâmica, fazendo com que seja despertado o interesse do aluno. Pensando em aproximar o discente em um ensino mais efetivo, se faz necessária uma aula que motive, contextualize e ressignifique, usando para isto, a experimentação de práticas simples, mas que enriquecem o aprendizado.

Uma proposta para que o aluno compreenda os conceitos é que estes sejam apresentados sob a forma de projeto educacional aplicado a alguma atividade que faça parte do cotidiano do aluno. Ou ainda que a instrução seja compreendida como uma aplicação técnica que o discente pode empregar em alguma atividade ocupacional/empregatícia.

Assim, traremos para a sala de aula, metodologias por intermédio de um roteiro que tenha um olhar prático, visualizando um ensino prático e técnico, onde o aprendiz consiga vivenciar no seu cotidiano.

Bom proveito!

---

<sup>1</sup> Empírico é um fato que se apoia somente em experiências vividas, na observação de coisas, e não em teorias e métodos científicos. Empírico é aquele conhecimento adquirido durante toda a vida, no dia-a-dia, que não tem comprovação científica nenhuma (SIGNIFICADOS, 2021).

**Tabela 1** - Tabela dos Momentos de Aplicação do Produto Educacional.

<b>Momentos</b>	<b>Tema</b>	<b>Tempo</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Sugestão</b>
<b>1º Aula</b>	Questionário Inicial	50 minutos	Pré-Teste.	
<b>2º Aula</b>	Introdução da Corrente Elétrica	50 a 100 minutos	Corrente Elétrica. Hidrodinâmica.	Preparar antes o circuito da lâmpada
<b>3º Aula</b>	Circuitos em Série e Paralelo	100 a 150 minutos	Circuito Elétrico. Circuito em Série e em Paralelo. Corrente Elétrica. Resistência Elétrica. Diferença de Potencial	Preparar antes o circuito em série e em paralelo
<b>4º Aula</b>	Minibancada	50 minutos	Circuito Residencial. Normas de Segurança.	Construir antes a minibancada
<b>5º Aula</b>	Segurança	100 minutos	Aspectos Biológicos da Corrente Elétrica. Normas de Segurança.	Convidar: Técnico em Segurança do Trabalho; Técnico em Eletricidade ou Eletricista Predial; Engenheiro Elétrico.
<b>6º Aula</b>	Dimensionamento da Bancada	100 minutos	Proporção.	Convidar: Professor de Matemática.
<b>7º Aula</b>	Instalação da bancada	150 minutos	Circuito Residencial. Componentes de um Circuito Elétrico	
<b>8º Aula</b>	Multímetro	100 minutos	Circuito Elétrico. Instrumentos Elétricos.	
<b>9º Aula</b>	Questionário Final	50 minutos	Pós-Teste	

Fonte: Autor, 2021.

# AULA 1

## QUESTIONÁRIO INICIAL

A aplicação do questionário é importante para entender os conhecimentos já estabelecidos de cada aluno, bem como ajuda a iniciar os questionamentos sobre conceitos de eletricidade que serão abordados.

Professor, é importante que leia o Questionário Inicial com o intuito de a turma conseguir responder mais eficiente.

### 1.1 Objetivos

- Aplicar o Questionário Inicial que se encontra no **Apêndice A**;
- Reconhecer conhecimentos pré-estabelecidos que sirvam de base para uma aprendizagem significativa.

### 1.2 Tempo

- 50 minutos (01 aula).

### 1.3 Procedimento

**Passo 1:** Entregue o Questionário Inicial para a turma;

**Passo 2:** Leia o Questionário Inicial;

**Passo 3:** Recolha o Questionário Inicial.

## AULA 2

### INTRODUZINDO A CORRENTE ELÉTRICA

Há dois momentos nesta prática. O primeiro, montagem e teste antes da aula. Já o segundo, de aplicação em sala.

#### 2.1 Objetivo

- Entender o conceito de corrente elétrica;
- Relacionar conceitos da hidrostática e hidrodinâmica com a eletrodinâmica.

#### 2.2 Tempo

- 50 minutos (01 aula) a 100 minutos (02 aulas).

#### 2.3 Procedimentos

##### 2.3.1 Materiais

- Materiais
- Cabo 2,5 mm<sup>2</sup>;
- Bocal;
- Lâmpada;
- Plug macho;
- Alicate;
- Chave Phillips;
- Mangueira

##### 2.3.2 Preparativos para a Aula

**Passo 1:** Corte dois pedaços de cabo do mesmo tamanho. O tamanho ficará ao seu critério;

**Passo 2:** Com o alicate, descasque as pontas dos cabos;

**Figura 1** - Representação de um cabo de cobre.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 3:** Conecte no bocal e, com a chave Philips, aperte;

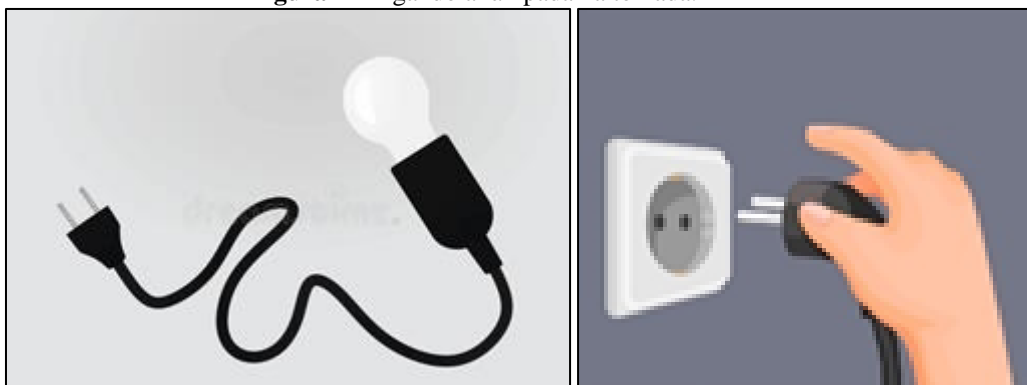
**Passo 4:** Conecte as duas outras extremidades no plug macho;



### 2.3.3 Prática

**Passo 1:** Peça para algum aluno colocar o plugue da lâmpada na tomada;

**Figura 2** - Ligando a lâmpada na tomada.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 2:** Após a lâmpada acender, pergunte tal motivo a turma;

**Passo 3:** Situação 01: Peça a outro aluno colocar a mangueira na torneira e ligá-la e após um tempo, desligue-a;

**Figura 3** - Mangueira introduzida na torneira.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 4:** Converse com a turma sobre o que aconteceu, faça vê-los que ao ligar a torneira, levou algum tempo para que a água saia na outra ponta;

**Passo 5:** Situação 02: Chame a atenção da turma sobre ter ficado água na mangueira, e então peça para ligarem novamente a torneira;

**Passo 6:** Pergunta: *“O tempo para a água sair na outra extremidade na primeira situação e na segunda mudou?”*

**Passo 7:** Debata com a turma sobre o ocorrido;

**Passo 8:** Pergunta: *“Qual a semelhança entre o ato de ligar a lâmpada e ligar a torneira?”*

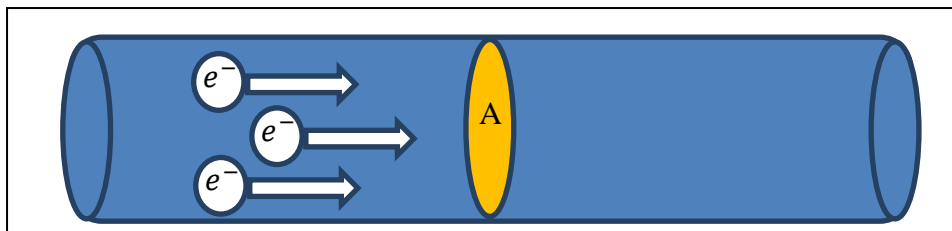
**Passo 9:** Debata com a turma essa situação-problema;

**Passo 10:** Defina o conceito de Corrente Elétrica.

## 2.4 Fundamentação Teórica

A corrente elétrica,  $i$ , é o fluxo dos portadores de carga durante o tempo. Na perspectiva do ensino médio, os condutores apresentados serão os sólidos, consequentemente, os portadores de carga elétrica, serão os elétrons livres.

**Figura 4** - Deslocamento de cargas elétricas em um fio.



Fonte: Autor, 2021.

A intensidade da corrente é a quantidade de carga elétrica que passará através do fio condutor em um instante de tempo,

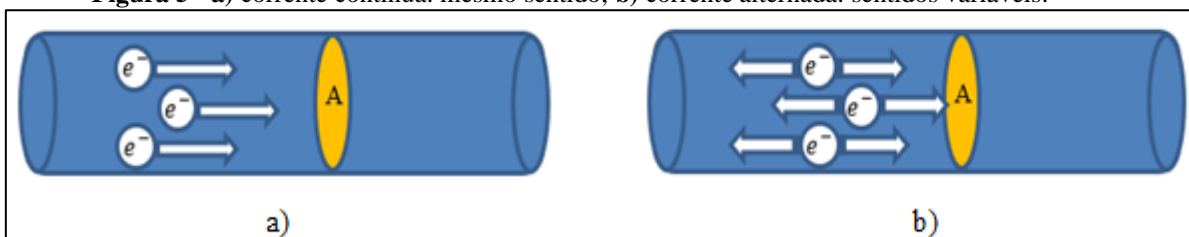
$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

A unidade de corrente elétrica no Sistema Internacional é o Ampère ( $A$ ), que expressa a passagem de  $01\text{ C}$  ( $6,415076 \times 10^{18}$  elétrons) em uma seção de um fio condutor a cada segundo.

Dependendo do condutor haverá um sentido de corrente. Para o nosso estudo, é trabalhado o condutor do tipo metálico, no qual o portador de carga é o elétron, havendo dois sentidos. Um chamado de convencional, dado pelas cargas positivas, no mesmo sentido do campo elétrico. O outro, chamado de sentido real é o dos elétrons livres, contrário ao campo, que é produzido por uma diferença de potencial entre dois pontos,  $ddp$ .

A corrente elétrica que passará pelo fio condutor, poderá ser contínua (c. c.) ou alternada (c. a.).

**Figura 5** - a) corrente contínua: mesmo sentido; b) corrente alternada: sentidos variáveis.

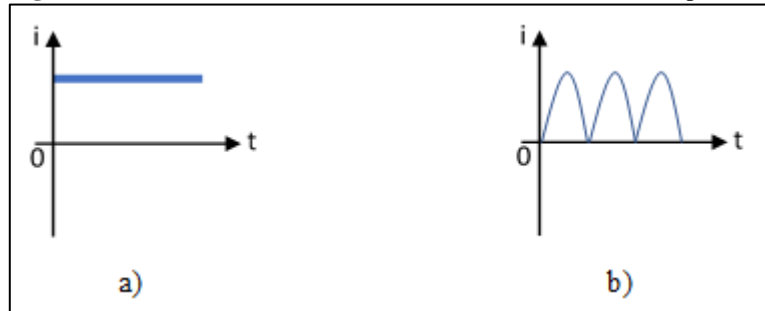


Fonte: Autor, 2021.

A corrente é contínua quando os portadores de carga elétrica, mantêm o sentido, seja o seu movimento constante ou pulsante. Nas baterias, como as pilhas, temos uma

corrente constante, mantendo sempre a quantidade de cargas elétricas passando pela secção transversal do condutor por unidade de tempo. Já as do tipo pulsante, cuja intensidade, em geral, passa periodicamente por valores de máximos e mínimos, pelo condutor, embora que no mesmo sentido.

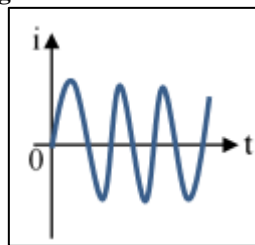
**Figura 6 - a) corrente contínua constante; b) corrente continua pulsante.**



Fonte: Autor, 2021.

A corrente alternada é a corrente presente nas residências e indústrias, pelo fato de variar, apresenta uma oscilação, a qual apresenta uma frequência em torno de 60 ciclos a cada segundo.

**Figura 7 - Corrente alternada.**



Fonte: Autor, 2021.

Este formato de alternância da corrente é decorrente da maneira na qual, é gerada nas usinas elétricas, por meio da variação do fluxo do campo magnético no decorrer do tempo (rotação de uma bobina em um campo magnético) gerando uma força eletromotriz, induzindo o aparecimento de uma corrente, no caso alternada, pela alternância deste campo magnético:

$$\Delta\Phi \rightarrow \varepsilon \rightarrow i_{induzida} .$$

Uma grande vantagem da corrente alternada, motivo este que permitiu sua utilização nos lares, é a sua capacidade de percorrer grandes distâncias, pois sua voltagem é facilmente amplificada ou reduzida com o uso de transformadores, o que possibilita a energia elétrica ser propagada através de linhas de alta voltagem (tensão alta) da cidade onde é produzida a de destino, e ser reduzida ao valor usado, de 110 V ou 220 V, nas residências.

## AULA 3

### CIRCUITOS EM SÉRIE E PARALELO

Previamente, monte os circuitos em série e paralelo para aplica em sala. Ao ensinar esses dois tipos de circuitos, exemplifique para ficar melhor a visualização do aluno no seu cotidiano.

#### 3.1 Objetivo

- Ensinar a respeito do circuito em série e em paralelo;
- Fazer com que o aluno saiba perceber no seu cotidiano circuitos em série e paralelo;
- Compreender grandezas como corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial e circuito elétrico.
- Aplicar na prática conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial e circuito elétrico.

#### 3.2 Tempo

- 100 minutos (02 aulas) ou 150 minutos (03 aulas).

#### 3.3 Procedimentos

##### 3.3.1. Materiais

- 02 metros de cabo 2,5 mm<sup>2</sup>;
- 04 bocais;
- 04 lâmpadas;
- 02 Plugs machos;
- Fita isolante;
- Alicate;
- Chave Phillips;

##### 3.3.2 Preparativos para a Aula

###### Circuito em Série:

**Passo 1:** Corte dois pedaços de cabo do mesmo tamanho e um outro um pouco maior que um palmo. O tamanho ficará ao seu critério;

**Passo 2:** Com o alicate, descasque as pontas dos cabos;

**Figura 8** - Representação de um cabo de cobre.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 3:** Conecte um dos cabos maiores no bocal e, com a chave Philips, aperte. Faça o mesmo com o outro bocal com o cabo maior restante;

**Figura 9** - Representação da introdução do cabo em um bocal.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 4:** Conecte nos terminais livres dos bocais o cabo menor e aperte com a chave;

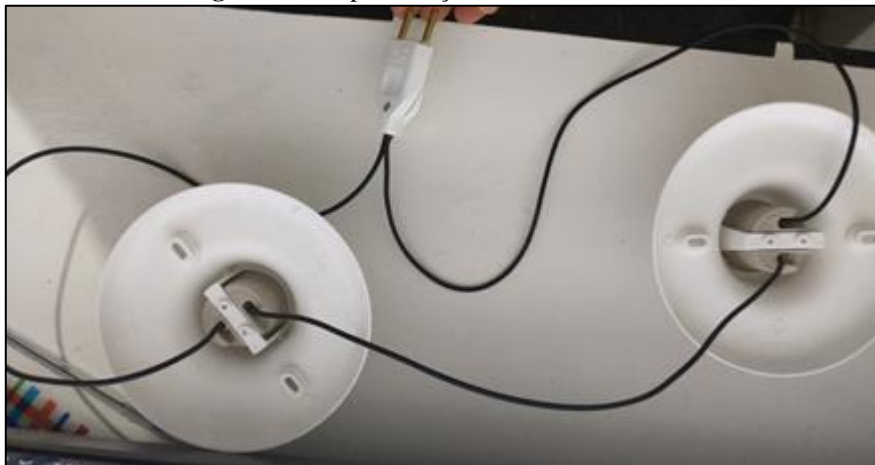
**Figura 10** - Representação da união do cabo com os bocais em série.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 5:** As duas extremidades livres serão conectadas no plug macho;

**Figura 11** - Representação do circuito em série.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 6:** Pronto! Agora você tem um circuito em série. É só colocar as lâmpadas e testar.

### **Circuito em Paralelo:**

**Passo 1:** Corte dois pedaços de cabo do mesmo tamanho e dois outros um pouco maior que um palmo. O tamanho ficará ao seu critério;

**Passo 2:** Com o alicate, descasque as pontas dos cabos;

**Figura 12** - Representação de um cabo de cobre



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 3:** Conecte os cabos maiores no bocal e, com a chave Philips, aperte. Faça o mesmo com o outro bocal com os cabos menores;

**Figura 13** - Representação do cabo no bocal.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 4:** Com o alicate descasque uma região média dos dois cabos, conecte os cabos do outro bocal nesta região. Após isso, isole com fita isolante;

**Figura 14** - Representação do isolamento do bocal em paralelo.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 5:** As duas extremidades livres serão conectadas no plug macho;

**Figura 15** - Representação do plug que será conectado na tomada.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 6:** Pronto! Agora você tem um circuito em Paralelo. É só colocar as lâmpadas e testar.

**Figura 16** - Representação do circuito em paralelo.



Fonte: Autor, 2021.

### 3.3.3 Prática

#### === Primeira Aula ===

**Passo 1:** Pergunta:

*“Quero que pensem onde você consegue notar no seu dia a dia esses conceitos que serão abordados nesta aula.”*

**Passo 2:** Fale para a turma meditar sobre essa pergunta e diga que retornará a ela no final da aula.

**Passo 3:** Repasse o conteúdo a turma. Aborde:

- 🌟 Corrente elétrica;
- 🌟 Resistência elétrica;
- 🌟 Potência elétrica;
- 🌟 Consumo de energia elétrica

**Passo 4:** Volte a pergunta inicial e veja o feedback da turma.

=== Segunda Aula ===

**Passo 1:** Coloque os circuitos elétricos um ao lado do outro, deixando o em Série do lado direito (para a visão dos alunos);

**Figura 17** - Representação da apresentação dos circuitos em série e paralelo.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 2:** Peça a ajuda de dois alunos. Cada um operará um dos circuitos.

**Figura 18** - Representação da prática com dois alunos.



Fonte: Autor, 2021.



## Trabalhando a corrente elétrica Série

**Passo 3:** Pergunte o que não muda no circuito em série. Aguarde a turma indagar.

*Resposta: “corrente”.*

**Passo 4:** Fale para o aluno desenroscar uma das lâmpadas do circuito em série;

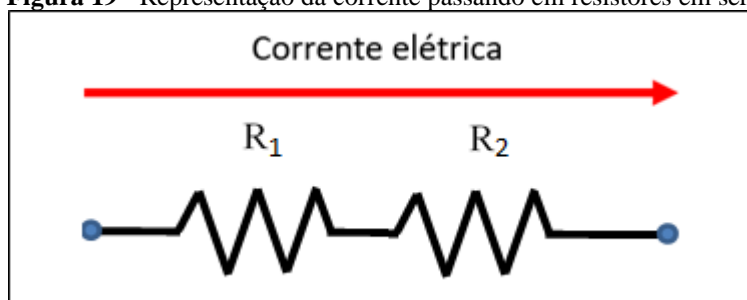
**Passo 5:** Ao observar que a lâmpada apaga, pergunte para turma o motivo;

**Passo 6:** Peça para enroscar. Veja as lâmpadas acenderem;

**Passo 7:** Peça para o aluno desenroscar a outra lâmpada para o circuito apagar novamente;

**Passo 8:** Aborde na prática do circuito em série.

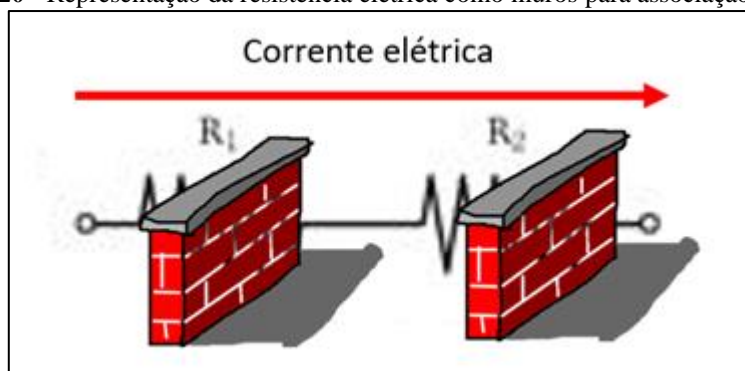
**Figura 19** - Representação da corrente passando em resistores em série.



Fonte: Autor, 2021.

A corrente só tem um caminho para percorrer. Em decorrência disso, as resistências se somam e a corrente permanece a mesma por todo o circuito elétrico.

**Figura 20** - Representação da resistência elétrica como muros para associação em série.



Fonte: Autor, 2021.

Ao retirar qualquer uma das lâmpadas, o circuito abre e a outra lâmpada se apaga. Conseqüentemente, ao enroscar a lâmpada, o circuito é novamente fechado e as lâmpadas acendem.

## Paralelo

**Passo 9:** Pergunte o que não muda no circuito em paralelo. Aguarde a turma indagar.

Resposta: “tensão” (ddp).

**Passo 10:** Fale para o aluno desenroscar uma das lâmpadas do circuito em paralelo;

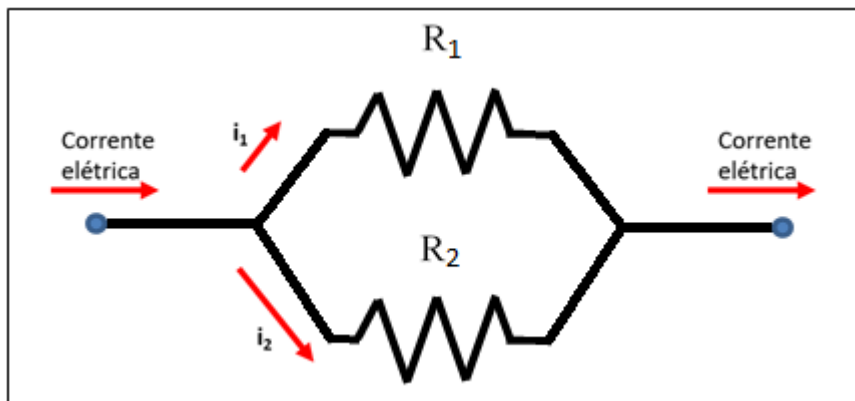
**Passo 11:** Ao observar que a lâmpada não apaga, pergunte para turma o motivo;

**Passo 12:** Peça para enroscar;

**Passo 13:** Peça para o aluno desenroscar a outra lâmpada do circuito e ver que a outra lâmpada também não apagar.

**Passo 14:** Aborde na prática do circuito em paralelo.

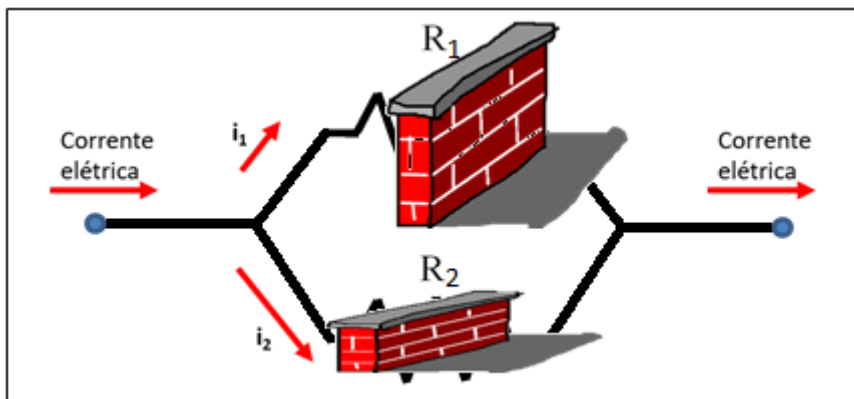
**Figura 21** - Representação da corrente passando em resistores em paralelo.



Fonte: Autor, 2021.

Diferente da em série, na associação em paralelo a corrente por ter caminhos diferentes se divide. Onde há mais resistência passa menos corrente e onde a resistência é menor, passa uma maior corrente.

**Figura 22** - Representação da resistência elétrica como muros para associação em paralelo.



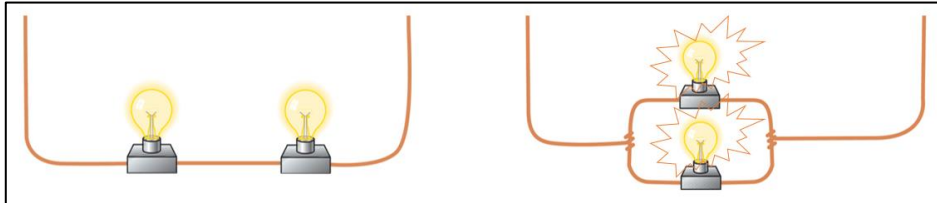
Fonte: Autor, 2021.

Mesmo retirando uma das lâmpadas, ainda há outro caminho para a corrente seguir, conseqüentemente, a outra lâmpada não se apaga.

## Trabalhando o brilho, potência e energia

**Passo 15:** Com ambos os circuitos ligados, peça para a turma responder qual associação brilha mais.

**Figura 23** - Representação do brilho das lâmpadas em associação em série e paralelo.



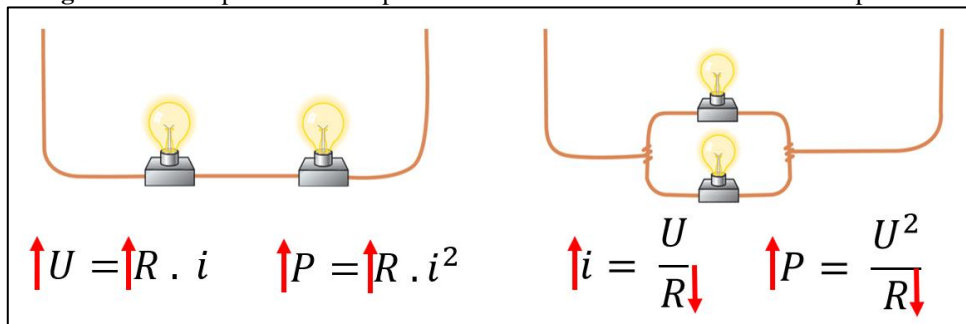
Fonte: (ML - LOCAÇÕES).

Resposta: paralelo.

**Passo 16:** Comente que na associação em série a voltagem é dividida de maneira proporcional aos resistores e em paralelo é a mesma.

**Passo 17:** Na associação em série, que tem a maior resistência, tem a maior potência e, conseqüentemente, gasta mais energia. Já na associação em paralelo, quem possui a menor resistência, possuirá a maior potência elétrica, possuindo um maior gasto de energia.

**Figura 24** - Comportamento da potência elétrica em circuitos em série e em paralelo.



Fonte: (ML - LOCAÇÕES).

**Passo 18:** Questione na turma o que acontece com o gasto de energia se os circuitos continuarem ligados.

O gasto de energia depende de dois fatores: potência elétrica e o tempo de consumo.

$$\text{ENERGIA} = \text{POTÊNCIA} \times \text{TEMPO}$$

**Passo 19:** Retorne a pergunta inicial.

“Quero que pensem onde você consegue notar no seu dia a dia esses conceitos que foram abordados nesta aula.”

**Passo 20:** Finalize debatendo com os alunos os exemplos que eles forem falando.

### 3.4 Fundamentação Teórica

#### 3.4.1 Circuitos elétricos: ligações em série e em paralelo

O caminho total onde se pode estabelecer uma corrente elétrica, recebe o nome de circuito elétrico.

Na abordagem da eletrodinâmica, é mais interessante uma representação mais simplificada do problema física, facilitando a análise da situação apresentada. É por esta razão que antes de se falar de ligações em série e paralelo, é importante descrever um pouco desta representação que facilita o entendimento.

No decorrer de tratamento teórico, a representação de alguns elementos presentes no circuito o leitor precisa fazer conhecimento são eles, a representação: do fio condutor, da resistência dos componentes, de instrumentos de medição e de aparelhos ligados ao circuito.

O fio condutor que é ligado no sistema é representado por uma linha, este pode ser idealizado, ou seja, não apresentar uma resistência interna ou mais próximo do que temos na realidade, apresentando assim, uma dada resistência decorrente do material que o fio condutor é feito.

**Figura 25** - Representação de um fio condutor.

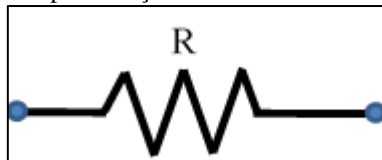


Fonte: Autor, 2021.

A corrente que passará por este fio condutor poderá ser contínua (c. c.) ou alternada (c. a.)

Os aparelhos ou mesmo o próprio condutor, apresentam uma certa resistência a propagação de corrente elétrica, para representar isso, é o usado o resistor.

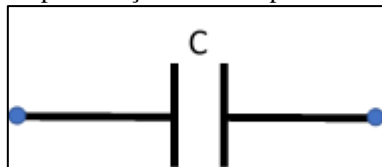
**Figura 26** - Representação de um resistor em um circuito.



Fonte: Autor, 2021.

Quando um dispositivo necessita armazenar uma quantidade de corrente, é introduzido no circuito a representação do capacitor.

**Figura 27** - Representação de um capacitor em um circuito.



Fonte: Autor, 2021.

Estes dispositivos participam, também, de circuitos retificadores, que são destinados na conversão da energia alternada em contínua.

Para que as cargas elétricas possam adquirir movimento dentro do circuito é necessário que haja um ímpeto a tal deslocamento. Tal papel é dado pelo gerador, que gera no sistema uma diferença de potencial elétrico, fazendo que a corrente siga um sentido preferencial.

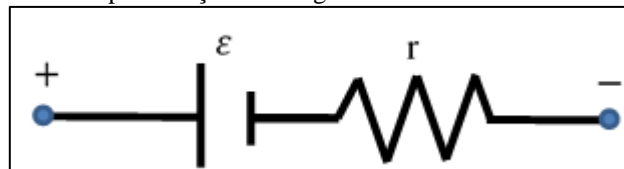
**Figura 28** - Representação de um gerador elétrico ideal em um circuito.



Fonte: Autor, 2021.

A diferença de potencial existente entre os seus terminais é denominada de força eletromotriz (f.e.m), simbolizada por  $\varepsilon$ . Entretanto, quando a corrente é percorrida nos terminais do gerador, a energia que é realmente utilizada ( $U$ ) no sistema, acaba sendo menor que a produzida, isso ocorre porque o próprio gerador, como todo condutor, apresenta uma resistência elétrica. Essa resistência é denominada de resistência interna do gerador ( $r$ ).

**Figura 29** - Representação de um gerador elétrico real em um circuito.



Fonte: Autor, 2021.

$$U = \varepsilon - ri$$

Caso o gerador seja considerado como ideal, a resistência interna é desprezada passando a ddp entre os terminais, igual a força eletromotriz. Outras vezes, a resistência do circuito já leva em consideração a interna do gerador.

### 3.4.2 Resistência e Lei de Ohm

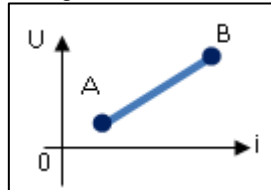
Em 1826, Georg Simon Ohm descreveu o caráter resistivo do condutor, relacionando a condução de corrente elétrica em um corpo condutor a tensão que o mesmo é submetido ou (de uma maneira semelhante a lei de condução térmica) capacidade que um dado condutor apresentada.

Ohm notou, em alguns materiais, a relação de proporcionalidade entre a corrente elétrica e a diferença de potencial. Tal relação conhecida, hoje, como primeira lei de ohm,

$$R = \frac{U}{i}$$

mostra que a resistência se mantém a mesma para um dado material, assim como consequência do aumento da voltagem submetida do corpo condutor, ocorrer um acréscimo das cargas que estão movimentando no mesmo (elevação proporcional da corrente elétrica,  $i$ ), e se diminuir tal diferença entre os pontos do condutor, a corrente decresce também.

**Figura 30** - Representação do gráfico característico de um condutor ôhmico.



Fonte: Autor, 2021.

Um condutor ôhmico apresenta gráfico com comportamento constante, caracterizado por uma reta. Observe que no intervalo delimitado pelos pontos A e B, o condutor expressa a característica de proporcionalidade descrita anteriormente. Por não apresentar tal comportamento, fora do [A,B], é dito como não-ôhmico. Assim, como a resistência não é constante, o gráfico não seria uma reta.

Na segunda lei de Ohm, observa-se que

$$R = \frac{l}{\sigma A} .$$

Esta equação expressa a lei de Ohm de maneira global, pois  $R$  depende características apenas do corpo condutor.

O inverso da condutividade é chamado de resistividade elétrica do material,

$$\rho = \frac{1}{\sigma} .$$

Logo, quanto maior for a dificuldade a propagação de corrente elétrica, maior será a resistividade do material e menor a sua condutividade.

Assim,

$$R = \rho \frac{l}{A} .$$

A resistividade do material varia com a temperatura de maneira linear,

$$\rho = \rho_o [1 + \alpha(T - T_o)],$$

em um certo intervalo de temperado, que depende do material. Onde  $\rho$  é a resistividade na temperatura final e  $\rho_o$  a inicial,  $\alpha$  é o coeficiente térmico da resistividade.

## **AULA 4**

### **MINIBANCADA**

Construa de maneira antecipada a bancada para aplicar em sala de aula, com o intuito de ensinar alguns mecanismos do circuito predial elétrico, bem como iniciar a apresentação de alguns caminhos para a segurança.

#### **4.1 Objetivo**














- Aprender sobre componentes elétricos comuns em uma residência;
- Aprender sobre a diferença entre os fios elétricos: neutro, terra, fase e retorno;
- Aprender a representação por cores e sua motivação;

#### **4.2 Tempo**

- 50 minutos (01 aula).

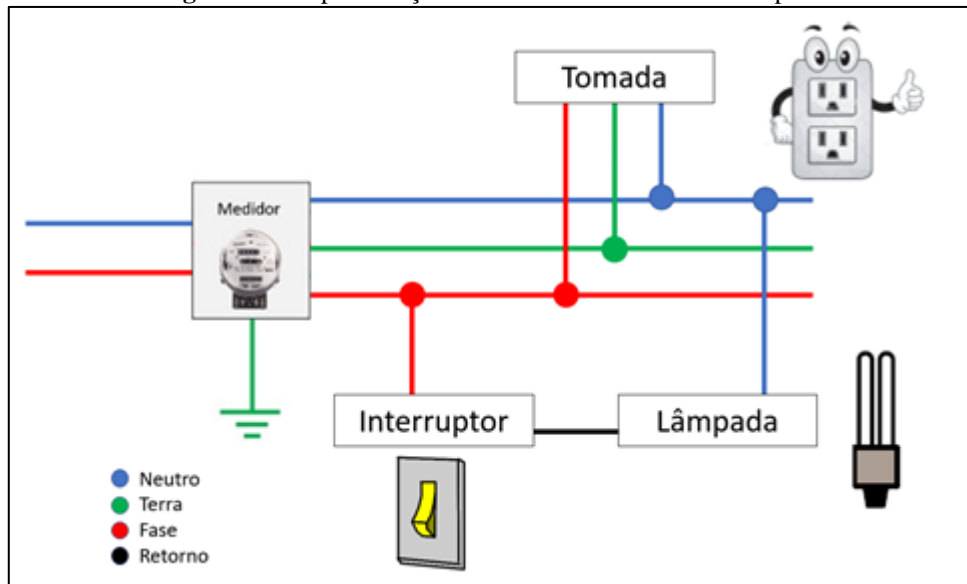
#### **4.3 Procedimentos**

##### **4.3.1 Materiais**

-  Compensado, MDF ou papelão;
-  01 metro Cabo 2,5 mm<sup>2</sup> cada (azul, preto, vermelho e verde);
-  01 tomada;
-  01 Interruptor;
-  01 bocal tipo plafon;
-  Parafusos;
-  01 lâmpada;
-  Fita isolante;
-  01 Plug macho trifásico;
-  Grampos para fixar fio condutor;
-  Chave Phillips;
-  Alicates;
-  Martelo.

### 4.3.2 Preparativos para a Aula

Figura 31 - Representação de um circuito residencial simples.



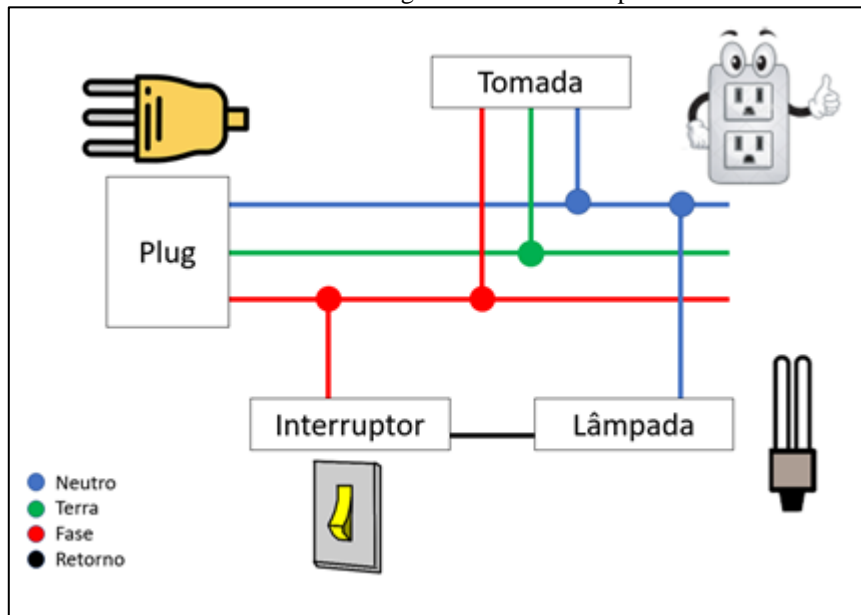
Fonte: Autor, 2021.

**Passo 1:** Use a imagem acima para se basear na montagem;

Importante lembrar que o “Medidor” não estará presente em si no modelo que irá fazer, uma vez que ele está na parte externa de onde seu estabelecimento de ensino para a averiguação da concessionária de energia.

Mas, no lugar coloque o plug macho de tomada.

Figura 32 - Representação de um circuito residencial simples com a substituição do plug para servir de modelo na montagem da bancada simples.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 2:** Para a bancada simples utilize uma base como um pedaço de compensado, MDF ou mesmo papelão. Não precisa ser muito grande, mas o bastante



para colocar uma tomada, interruptor, um bocal e dispor a fiação de maneira segura e elegante;

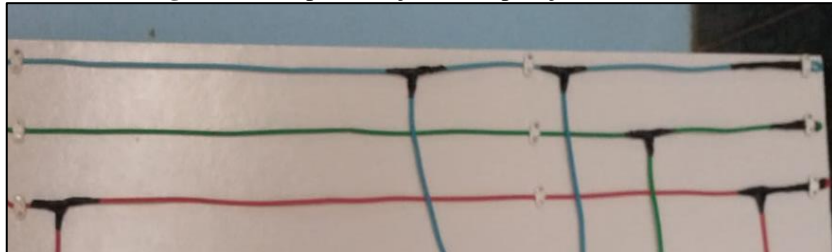
**Figura 33** - MDF usado na minibancada.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 3:** Na lateral, disponha o cabo vermelho (Fase), o verde (Terra) e o azul (Neutro) – Cabo 2,5 mm<sup>2</sup>.

**Figura 34** - Representação da disposição dos cabos.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 4:** Isole as extremidades com fita isolante da maneira abaixo;

**Passo 5:** Prenda as extremidades com os grampos fixadores;

**Figura 35** - Representação das extremidades fixadas dos cabos.

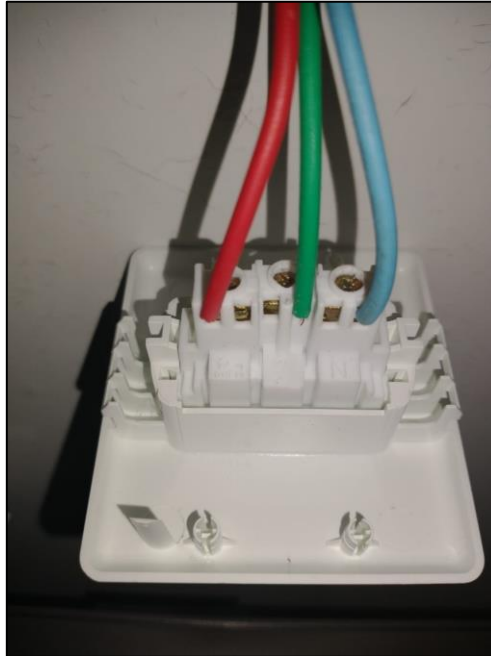


Fonte: Autor, 2021.

**Passo 6:** Observe exatamente onde quer que fique e calcule o tamanho do cabo de 1,5 mm<sup>2</sup> que necessitará;

**Passo 7:** Coloque os cabos vermelho, azul e verde na tomada;

**Figura 36** - Representação da disposição dos cabos na tomada.

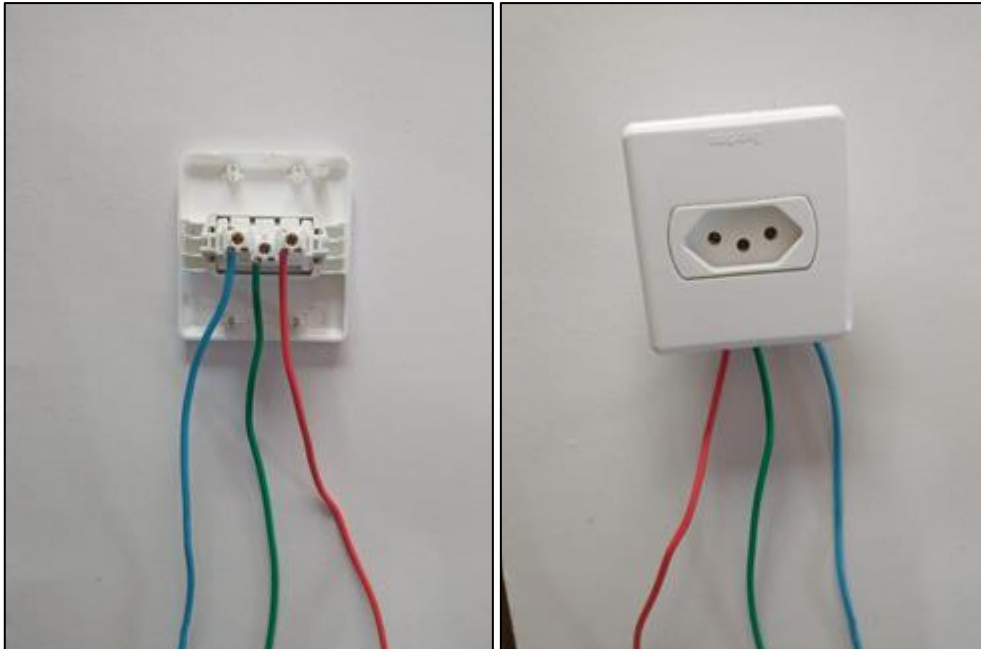


Fonte: Autor, 2021.

Observe que já vem especificada onde irá a Fase, Terra e Neutro na tomada.

**Passo 8:** Coloque o fio observando as especificações que já vem na próxima cobrada;

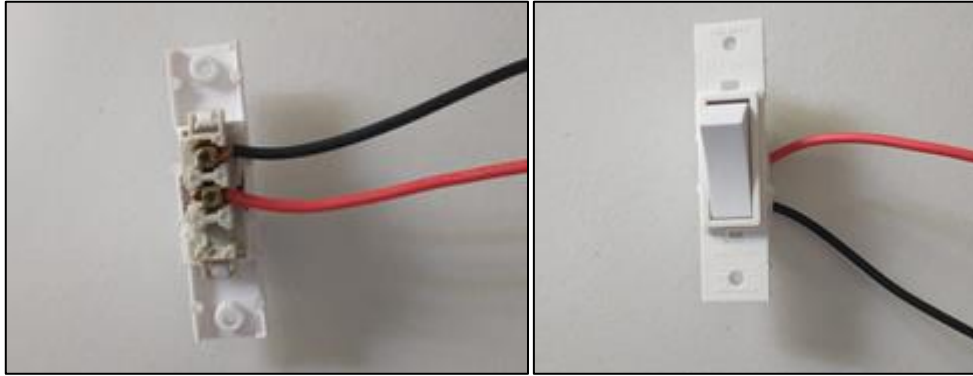
**Figura 37** - Representação dos cabos vista de costa e de frente.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 9:** Pegue dois pedaços de fio vermelho e preto para instalar o interruptor;

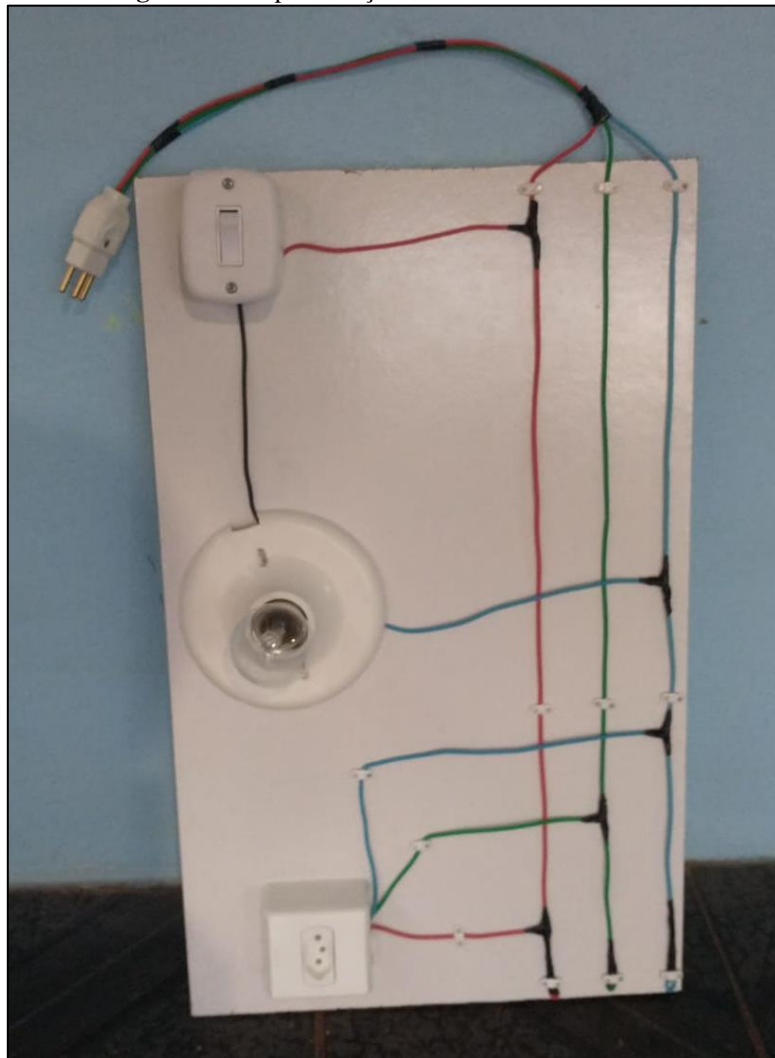
**Figura 38** - Representação dos cabos no interruptor.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 10:** Use a fita isolante para unir e vedar cada fiação;

**Figura 39** - Representação da minibancada montada.



Fonte: Autor, 2021.

### 4.3.3 Prática

**Passo 1:** MOMENTO 01: mostre o funcionamento do seu circuito;

**Passo 2:** Ligue e desligue o interruptor para observares a lâmpada acender e apagar, a medida em que você fecha e abre o circuito;

**Passo 3:** Pergunta:

“Por que a lâmpada acende e apaga?”

**Passo 4:** Espere o questionamento da turma;

**Passo 5:** Coloque um carregador na tomada e conecte um celular para demonstrar que o mesmo está carregando;

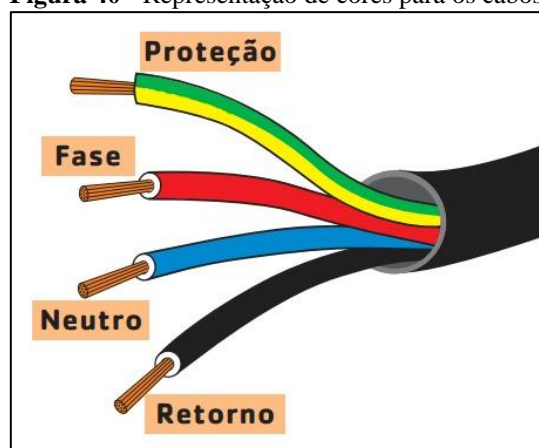
**Passo 6:** Converse a respeito da energia da rede passando para o aparelho;

**Passo 7:** MOMENTO 02: diferencie os fios.

**Passo 8:** MOMENTO 03: enfatizar a necessidade de cores distintas para uma maior segurança na rede doméstica.

#### 4.4 Fundamentação Teórica

Figura 40 - Representação de cores para os cabos.



Fonte: (AQUINO; LAVOR, 2020).

**Fio Neutro:** tem um potencial (voltagem) quase nulo, servido como referencial para os demais condutores da instalação. Cor Azul Claro.

**Fio Fase:** é o condutor que terá o potencial diferenciado do neutro em 127 V ou 220 V. Isso significa que se o a Fase for de 127 V, por exemplo, há entre a Fase e o Neutro uma ddp de 127 V. Cor: diferente do Neutro e o Terra.

**Fio Terra:** é o fio de proteção contra uma possível sobre carga no circuito elétrico. Fica ligado à um eletrodo ou barra que é aterrado e deve fazer parte da rede elétrica. Cor: verde ou verde e amarela.

**Fio Retorno:** é utilizado na iluminação e liga o ponto de luz ao interruptor. Cor: Preto.

## AULA 5

### SEGURANÇA

Para uma boa prática, a segurança é item indispensável. Seria interessante e enriquecedor para a aprendizagem da classe que convidasse profissionais capacitados como:

- Técnico em Segurança do Trabalho.
- Técnico em Eletricidade ou Eletricista Predial.
- Engenheiro Elétrico.

O acréscimo desses profissionais com toda a sua vivência, ajudará a turma é ter um aprendizado muito mais aprofundado.

#### 5.1 Objetivo

- Aprender sobre normas de segurança em instalações prediais.

#### 5.2 Tempo

- 100 minutos (02 aulas).

#### 5.3 Procedimento

##### 5.3.1 Prática

**Passo 1:** Pergunta: *Você saberia explicar o risco de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?*

**Passo 2:** Debata com a turma essa situação-problema.

**Passo 3:** Fale a respeito dos riscos da corrente elétrica.

**Passo 4:** Comente as consequências no corpo de receber uma descarga elétrica.

**Passo 5:** Fale da necessidade do uso de materiais isolantes.

**Passo 6:** Comente sobre a ABNT 5410.

**Passo 7:** Explique dicas de segurança para a turma.

**Passo 8:** Fale dos cuidados para com a montagem da bancada.




Nesse momento, pode usar a bancada simples para repassar alguns cuidados.

#### 5.4 Fundamentação Teórica

O uso de energia elétrica requer muito cuidado, pois esta fonte de energia pode não só causar danos materiais, mas também pode ser fatal ou causar lesões irreparáveis quando os procedimentos de segurança adequados são ignorados.

A maioria dos acidentes elétricos são causados pela falta de informação ou pela imprudência de quem trabalha e utiliza os recursos elétricos.









#### **5.4.1 Alguns motivos de acidentes elétricos:**

-  Pouca ou nenhuma informação ao tratar com os riscos elétricos;
-  Equipamentos e instalações em condições impróprias;
-  Subestimar riscos.

#### **5.4.2 Como ocorre o choque?**

Um choque elétrico é causado por uma corrente elétrica que passa pelo corpo humano. Pode até levar à morte dependendo da força da corrente, então é preciso ter muito cuidado com tomadas, fios desencapados e até redes de distribuição de energia, pois são muito perigosas e possuem altas potências que podem eletrocutar pessoas.



Quando a eletricidade passa pelo corpo, ela interfere na corrente elétrica interna transportada pelos nervos, causando uma sensação de formigamento. O choque elétrico ocorre quando há uma diferença de potencial entre dois pontos diferentes do corpo humano. Assim, quanto maior a diferença de potencial, maior a corrente. Portanto, maior o choque. Normalmente, um desses pontos é o pé que faz contato com o solo, e o outro é o ponto que realmente faz contato com algum aparelho ou fio.

-  Fatores que influenciam no choque:
-  Caminho da corrente no corpo;
-  Intensidade da corrente;
-  Tempo do choque;
-  Tensão elétrica;
-  Condições da pele da pessoa;
-  Estado de saúde;
-  Região do choque.

#### **5.4.3 Aspectos biológicos da corrente elétrica**

O que determina as consequências de um choque elétrico é a intensidade da corrente, ou seja, a magnitude da corrente.

**Figura 41** - Efeitos da intensidade da corrente elétrica no corpo humano.

INTENSIDADE DA CORRENTE ALTERNADA (50 / 60 HZ) QUE PERCORRE O CORPO	PERTURBAÇÕES POSSÍVEIS DURANTE O CHOQUE	ESTADO POSSÍVEL	SALVAMENTO	RESULTADO FINAL
 <b>1</b> miliampère	NENHUMA.	NORMAL.	—	NORMAL.
 <b>1 a 9</b> miliampères	SENSAÇÃO CADA VEZ MAIS DESAGRADÁVEL, À MEDIDA QUE A INTENSIDADE AUMENTA. CONTRAÇÃO MUSCULARES.	NORMAL.	DESNECESSÁRIO.	NORMAL.
 <b>9 a 20</b> miliampères	SENSAÇÃO DOLOROSA. CONTRAÇÕES VIOLENTAS. ASFIXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. PERTURBAÇÕES CIRCULATORIA.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	RESTABELECIMENTO.
 <b>20 a 100</b> miliampères	SENSAÇÃO INSUPORTÁVEL. CONTRAÇÕES VIOLENTAS. ASFIXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. FIBRILAÇÃO VENTRICULAR.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	MUITAS VEZES NÃO HÁ TEMPO DE SALVAR E A <b>MORTE</b> OCORRE EM POUCOS MINUTOS.
 <b>Acima de 100</b> miliampères	ASFIXIA IMEDIATA. FIBRILAÇÃO VENTRICULAR. ALTERAÇÕES MUSCULARES. QUEIMADURAS.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	MUITO DIFÍCIL.	<b>MORTE.</b>
 <b>Vários</b> <b>Ampères</b>	ASFIXIA IMEDIATA. QUEIMADURAS GRAVES.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	PRATICAMENTE IMPOSSÍVEL.	<b>MORTE.</b>





Fonte: (CANEZ).

#### 5.4.4 ABNT NBR 5410


Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. (ABNT NBR5410, 2004)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, normaliza as normas vigentes no Brasil. A NBR 5410 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade por uma Comissão de Estudos de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, a qual entrou em vigor a partir de 31 de março de 2005. Ela normaliza condições e regras a serem aplicadas em instalações elétricas baixa tensão alternada até 1000 Voltes e tensões contínuas de 15000 Voltes no Brasil.

#### 5.4.5 Os objetivos principais são:

-  Instruir trabalhadores e empregadores sobre as precauções adequadas a serem tomadas para evitar acidentes ou doenças ocupacionais;
-  Manter e promover a integridade física dos colaboradores;
-  Estabelecer normas de saúde e segurança;
-  Promover a política de saúde e segurança ocupacional nas empresas.

#### 5.4.6 Dicas de segurança.

-  Vai consertar, instalar? Desligue o disjuntor ou a chave de segurança!

- ✿ Não sobre carregue o benjamim.
- ✿ Cuidado com fios desencapados.
- ✿ Use equipamentos dentro das normas do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).
- ✿ Deixe equipamentos elétricos longe da água.
- ✿ Em um curto-circuito não apague o fogo com água. Se possível, desligue a chave geral, use extintor e chame os bombeiros.
- ✿ Mantenha fios longe do calor.
- ✿ Ao fazer instalações ou manutenções no telhado, cuidado com a rede externa.
- ✿ Preste atenção em sinais como o disjuntor ficar disparando com frequência.

#### **5.4.7 Cuidados na montagem da bancada**

Deixe sempre limpa a bancada, a fim de facilitar a compreensão do equipamento, de modo que facilite a compreensão.

Sempre antes de manejar a bancada, verifique que o circuito se encontra desenergizado. Assim, antes de iniciar a operação dos circuitos elétricos que compõem as unidades experimentais, é necessário verificar se os mesmos não estão energizados.

Confira todas as convecções dos fios do experimento para evitar qualquer tipo de acidente.

Instalação de disjuntores no circuito.

O trabalho com ferramentas, equipamentos e outros dispositivos de laboratório devem ser usados de acordo com sua especificação de uso. Portanto, certifique-se de usar esses dispositivos corretamente antes de fazer montagens experimentais.

Os circuitos elétricos devem ser cuidadosamente verificados antes de ligar. Além disso, a equipe de alunos deve pedir permissão ao professor antes de ligar a bancada elétrica.



## AULA 6

### DIMENSIONAMENTO DA BANCADA

Professor, aqui você tem a escolha em:

1. Seguir essa linha de dimensionamento de bancada, trabalhando os conceitos de proporcionalidade com sua turma e trazendo para a escala do compensado. Na escolha dessa primeira maneira de abordar o dimensionamento da bancada, encontra-se, abaixo, os PASSOS para seguir nesta linha. – 02 aulas;

2. Convidar um professor de matemática, convidando-o a trabalhar conceitos na área de conhecimento “Matemática e suas Tecnologias”, como por exemplo, razão e proporção. Podendo ser planejando como uma proposta de Itinerário Formativo, já dentro da perspectiva do Novo Ensino Médio. – 02 aulas;

3. Fazer de maneira livre a divisão sem o uso de uma das abordagens anteriores. Isso faria com que esse momento possa ser suprimido.

#### 6.1 Objetivo




- Ensinar proporcionalidade e noções de dimensionamento.
- Usar o conhecimento matemático para dimensionar o tamanho e as divisórias da casa aplicada na bancada.

#### 6.2 Tempo

- 100 minutos (02 aulas).

#### 6.2 Procedimento

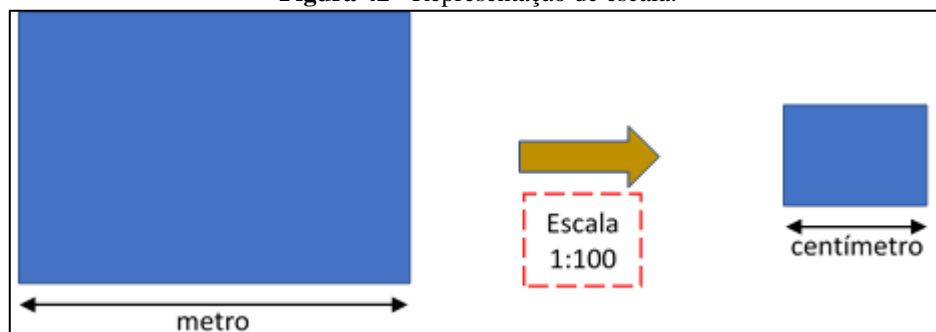
##### 6.3.1 Materiais

-  Compensado.
-  Lápis.
-  Marcador permanente.

##### 6.3.2 Prática

**Passo 1:** Mostre a ideia do dimensionamento de escalas. Fale da escala reduzida que irão desenhar na bancada.

**Figura 42** - Representação de escala.



Fonte: Autor, 2021.

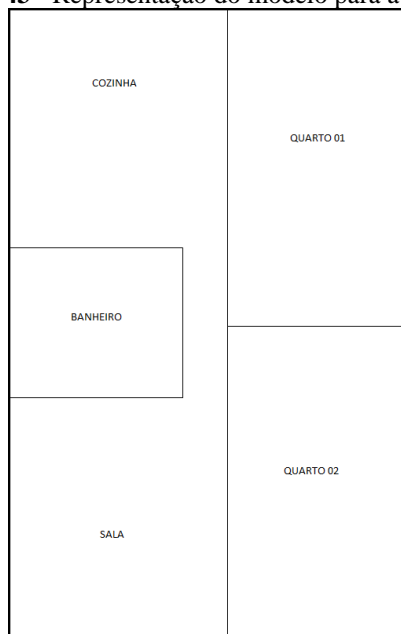
$$escala = \frac{\text{medida do desenho}}{\text{medida real}}$$

A escala 1:100, significa que cada centímetro equivale um metro na área real. Note que convertemos 01 metro para 100 centímetros, pois as duas necessitam estar na mesma unidade.

Pode acontecer, ainda, que dependendo do tamanho do compensado comprado, no processo de conversão de escala um centímetro represente um espaço maior, como por exemplo, 1:250. o que significa que 01 centímetro equivaleria à 2,5 metros, ou seja, 250 centímetros.

**Passo 2:** Mostre o modelo da residência que se basearão para construir a bancada.

**Figura 43** - Representação do modelo para a bancada.



Fonte: Autor, 2021.

Esse modelo acima, é representação esquemática das casas populares que existem na cidade de Cametá no Pará, pelo projeto “Minha Casa, Minha Vida”. Nele, há dois quartos, uma cozinha, uma sala e um banheiro. E se encontra no **Apêndice B**.

✚ Querido Educador, caso decida, pode fazer com que a turma interaja ainda mais, escolhendo a residência de um dos alunos para usar na bancada como modelo. Sendo orientado previamente para a turma, afim que tragam as medidas realizadas.

**Passo 3:** Posicione a folha de compensado.

**Figura 44** - Folha de compensado.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 4:** Desenhe a lápis as divisões e, em seguida, passe o marcador permanente.

**Figura 45** - Representação da delimitação da marcação no compensado.



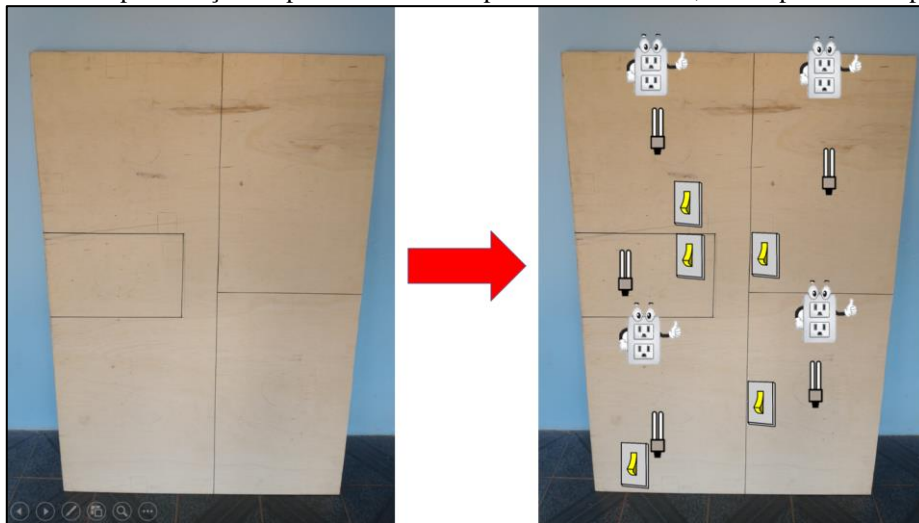
Fonte: Autor, 2021.

**Passo 5:** Após realizar as marcações em seu modelo de bancada, é momento de construir com a turma. Divida a turma em equipe.

Como a casa possui 05 cômodos, divida a turma em 05 equipes. Cada equipe ficará responsável pela instalação de um cômodo. Cada cômodo possui um interruptor, uma tomada e um bocal, com exceção do banheiro, o qual possui uma tomada e um bocal.

**Passo 6:** Decidam com cada equipe onde ficarão localizadas os interruptores, tomadas e lâmpadas, em seu referido cômodo.

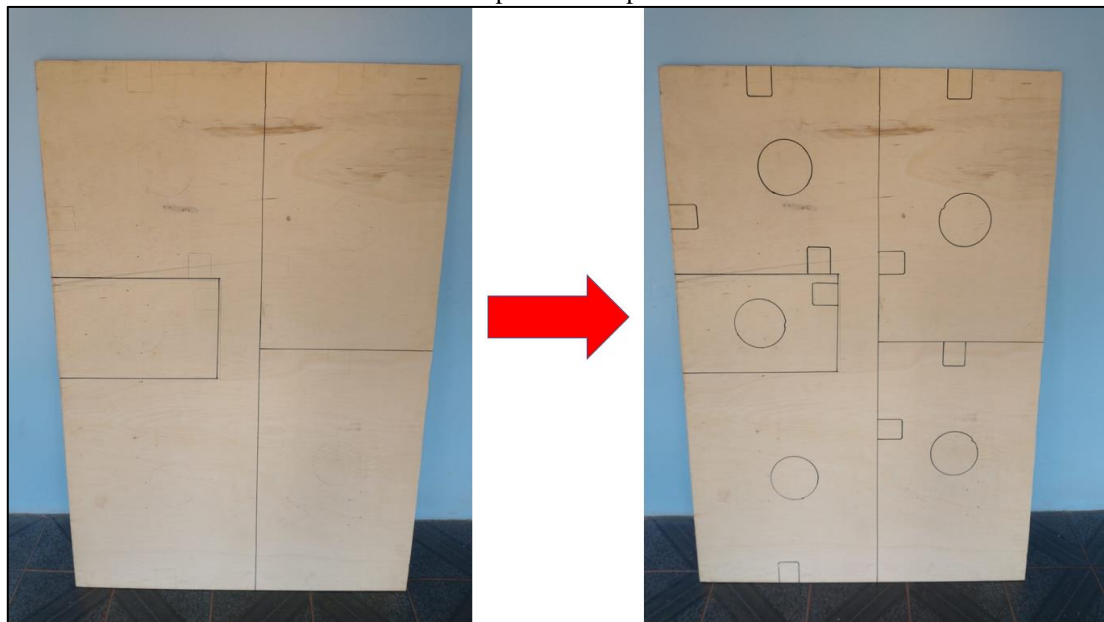
**Figura 46** - Representação do posicionamento esperado das tomadas, interruptores e lâmpadas.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 7:** Após cada equipe decidir onde ficará fixado os itens, procederemos as marcações.

**Figura 47** - Representação da delimitação da marcação no compensado dos locais das tomadas, interruptores e lâmpadas.



Fonte: Autor, 2021.

## AULA 7

### INSTALAÇÃO DA BANCADA

Uma vez, que o aprendiz se familiarizou como o esquema simples da fiação, cabeamento, tomadas, com a necessidade de cores diferentes dos cabos e como se projeta a bancada, é momento de a turma em conjunto ou em grupo construir uma bancada um pouco mais complexa. Para isso, resolvemos escolher um projeto de uma residência no modelo “Minha casa, minha vida”, como foi explicado na aula anterior.

#### 7.1 Objetivo
















- Aprender sobre componentes elétricos comuns em uma residência.
- Entender o funcionamento do circuito em uma residência.

#### 7.2 Tempo

- 150 minutos (03 aulas).

#### 7.3 Procedimento

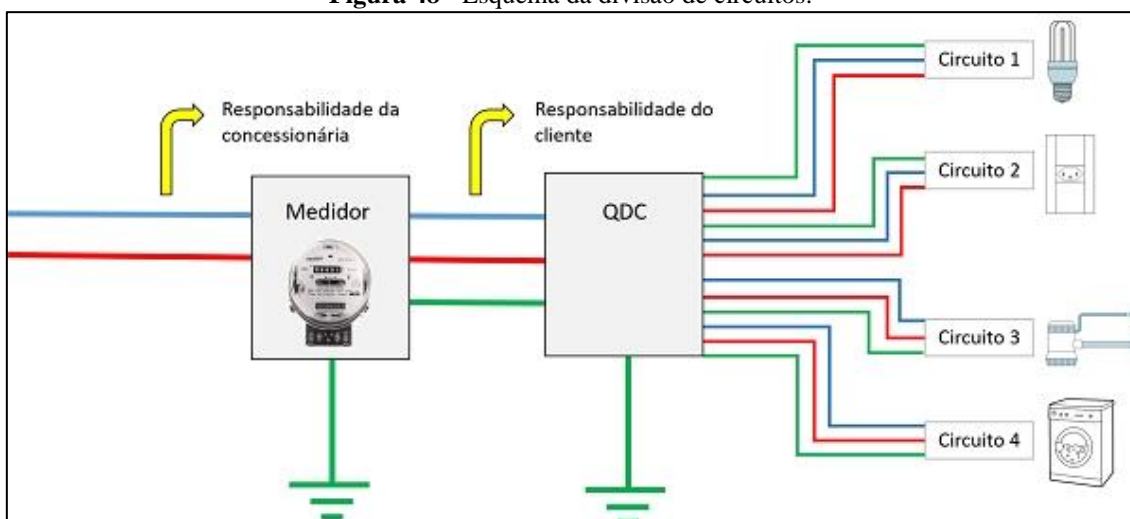
##### 7.3.1 Materiais

-  Compensado ou MDF;
-  02 metro Cabo 2,5 mm<sup>2</sup> cada (azul, preto, vermelho e verde);
-  01 metro Cabo 1,5 mm<sup>2</sup> cada (azul, preto, vermelho e verde);
-  04 tomadas;
-  05 Interruptores;
-  05 bocais tipo plafon;
-  01 lâmpada;
-  01 disjuntor;
-  Parafusos;
-  Fita isolante;
-  01 Plug macho trifásico;
-  Grampos para fixar fio condutor;
-  Chave Phillips;
-  Alicates;
-  Martelo.

### 7.3.2 Prática

**Passo 1:** Explique sobre a importância do Quadro de Distribuição.

**Figura 48** - Esquema da divisão de circuitos.



Fonte: (ELÉTRICA, MUNDO DA).

O Quadro de Distribuição entra em cena como uma ferramenta a mais na segurança da rede elétrica.

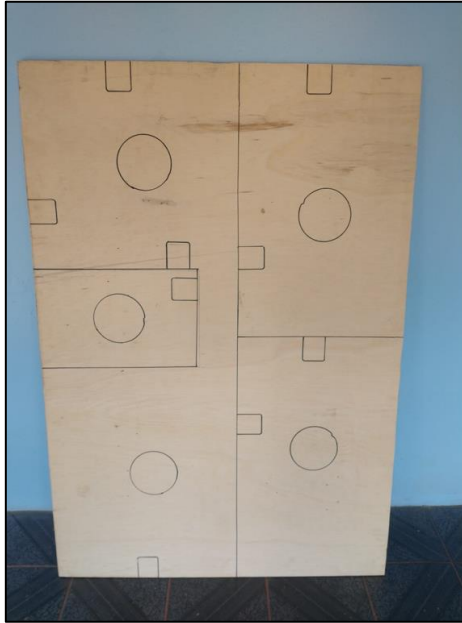
Segundo a (ABNT NBR5410, 2004) há a necessidade do uso de QDC para separar cada circuito em sua destinação. Como consequência, haverá menor risco de acidentes quando um circuito não funcionar de maneira correta, possibilita um melhor uso da rede por meio dos equipamentos, garantindo seletividade, possibilita as avaliações e reparos.

Imagine que haja uma falha em uma certa parte do circuito. Caso, o circuito seja no formato de “espinha de peixe”, ou seja, todos os sistemas dos cômodos sendo ligados em uma fase, neutro e terra que correr, geralmente, no corredor da casa, fica cansativo a sondagem do sistema. Contudo, em um sistema seccionado como estamos vemos, é mais fácil a verificação de qual o defeituoso.

Para fins didáticos, foi usado um único disjuntor para a rede e optou por não a seccionar para não encher o visual da bancada. Caso, queira usar uma QDC faça com dois e dívida em área dos quartos e o restante, pois isso facilitaria a explicação.

👉 Uma vez, a turma ter delimitado todas as marcações na bancada, na aula anterior, é momento de iniciar a instalação.

**Figura 49** - Representação da marcação do compensado.

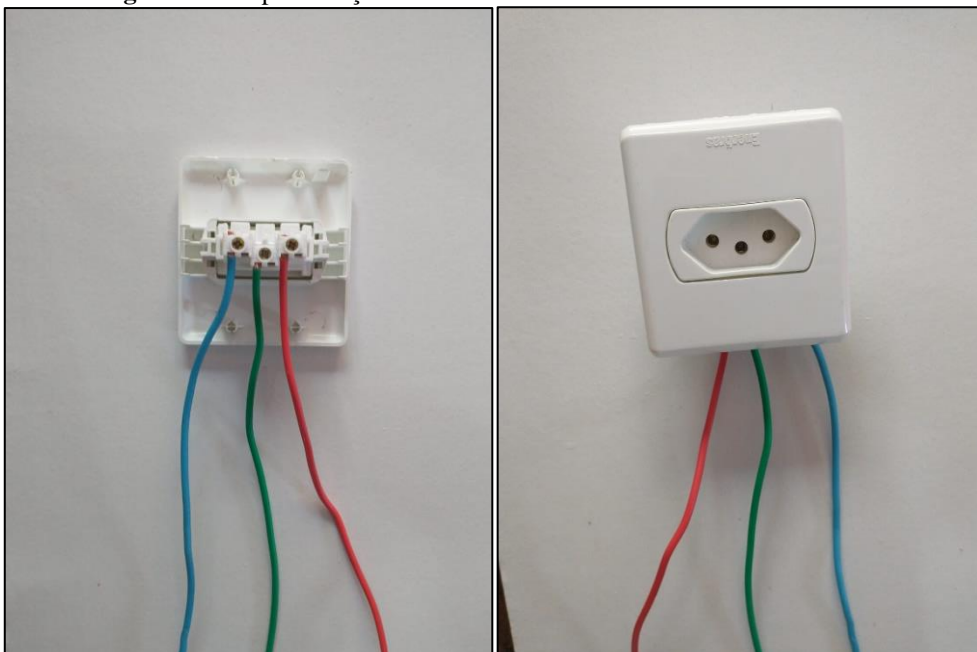


Fonte: Autor, 2021.

**Passo 2:** Tenha em mãos um modelo para a tomada, um para o bocal e um para o interruptor.

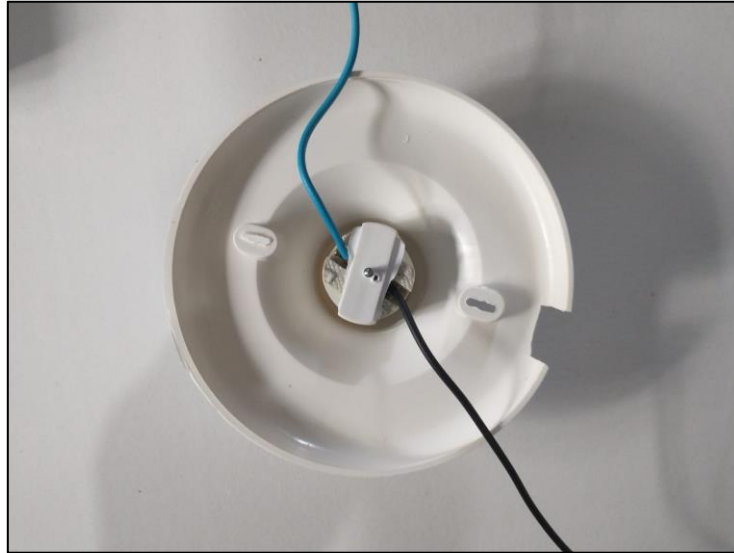
Isso facilita ao aluno o que ele necessita fazer.

**Figura 50** - Representação dos cabos na tomada vista de costa e de frente.



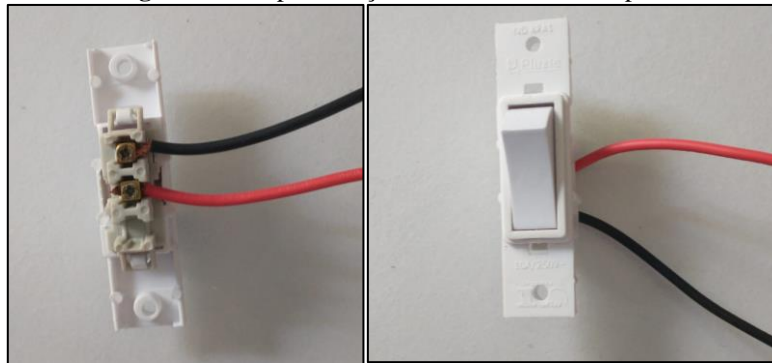
Fonte: Autor, 2021.

**Figura 51** - Representação dos cabos no bocal.



Fonte: Autor, 2021.

**Figura 52** - Representação dos cabos no interruptor.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 3:** Demonstre como se descasca o cabo condutor com o alicate.

**Figura 53** - Região do fio descascado para realizar a junção para ligação com outro fio condutor.

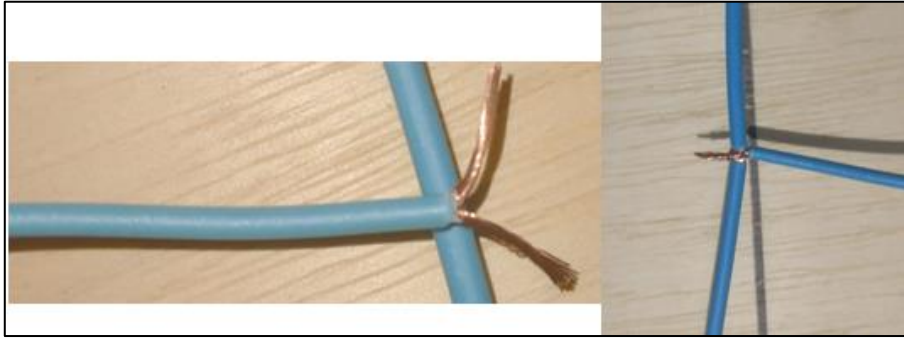


Fonte: Autor, 2021.

**Passo 4:** Demonstre como se conectam os fios um com o outro usando o alicate.



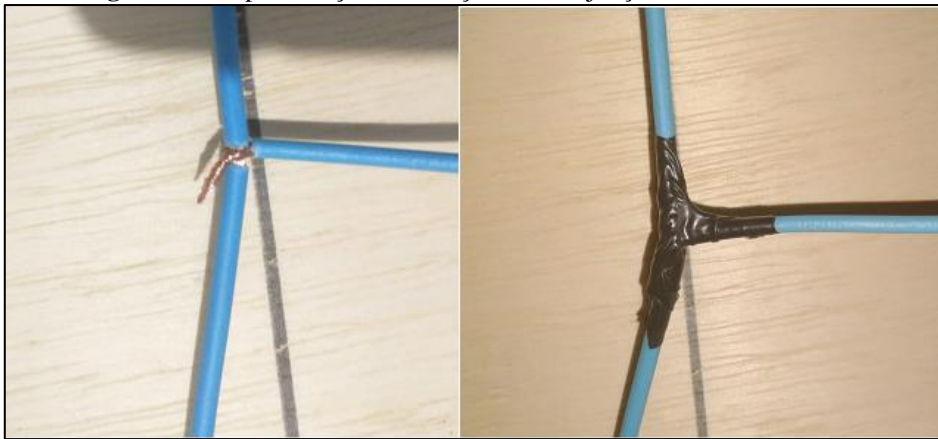
**Figura 54** - Representação do encaixe de fios condutores.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 5:** Demonstre como se isola toda a fiação desprotegida com fita isolante.

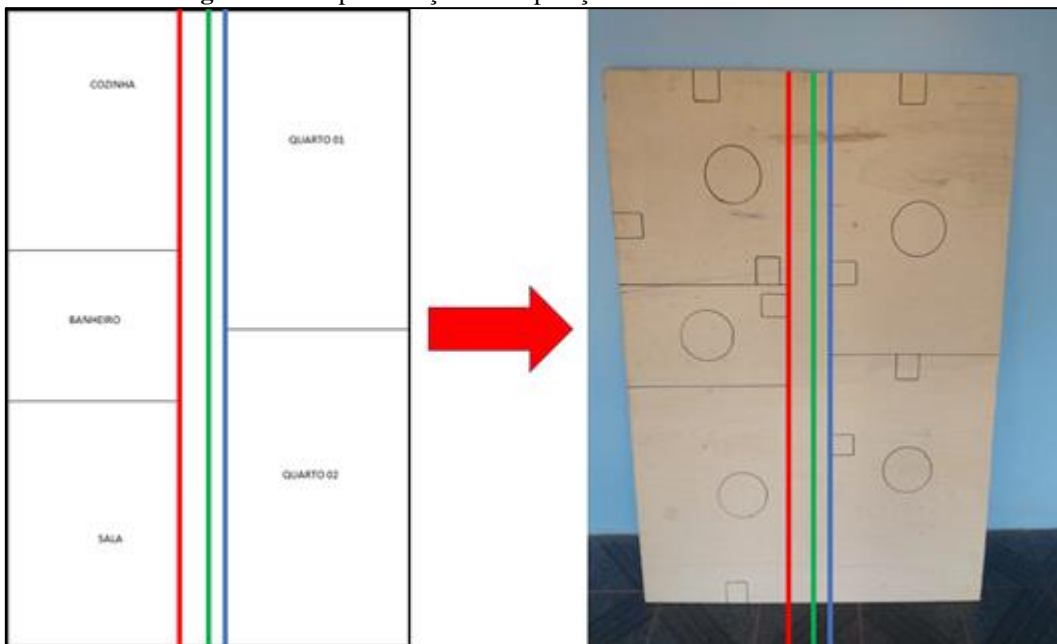
**Figura 55** - Representação da isolação de uma junção de fios condutores.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 6:** Enquanto as turmas estão com suas respectivas atividades, isole com fita isolante as extremidades que serão colocadas e prendidas na bancada.

**Figura 56** - Representação da disposição dos fios condutores na bancada.



Fonte: Autor, 2021.

Lembre-se de verificar que estão bem isoladas e fixadas.

**Figura 57** - Representação das extremidades fixadas dos cabos.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 7:** Certifique-se que todos estão fazendo de maneira adequada, quando todos terminarem, inicie a etapa de fixação na bancada.

**Passo 8:** Inicie a instalação dos cômodos com os alunos de cada equipe.

Na ordem:

I. Comece com a Equipe que ficou com o QUARTO 01, por ser o mais amplo, o que permite uma melhor visualização por toda a turma.

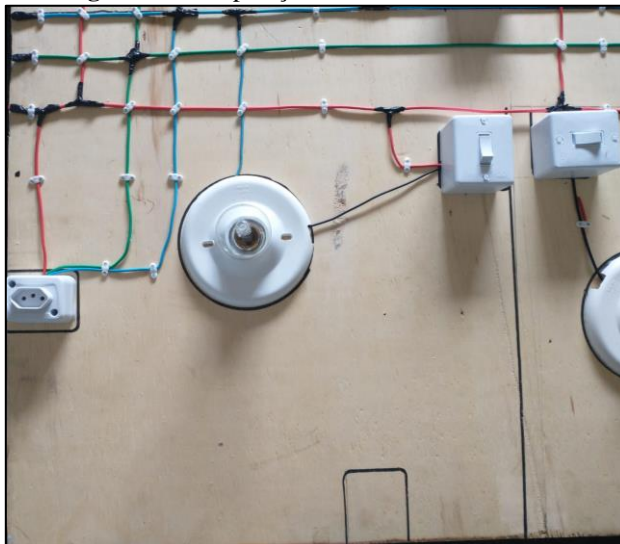
**Figura 58** - Disposição do circuito do Quarto 01.



Fonte: Autor, 2021.

II. Em seguida, é a vez da equipe que ficou com a COZINHA.

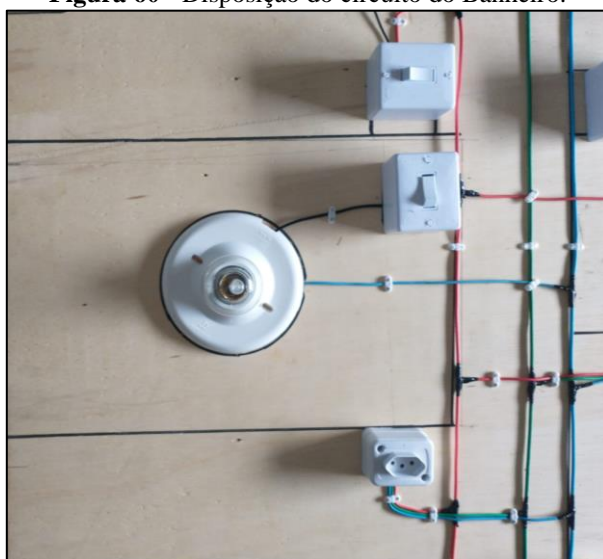
**Figura 59** - Disposição do circuito da Cozinha.



Fonte: Autor, 2021.

### III. Equipe com o BANHEIRO.

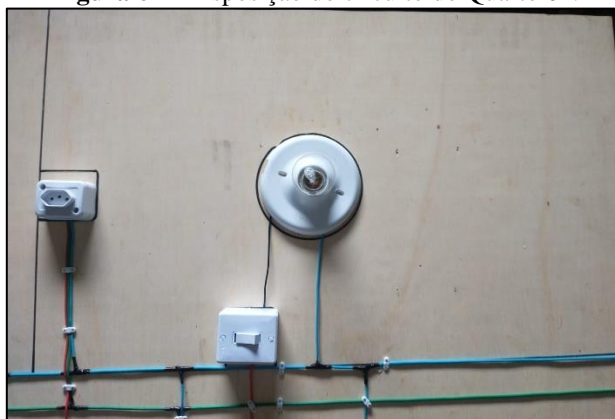
**Figura 60** - Disposição do circuito do Banheiro.



Fonte: Autor, 2021.

### IV. Equipe do QUARTO 02.

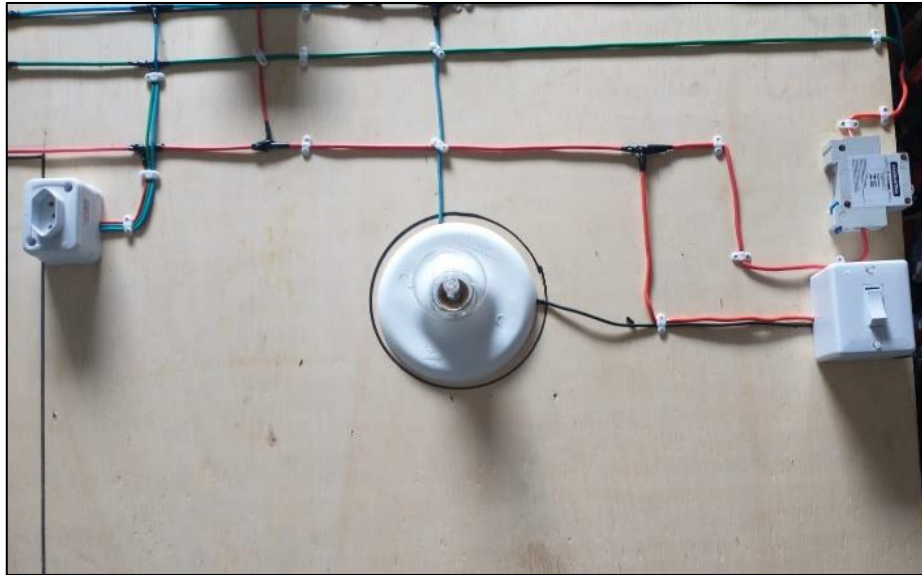
**Figura 61** - Disposição do circuito do Quarto 02.



Fonte: Autor, 2021.

## V. Equipe com a SALA.

**Figura 62** - Disposição do circuito da Sala.

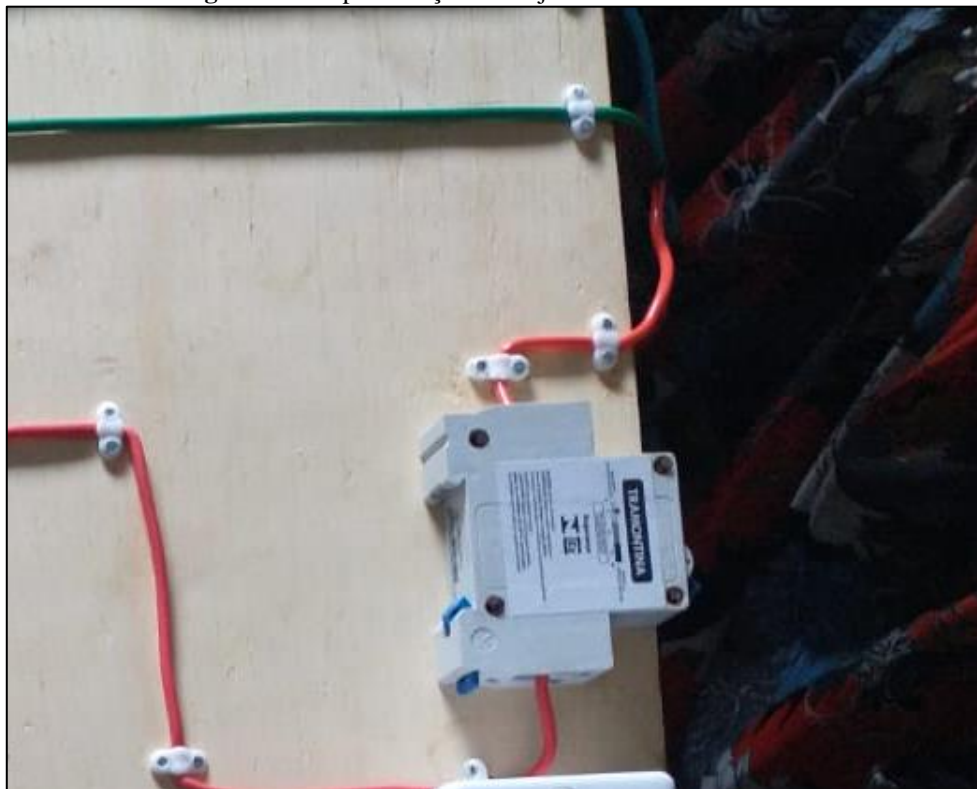


Fonte: Autor, 2021.

**Passo 9:** Neste momento, fale do papel do disjuntor.

A ação do disjuntor depende do nível de corrente que passa pelo sistema: quando ocorre uma sobrecarga, o dispositivo irá “disparar” e interromper o funcionamento de toda a rede para evitar danos ao próprio circuito e aos equipamentos eletrônicos a ele conectados.

**Figura 63** - Representação do disjuntor fixado na bancada.



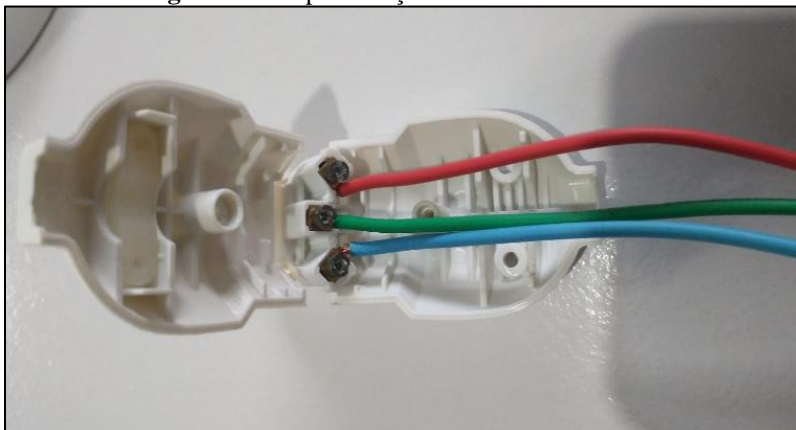
Fonte: Autor, 2021.

Note que o disjuntor é conectado ao cabo de fase da rede elétrica.

Havendo um QDC, haverá um disjuntor para cada fase que será responsável por uma rede da residência.

**Passo 10:** Por fim, conecte os três fios à uma plug macho de 20 A. Desparafuse e conecte cada ponta em um terminal, colocando o aterramento no centro.

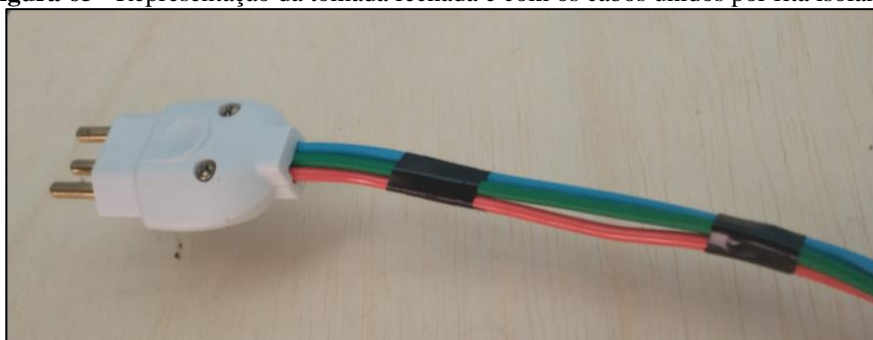
**Figura 64** - Representação dos cabos na tomada.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 11:** Use a fita isolante para unir cada fiação. E verifique se está tudo seguro e bem isolado.

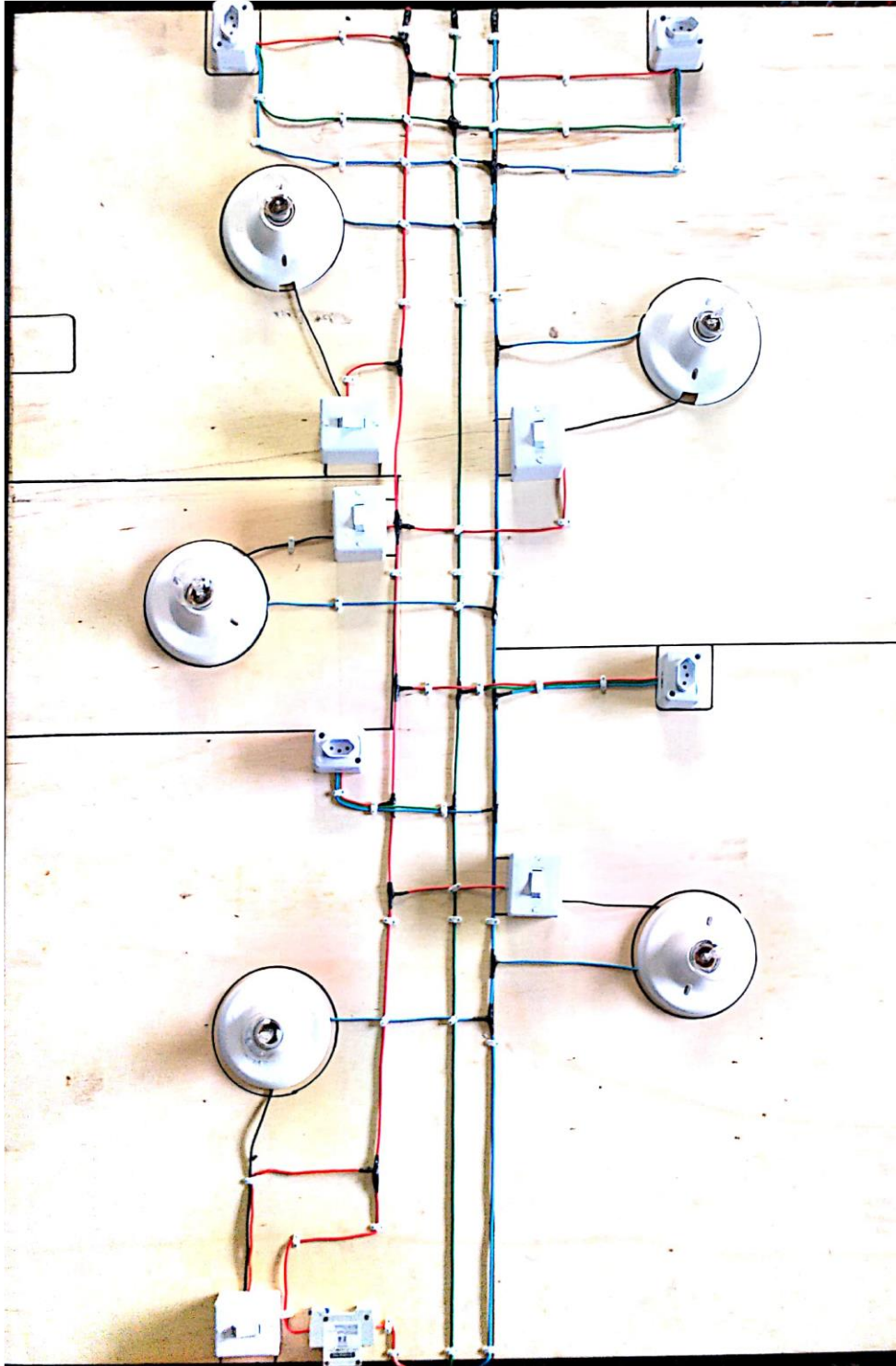
**Figura 65** - Representação da tomada fechada e com os cabos unidos por fita isolante.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 12:** Pronto! A sua bancada ficou pronta.

**Figura 66** - Representação da Bancada Elétrica montada.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 13: ANTES DA PRÁTICA COM A BANCADA:** Verifique se o disjuntor está desligado antes de conectar à rede elétrica. Com o disjuntor desligado, conecte a rede. Peça para os alunos manterem distância. Ligue o disjuntor. Ligue e desligue cada interruptor para ligar e apagar as lâmpadas. Após isso, pegue um carregador de celular e

conecte com um celular em cada uma das tomadas a fim de verificar se estão carregando.

**Passo 14:** Diga para cada equipe se posicionar no cômodo, o qual ficou responsável pela instalação e ligar e desligar lâmpadas e conectar um carregador de celular na tomada. Chame uma equipe por vez para sempre manter o controle.

**Passo 15:** Ao terminar, desligue o disjuntor e desconecte da rede elétrica.

## AULA 8

### MULTÍMETRO

O equipamento utilizado nessa prática é chamado de Multímetro, instrumento este muito utilizado pelos eletricitistas e profissionais que trabalham com a eletricidade. Aqui vamos aprender a manusear os principais atributos deste aparelho.

Figura 67 - Multímetro



Fonte: Autor, 2021.

Multímetro – também chamado de Multttester, é um instrumento que reúne apenas em um equipamento:

**Amperímetro:** usado para acusar a corrente elétrica, está graduado em Ampère (A), a qual é a unidade de correte;

**Voltímetro:** usado para verificar a diferença de potencial, está em Volt (V);

**Ohmímetro:** mede a resistência elétrica, graduado em Ohm ( $\Omega$ ).

#### 8.1 Objetivo


- Fazer com o aluno conheça o Multímetro.

#### 8.2 Tempo

- 100 minutos (02 aulas).

#### 8.3 Procedimentos

##### 8.3.1 Materiais

 Multímetro.

##### 8.3.2 Prática

**Passo 1:** Apresente a turma o Multímetro e fale suas funcionalidades. Para auxiliar, olhe a Fundamentação Teórica.

**Passo 2:** Trabalhe o aparelho como o Voltímetro.



**Passo 3:** Trabalhe o aparelho como o Amperímetro.

**Passo 4:** Trabalhe o aparelho como o Ohmímetro.

Um modelo da Tabela de Notas de Medições, estará no **Apêndice C**.

### 8.3.3 Trabalhando com o Voltímetro

**Passo 1:** Pergunte a turma se deve virar na opção 01 ou 02. Faça as considerações necessárias e explique o motivo da escolha da opção 02.

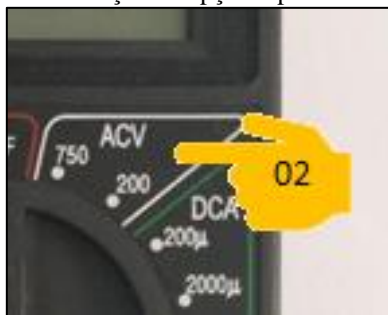
**Figura 68** - Representação das opções de escolha das aos alunos para selecionar a opção Voltímetro.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 2:** Colocar o Multímetro na opção 02.

**Figura 69** - Representação da indicação da opção 2 para Voltímetro de corrente alternada.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 3:** Se sua rede for 127 V gradue para 200 V, caso seja de 220 V coloque em 750 V. Na dúvida, coloque em 750 V.

**Figura 70** - Representação da escolha da escala para o Voltímetro.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 4:** Pergunte a turma se o Voltímetro deve ser colocado em SÉRIE ou em PARALELO na rede.

**Figura 71** - Esquema explicativo para introdução no circuito em paralelo para a medição usando o Voltímetro.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 5:** Explique o motivo de o voltímetro ser ligado em paralelo na rede. Dê ênfase ao fato de a rede ser ligada em paralelo a diferença de potencial é a mesma por toda a bancada.

**Passo 6:** Peça para cada aluno fazer uma medição da voltagem e anote:

**Tabela 2** - Tabela de notas de medição da voltagem.

ORDEM	ALUNO	VOLTAGEM (V)
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
<b>TOTAL = <math>\sum</math> MEDIDAS</b>		
<b>MÉDIA = <math>\frac{\sum \text{MEDIDAS}}{N^\circ \text{ ALUNOS}}</math></b>		

Fonte: Autor, 2021.

Anote o nome de cada aluno e sua medida, isso ajudará a ficar mais interessado com o procedimento, pois verá associado seu nome ao valor experimental que produziu.

**Passo 7:** Após todos os alunos realizarem suas medições, some todas as medidas e anote.

**Passo 8:** Divida o somatório pelo número de alunos mediram. O resultado será a média das medidas.

**Passo 9:** Note que a média se aproxima do valor de tensão da sua rede elétrica. Comente a respeito que o valor será experimental e, portanto, haverá uma pequena variação do valor 127 V (ou 220 V).

### 8.3.4 Trabalhando com o Amperímetro

**Passo 1:** Pergunte onde a Chave deve ser colocada.

**Passo 2:** Coloque o multímetro na opção que indica o Amperímetro.

**Figura 72** - Representação da escolha da opção Amperímetro.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 3:** Para saber em qual graduação do amperímetro deve ser escolhida é importante observar a especificação do fio condutor. Em caso de não conhecer, coloque na maior voltagem e vá diminuindo até obter um bom valor no mostrador digital.

**Figura 73** - Representação da escala da ordem de grandeza da amperagem.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 4:** Pergunte a turma se o Amperímetro deve ser colocado em SÉRIE ou em PARALELO na rede.

**Figura 74** - Esquema explicativo para introdução no circuito em paralelo para a medição usando o Amperímetro.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 5:** Fale de o motivo do amperímetro ser ligado em série. Relembre com a turma que quando em série, a corrente só terá um caminho a percorrer.

**Passo 6:** Peça para cada aluno fazer uma medição da voltagem e anote:

**Tabela 3** - Tabela de notas de medição da amperagem.

ORDEM	ALUNO	AMPERAGEM (A)
01		
02		
03		
04		
05		
06		

07		
08		
09		
10		
<b>TOTAL = <math>\sum</math> MEDIDAS</b>		
<b>MÉDIA = <math>\frac{\sum \text{MEDIDAS}}{N^{\circ} \text{ALUNOS}}</math></b>		

Fonte: Autor, 2021.

Anote o nome de cada aluno e sua medida, isso ajudará a ficar mais interessado com o procedimento, pois verá associado seu nome ao valor experimental que produziu.

**Passo 7:** Após todos os alunos realizarem suas medições, some todas as medidas e anote.

**Passo 8:** Divida o somatório pelo número de alunos mediram. O resultado será a média das medidas.

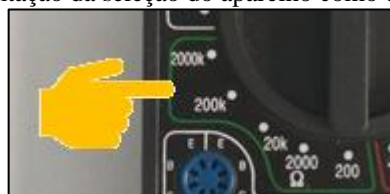
**Passo 9:** Note que a média se aproxima do valor de corrente do fio condutor usado naquela bancada de rede elétrica. Comente a respeito que o valor ser experimental e, portanto, haver uma pequena variação do valor especificado na capacidade de corrente do fio condutor mensurado.

### 8.3.5 Trabalhando com o Ohmímetro

**Passo 1:** Pergunte onde a Chave deve ser colocada.

**Passo 2:** Coloque o multímetro na opção que indica o Ohmímetro.

**Figura 75** - Representação da seleção do aparelho como um Ohmímetro.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 3:** Para saber em qual graduação do ohmímetro deve ser escolhida é importante observar a especificação do fio condutor. Em caso de não conhecer, coloque na maior resistência e vá diminuindo até obter um bom valor no mostrador digital.

**Figura 76** - Representação da escala da ordem de grandeza da resistência.



Fonte: Autor, 2021.

**Passo 4:** Peça para cada aluno fazer uma medição da voltagem e anote:

**Tabela 4** - Tabela de notas de medição da resistência.

ORDEM	ALUNO	RESISTÊNCIA ( $\Omega$ )
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
<b>TOTAL = <math>\sum</math> MEDIDAS</b>		
<b>MÉDIA = <math>\frac{\sum MEDIDAS}{N^{\circ} ALUNOS}</math></b>		

Fonte: Autor, 2021.

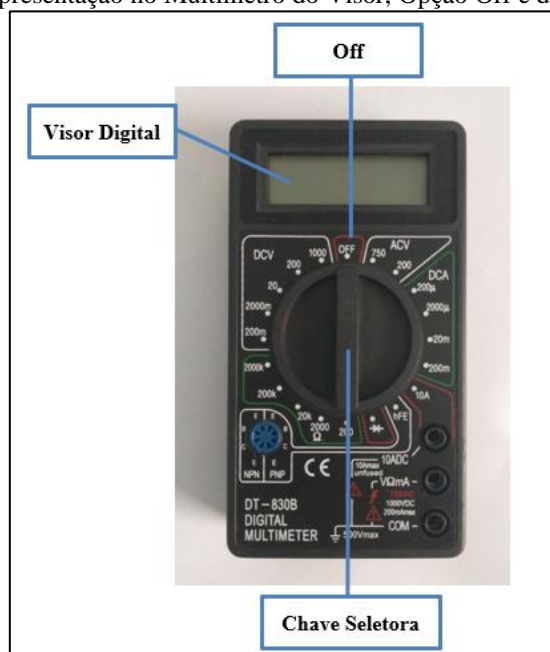
**Passo 5:** Após todos os alunos realizarem suas medições, some todas as medidas e anote.

**Passo 6:** Divida o somatório pelo número de alunos mediram. O resultado será a média das medidas.

**Passo 7:** Note que a média se aproxima do valor de corrente do fio condutor usado naquela bancada de rede elétrica. Comente a respeito que o valor ser experimental e, portanto, haver uma pequena variação do valor especificado na capacidade de corrente do fio condutor mensurado.

#### 8.4 Fundamentação Teórica

**Figura 77** - Representação no Multímetro do Visor, Opção Off e da Chave Seletora.



Fonte: Autor, 2021.

👉 **Visor Digital:**

O multímetro digital oferece a conveniência de exibir o valor medido diretamente no display visor, sem a necessidade de multiplicação de escala complexa e leitura como um multímetro analógico.

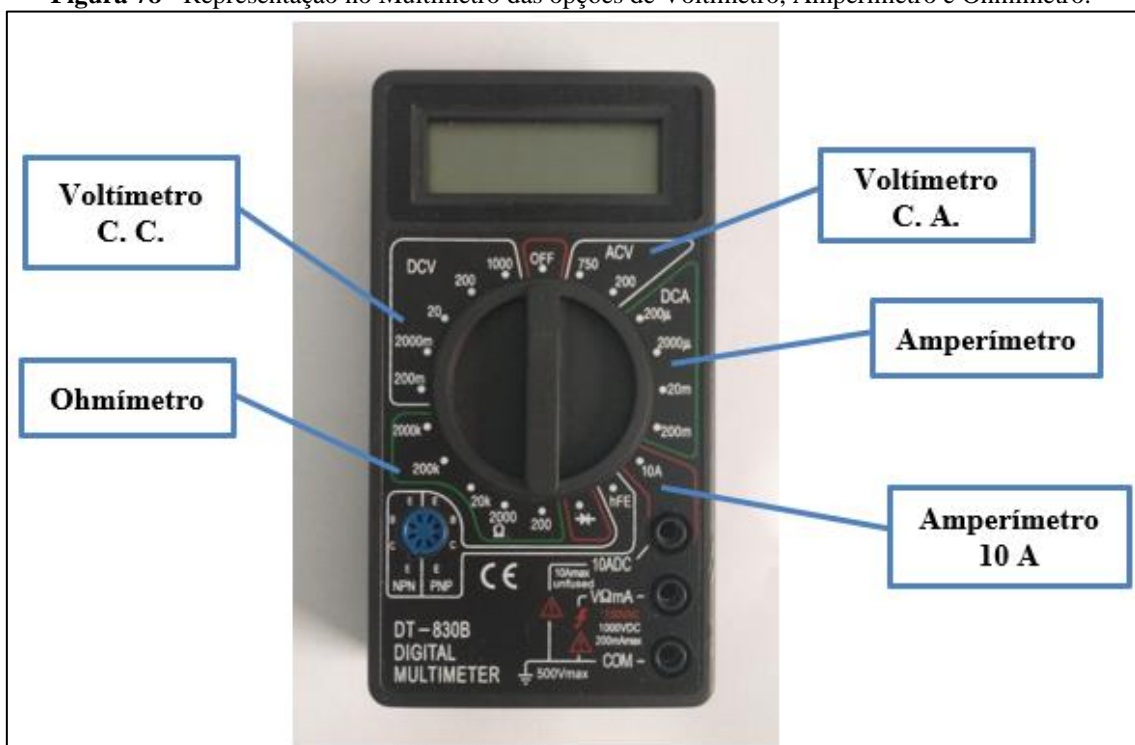
👉 **Chave Seletora:**

Será usada para escolher a função com a qual o multímetro trabalhará.

👉 **OFF:**

Após finalizar, sempre retorne para esta opção afim de não causar danos ao equipamento.

**Figura 78** - Representação no Multímetro das opções de Voltímetro, Amperímetro e Ohmímetro.



Fonte: Autor, 2021.

👉 **Voltímetro para Corrente Contínua:**

Quando a chave está nessa opção, a aparece funciona como um voltímetro, ondo medirá tensões em corrente alternada, entre 200 milivolts a 1000 volts.

👉 **Voltímetro para Corrente Alternada:**

Nesta seleção o aparelho funciona como um voltímetro, contudo, medirá tensões em corrente contínua, entre 200 V a 750 V.

👉 **Amperímetro:**

Nesta opção, é possível acusar correntes contínuas entre 200  $\mu$ A até 200 mA.

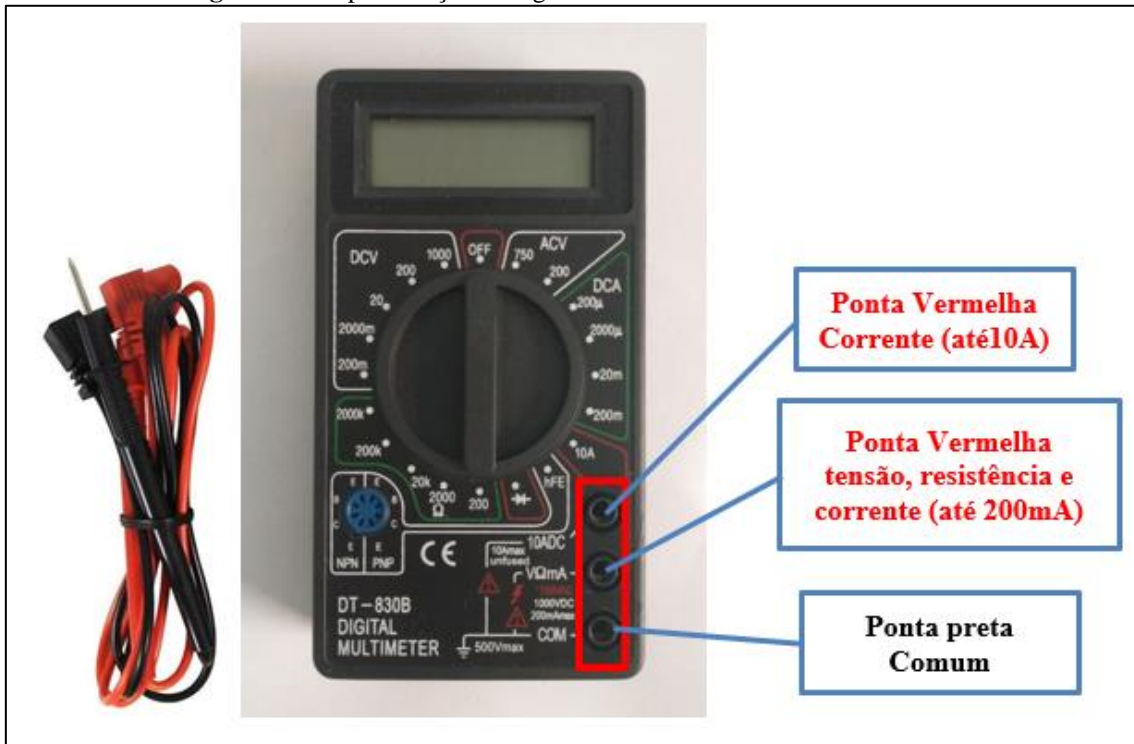
👉 **Amperímetro para 10 A:**

Aqui é possível realizar a verificação de correntes mais elevadas que chegam até 10 A.

➡ Ohmímetro:

para verificar a resistência dos materiais é escolhido esta opção. Ela está graduada para valores entre 200  $\Omega$  a 200 k $\Omega$ .

**Figura 79** - Representação da região onde se introduz os cabos de teste.



Fonte: Autor, 2021.

➡ Entrada para os Fios de Teste:

Os cabos em contato com a região a ser testada. Fios de Prova (Pontas de Prova): são dois fios, um vermelho e um preto. O fio de teste PRETO será colocado na entrada do TERRA. Já o VERMELHO terá duas possibilidades.

Quando se deseja que o aparelho trabalhe como um Voltímetro para medir a tensão elétrica ou como um Ohmímetro para verificar a resistência elétrica ou mesmo um Amperímetro que verificará correntes até 200 mA será colocado na entrada com a legenda **VΩmA** que significa (Voltímetro, Ohmímetro e Amperímetro em ordem de grandeza de  $10^{-3}$ ).

Para um Amperímetro que suporte uma corrente maior (até 10 A, para este aparelho) o fio de prova vermelho deve ser colocado na entrada **10ADC**.

## **AULA 9**

### **QUESTIONÁRIO FINAL**

O intuito é entender o avanço do aluno em comparativo ao início de toda a abordagem.

#### **9.1 Objetivo**

- Aplicar o Questionário Final que se encontra no Apêndice;
- Avaliar a aprendizagem da turma.

#### **9.2 Tempo**

- 50 minutos (01 aula)

#### **9.3 Procedimentos**

**Passo 1:** Entregue o Questionário Final para a turma;

**Passo 2:** Leia o Questionário Final;

**Passo 3:** Recolha o Questionário Final.



## APÊNDICE A

### QUESTIONÁRIO INICIAL

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



### UNIVERSIDADE DO SUL E SULDESTE DO PARÁ MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA QUESTIONÁRIO INICIAL

Questionário de percepção sobre a compreensão acerca do assunto eletricidade.

**01** – Você já pegou ou viu alguém pegar um **choque**? Caso, sim, descreva o que aconteceu.

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**02** - Você saberia explicar o **risco** de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**03** – Em seu dia a dia você consegue identificar onde está presente a **corrente elétrica**?

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**04** – Você conhece algum material que **bloqueia** a passagem da corrente elétrica? Por que esses materiais bloqueiam a corrente elétrica?

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**05** – Você conhece algum material apropriado para a passagem da corrente elétrica? Por que é **fácil** a passagem de corrente nesses materiais?

**Comente:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**06** – Você conhece o termo **ELETRIZADO**? Você já viu algo eletrizado? Já conseguiu eletrizar algum material?

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**07** – Qual a relação entre o consumo de energia elétrica em sua casa e o valor da fatura?

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**08** – Para você, o que seria corrente elétrica?

Sim, sei dizer o que é.

Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**09** – Para você, o que é resistência elétrica?

Sim, sei dizer o que é.

Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**10** – Para você, o que é potência elétrica?

Sim, sei dizer o que é.

Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

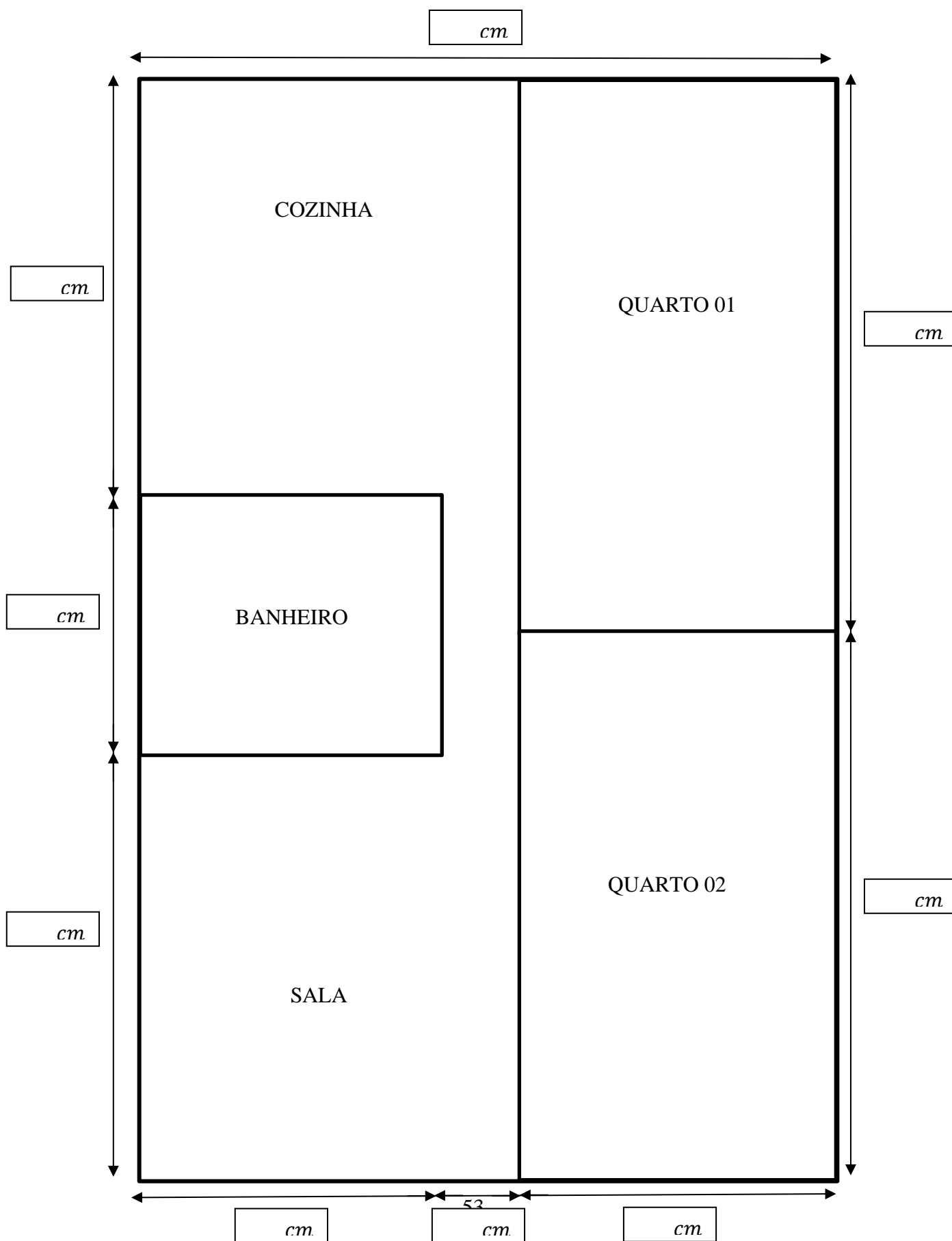
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# APÊNDICE B

## MODELO DE BANCADA DO PRODUTO EDUCACIONAL



## APÊNDICE C

### TABELA DE NOTAS DE MEDIÇÕES

ORDEM	ALUNO	( )
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
<b>TOTAL = <math>\sum</math> MEDIDAS</b>		
<b>MÉDIA = <math>\frac{\sum \text{MEDIDAS}}{N^{\circ} \text{ALUNOS}}</math></b>		

## APÊNDICE D

### QUESTIONÁRIO FINAL

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



**UNIVERSIDADE DO SUL E SULDESTE DO PARÁ**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**QUESTIONÁRIO FINAL**

Questionário de percepção sobre a compreensão acerca do assunto eletricidade.

**01** - Você saberia explicar o **risco** de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**02** – Você conhece o termo **ELETRIZADO**? Você já viu algo eletrizado? Já conseguiu eletrizar algum material?

( ) Sim, sei dizer o que é.

( ) Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

( ) Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**03** – O que é condutor elétrico?

( ) Sim, sei dizer o que é.

( ) Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

( ) Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**04** – O que é um isolante elétrico?

( ) Sim, sei dizer o que é.

( ) Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

( ) Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**05** – Para você, o que seria corrente elétrica?

( ) Sim, sei dizer o que é.

( ) Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

( ) Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

---

---

**06** – Para você, o que é resistência elétrica?

( ) Sim, sei dizer o que é.

( ) Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

( ) Não sei dizer.

**Comente:** \_\_\_\_\_

---

---

**07** – Para você, o que é tensão?

( ) Sim, sei dizer o que é.

( ) Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

( ) Não sei dizer.

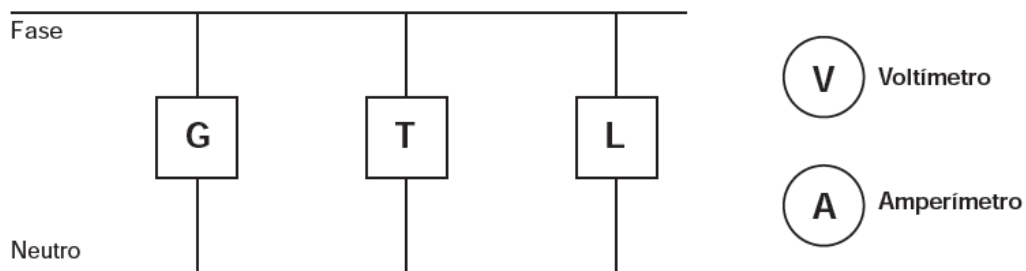
**Comente:** \_\_\_\_\_

---

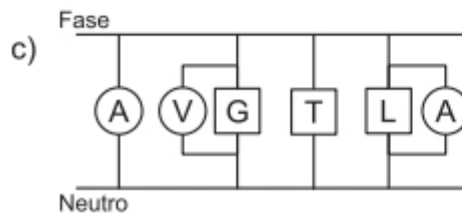
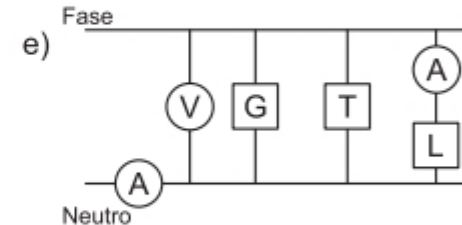
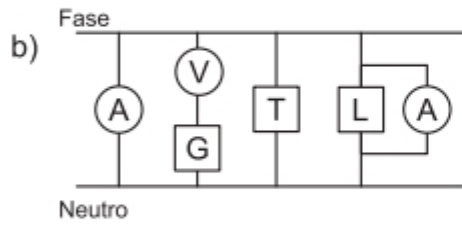
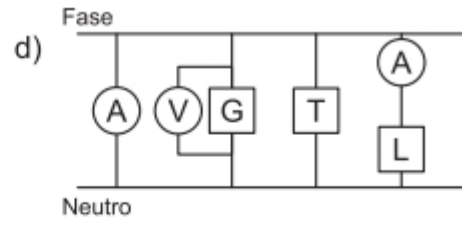
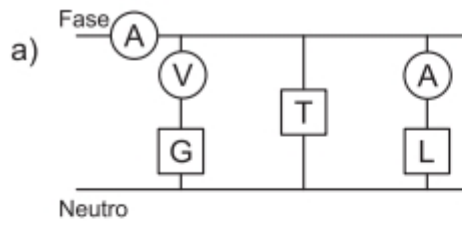
---

**08** – (ENEM) Um eletricitista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O eletricitista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada.

Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).



Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:



## REFERÊNCIAS

ABNT NBR5410, A. B. D. N. T. **Norma Brasileira - Instalação elétricas de baixa tensão - NBR 5410**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004. 209 p. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/jeangaldino/disciplinas/2015.1/instalacoes-eletricas/nbr-5410>. Acesso em: 01 maio 2021.

AQUINO, A. A.; LAVOR, O. P. ENSINO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE UMA APLICAÇÃO MOBILE. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, MT, v. 8, p. 125-146, maio-agosto 2020.

CANEZ, A. **Cuidados com Eletricidade**. Disponível em: <https://sites.google.com/site/cuidadoscomeletricidade/introduo>. Acesso em: 03 março 2022.

ELÉTRICA, MUNDO DA. Mundo da Elétrica. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/>. Acesso em: 05 abr. 2022.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, B. Novo Ensino Médio - perguntas e respostas. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-uncategorised/40361-novo-ensino-medio-duvidas>. Acesso em: 14 nov. 2021.

ML - LOCAÇÕES. Disponível em: <https://megashock6.webnode.page/cursos/eletricista-predial-e-residencial-de-baixa-tens%C3%A3o/a2-circuito-eletrico/>. Acesso em: 04 mar. 2022.

SIGNIFICADOS , 2021. Disponível em: <https://www.significados.com.br/empirico/>. Acesso em: 08 abr. 2022.