

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

ANTONIO FRANCISCO DOS SANTOS SOUZA

**SOFTWARE DE SIMULAÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS MULTISIM E
CONSTRUÇÃO DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO CAPAZ DE MEDIR
RESISTÊNCIA EQUIVALENTE**

ANTONIO FRANCISCO DOS SANTOS SOUZA

Área de Concentração: Processos de ensino e aprendizagem e tecnologias de
informação e comunicação no ensino de Física

**SOFTWARE DE SIMULAÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS MULTISIM E
CONSTRUÇÃO DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO CAPAZ DE MEDIR
RESISTENCIA EQUIVALENTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:
Profa. Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira

Marabá-PA
2020

**SOFTWARE DE SIMULAÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS MULTISIM E
CONSTRUÇÃO DE PLACA CAPAZ DE MEDIR RESISTENCIA EQUIVALENTE.**

Antonio Francisco dos Santos Souza

Orientadora:
Profª. Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Profª. Drª. Fernanda Carla Lima Ferreira
Orientadora

Prof. Dr. José Elissandro de Andrade
Membro interno

Profª. Drª. Divanizia do Nascimento Souza
Membro externo

Marabá/PA

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

Souza, Antonio Francisco dos Santos

Software de simulação de circuitos elétricos Multisim e construção de placa de circuito impresso capaz de medir resistência equivalente / Antonio Francisco dos Santos Souza ; orientadora, Fernanda Carla Lima Ferreira. — Marabá : [s. n.], 2020.

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

1. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Circuitos elétricos. 3. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino - Métodos de simulação. 4. Educação - Métodos experimentais. 5. Software educacional. 6. Ensino - Metodologia. I. Ferreira, Fernanda Carla Lima, orient. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. III. Título.

CDD: 22. ed.: 530.07

Elaborado por Alessandra Helena da Mata Nunes - CRB2/586

Dedico esta dissertação *In Memoriam* à Lídia Geralda dos Santos, minha mãe que tanto me amava; e à Orocides Lima de Souza, avô das minhas filhas pelo carinho mútuo, respeito e admiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus que nas grandes lutas deu-nos as maiores vitórias. Sempre conosco, seja na alegria ou na tristeza, fazendo de nossas fraquezas uma força; e, compreendendo os nossos anseios e nos dando a necessária coragem para atingirmos por nossos objetivos.

À Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira pela orientação prestada, pela atenção e apoio empregado, e pela confiança depositada durante toda a realização deste trabalho.

Aos colegas de turma pelas valiosas sugestões durante a realização deste trabalho.

Aos professores do programa de Mestrado Nacional Profissional Em Ensino De Física (MNPEF)/Pólo UNIFESSPA: Edney Ramos Granhen, Erico, Fernanda Carla Lima Ferreira, Jorge Everaldo de Oliveira, Luiz Moreira Gomes, Rodrigo do Monte Gester, Tarciso de Andrade Filho e Tiago Carvalho Martins, pelas contribuições durante todo o curso.

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

*Feliz aquele que transfere o que sabe e
aprende o que ensina.*

Cora Coralina

RESUMO

Este trabalho constitui-se como uma ferramenta para que professores e alunos da educação básica possam verificar por meio de simulações de circuitos elétricos, os princípios apresentados teoricamente em aulas de Física no terceiro ano do ensino médio. A proposta consiste em construir um conjunto de simulações na disciplina de Física que possam servir de instrumentos didático-pedagógicos para o ensino de Física a partir do manuseio do *software* de simulação Multisim 13.0. Baseado nesta proposta surgiu à ideia de criar um experimento para medição de resistência equivalente que fosse de baixo custo e fácil montagem, ou seja, qualquer professor do ensino médio pode montá-lo para aplicação em sala de aula. O experimento foi montado em uma placa fenolítica acoplada ao Arduíno, uma plataforma de prototipagem de preço acessível e fácil manipulação, e um display LCD para visualização do resultado. O circuito foi traçado de forma a permitir as configurações de resistência em série, paralelo, misto, estrela e triângulo. Quanto à estruturação da metodologia da proposta didática, foram considerados alguns pressupostos das teorias da aprendizagem e principalmente das ideologias de Carvalho (2014), que pressupõem um ambiente educacional investigativo. De modo geral, pode-se dizer que a aplicabilidade da atividade experimental foi de grande importância para a escola, pois, neste primeiro momento de atuação junto aos alunos do Ensino Médio da rede de ensino público os resultados obtidos foram satisfatórios. Portanto a aplicação desse trabalho demonstrou que as atividades experimentais utilizando o Arduino e software de simulação nas aulas, além de interessante, contribuem de forma significativa com o aprendizado dos alunos.

Palavras-chave: Multisim. Software. Implementação. Circuito. Resistência. Placa.

ABSTRACT

This assignment constitutes as a tool, so that teachers and students of basic education can verify through simulations of electric circuits, the theoretic principles introduced in physics classes on the senior year of high school. The proposition consists on building a series of simulations in the physics class that can serve as didactic-pedagogical instruments for the teaching of physics starting with handling of the software Multisim 13.0. Based on this proposal the idea came up to create an experiment for measurement of the equivalent resistance with low cost and easy assembly, that is, any teacher of high school can assemble it for classroom application. The experiment will be mounted on a phenolytic plate coupled to an Arduino, a prototyping platform with accessible price and easy handling, and a LCD display for visualisation of the end result. The circuit was outlined in order to allow the configurations of resistance in series, parallel, mixed, delta and star. Regarding the structuring of the didactic proposal methodology, some assumptions of the theories of learning, mainly of the ideologies of Carvalho 2014, that assume a investigative educational environment. In general, it can be said that the applicability of the experimental activity was of great importance to the school, because, at this first moment of interaction with the public high school students the results obtained were satisfactory. Therefore the application of this assignment demonstrated that the experimental activities using the Arduino and simulation software in the classes, besides being interesting, contribute significantly with the student's learning.

Keywords: MULTISIM. Software. Implementation. Circuit. Resistance. Board.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Conceitual Abordagens Investigativas.....	20
Figura 2. Movimento desordenado dos elétrons.....	36
Figura 3. Movimento ordenado dos elétrons	37
Figura 4. Corrente convencional	39
Figura 5. Corrente Real e Corrente Convencional.....	39
Figura 6. Corrente I_0 se dividindo em I_1 e I_2 se	40
Figura 7. Circuito elétrico simples.	42
Figura 8. Condutor metálico	42
Figura 9. Condutor sendo percorrido por uma corrente elétrica	43
Figura 10. Condutor obedecendo a Lei de Ohm.....	46
Figura 11. Elemento não ôhmico.....	46
Figura 12. Circuito elétrico	47
Figura 13. Aspecto real de um resistor e seus símbolos	48
Figura 14. Varistor (resistor não linear)	49
Figura 15. Nós laços e ramos	49
Figura 16. Circuito simples onde os resistores não podem ser substituídos por resistência equivalente.....	56
Figura 17. Divisor de tensão	52
Figura 18. Associação em série de resistores	52
Figura 19. Circuito equivalente 1.....	53
Figura 20. Associação de resistores em paralelo	54
Figura 21. Circuito equivalente 2.....	54
Figura 22. Circuito de mais de uma malha	56
Figura 23. Circuito Y e Delta	58
Figura 24. Fachada da Escola Albertina Barreiros	64
Figura 25. Aulas expositivas	66
Figura 26. Vista superior do experimento.....	69
Figura 27. Apresentação da placa de circuito impresso e simulador Multisim	69
Figura 28. Resposta da turma sobre o aprendizado.....	71
Figura 29. Resposta da turma sobre os conteúdos teóricos.....	71
Figura 30. Resposta da turma sobre circuito série paralelo.....	72
Figura 31. Resposta da turma sobre resistência equivalente.	73
Figura 32. Resposta da turma sobre microcontrolador.....	73
Figura 33. Resposta da turma sobre o uso do microcontrolador no ensino de Conteúdos teóricos	74
Figura 34. Resposta da turma sobre atividade experimental.....	75
Figura 35. Resposta da turma sobre o conceito de resistência equivalente”	75
Figura 36. Resposta da turma sobre o uso do simulador Multisim	76
Figura 37. Contribuição do Arduino e simulador Multisim para o aprendizado	77
Figura 38. Área de trabalho do Multisim.....	86
Figura 39. Osciloscópio mostrado na tela do Multisim.....	87
Figura 40. Exemplo de um circuito elétrico simples.....	88
Figura 41. Exemplo de circuito elétrico com corrente alternada.	88
Figura 42. Elementos de construção de circuitos elétricos.	89
Figura 43. Elementos básicos de construção de circuitos elétricos.	90
Figura 44. A apresenta o circuito demonstrativo para simulação.	91
Figura 45. Inserindo as fontes de tensão	91

Figura 46. Inserindo quatro resistores	92
Figura 47. Circuito elétrico pronto.	92
Figura 48. Simulação do circuito.	93
Figura 49. Apresenta uma placa Arduino Uno R3.	95
Figura 50. Tela principal do Arduíno na Web.	95
Figura 51. Circuito elétrico simples.	97
Figura 52. Apresenta o esquema de uma associação em série do circuito.	98
Figura 53. Esquema para exemplo com alunos.	99
Figura 54. A apresenta o circuito equivalente à Figura 16.....	100
Figura 55. Apresenta uma associação de resistores em paralelo.	101
Figura 56. Esquema para exemplo com alunos.	101
Figura 57. Apresenta um esquema para exemplo com alunos.....	103
Figura 58. Apresenta o primeiro circuito equivalente.....	103
Figura 59. Apresenta o segundo circuito equivalente.....	104
Figura 60. Placa fenolite com as trilhas desenhadas.....	108
Figura 61. Placa de circuito impresso dentro da solução ácida.	109
Figura 62. Placa corroída e feita limpeza.	109
Figura 63. Placa furada após corrosão com display e LCD do Arduino.....	110
Figura 64. Placa com os componentes já fixados.	110
Figura 65. Apresenta a Conexão display LCD 16X2 com arduino.	111
Figura 66. Código fonte utilizado no experimento.	112
Figura 67. Esquema da ligação elétrica para medição de resistência	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resistividade de alguns materiais	45
Tabela 2. Resumo das Propriedades.	99
Tabela 3. Material utilizado na construção da placa	105
Tabela 4. Imagem e função de cada material.....	105
Tabela 5. Atividade Etapa 1 do Experimento	115
Tabela 6. Atividades da Etapa II do experimento.	115

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	16
1.1 Introdução	16
1.2 Trajetória profissional	16
1.3 Início da Proposta	16
1.4 Tipos de Atividades Investigativas	19
1.4.1 <i>Demonstrações Investigativas</i>	20
1.5 Objetivos	24
1.5.1 <i>Gerais</i>	24
1.5.2 <i>Específicos</i>	24
CAPITULO 2	24
2.1 Pressupostos Teóricos	25
2.1.1 <i>Experimentação no Ensino de Física</i>	25
2.1.2 Algoritmo e logica de programação	25
2.1.3 Indústria 4.0	27
2.2 Simulações	28
2.3 Multisim	29
2.4 Desenvolvimento do Software	30
2.5 Considerações Gerais sobre o a Base Nacional Comum Curricular	30
2.6 As Ciências da Natureza: Considerações Gerais, Objetivos e Possibilidades de Articulações entre Disciplinas.	32
2.7 O Conhecimento de Física na BNCC	32
2.7.1 <i>A Física no Ensino Médio</i>	32
CAPITULO 3	35
3.1 Conceitos de Física 3	35
3.1.1 <i>Corrente Elétrica</i>	35
3.1.2 <i>Sentido Real e Sentido Convencional da Corrente Elétrica</i>	38
3.2 Densidade de Corrente	40
3.3 Circuito Elétrico	41
3.4 Resistência Elétrica	42
3.4.1 <i>O que é Resistência Elétrica?</i>	42
3.4.2 <i>Elementos que Alteram a Resistência:</i>	44
3.4.3 <i>Resistividade</i>	44
3.4.4 <i>Lei de Ohm</i>	45
3.4.5 <i>Resistores</i>	48
3.4.6 <i>Nós, Ramos e Laços</i>	49
3.4.7 <i>Leis de Kirchhoff</i>	50
3.4.9 <i>Resistores em Paralelo (Divisor de Corrente)</i>	53
3.5 <i>Circuito em Malhas Múltiplas</i>	55
3.5.1 <i>Transformação $\Delta - Y$ e $Y - \Delta$</i>	58
CAPITULO 4	60
4.1 METODOLOGIA	60
4.1.1 <i>Identificação do Município</i>	60
4.2 Indicadores de Itupiranga e da escola Albertina Barreiros	60
4.3 Diagnóstico dos Aspectos Econômicos	61
4.4 Aspectos Culturais e Sociais	62

4.5 Identificação da Escola	62
4.6 Objetivos.....	62
4.6.1 Geral.....	62
4.6.2 Específicos.....	63
4.7 Bases Legais	63
4.7.1 Níveis de Ensino Atendido	63
4.8 Questionários Avaliativos.....	64
4.9 Aulas Expositivas.....	65
4.9.1 Roteiros dos Experimentos	66
4.9.2 Relato da Atividade.....	66
CAPITULO 5.....	68
5.1 Resultados e Discursões	68
5.2 Análise das Discussões e dos Instrumentos Avaliativos	70
5.3 Comentários de professores da escola após a realização da atividade.....	77
CAPITULO 6.....	79
6.1 Conclusão.....	79
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL: SOFTWARE DE SIMULAÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS MULTISIM E CONSTRUÇÃO DE PLACA CAPAZ DE MEDIR RESISTÊNCIA EQUIVALENTE.....	82
MULTISIM.....	85
INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL.....	86
PRINCIPAIS FERRAMENTAS.....	89
CONSTRUINDO E SIMULANDO CIRCUITOS.....	90
CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTO USANDO O ARDUÍNO CAPAZ DE MEDIR RESISTENCIA EQUIVALENTE EM CIRCUITOS ELETRICOS.....	94
A plataforma Arduíno	94
Ide do Arduíno	96
Circuito Elétrico.....	96
Associações de Resistores	97
Associação em Série	98
Associação em Paralelo	100
ASSOCIAÇÃO MISTA	102
Circuito impresso	104
DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO PARA MEDIR A RESISTÊNCIA EQUIVALENTE EM CIRCUITOS ELÉTRICOS	105
Primeiro passo.....	107
SOFTWARE.....	111
Código fonte utilizado no experimento	111
DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	113
GUIA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL	114
Etapa I	114
Etapa II	115

APÊNDICE B - ROTEIRO EXPERIMENTAL.....	118
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO APLICADO COM DISCENTES: RESISTORES.	119

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução

1.2 Trajetória profissional

Estudante do 5º período de engenharia elétrica pela UNIFESSPA- Universidade Federal do sul e Sudeste do Pará, tendo cursado as disciplinas de circuitos elétricos I e II, ampliei meus conhecimentos ao estudar as disciplinas, o que me levou ao interesse pela área da física com o envolvimento direto de circuitos elétricos, pela experiência adquirida durante minha vida em sala de aula com atividades experimentais e observando a grande dificuldade detectada nos alunos quanto ao entendimento dos conceitos físicos, principalmente no que diz respeito à parte que trata de circuitos elétricos, vislumbrei buscar uma metodologia facilitadora e acessível capaz de tornar o estudo de circuitos elétricos mais atraentes.

1.3 Início da Proposta

Ao longo da experiência profissional no ensino de Física para alunos do ensino médio notou-se que os alunos apresentam dificuldades na aprendizagem de conteúdos, tanto sobre os aspectos matemáticos quanto sobre os fenômenos estudados. Para mudar esta realidade é importante que ocorra ampla discussão entre os profissionais desta área a fim de encontrar o melhor método de ensino.

É importante que as discussões sejam norteadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e embasada nos métodos mais modernos para o ensino de Física. Este trabalho propõe o método experimental para o ensino de Física a fim de aprimorar a aprendizagem e fazer com que os alunos desenvolvam de fato as habilidades necessárias para a compreensão dos fenômenos estudados.

Neste trabalho é apresentada uma proposta para construção de uma placa de circuitos impressos capaz de medir a resistência equivalente em circuitos em série, em paralelo e em associação mista. Em seguida, apresenta-se uma segunda proposta de aplicação de um conjunto de aulas envolvendo o uso de um simulador virtual Multisim 13.0, para os circuitos construídos, pois, esse tipo de atividade apresenta um grande potencial para o desenvolvimento da aprendizagem devido à metodologia para a demonstração de circuitos elétricos fundamentais que levem o

aluno a um raciocínio sistemático e estruturado quando da utilização de software-elemento de grande poder interativo.

Entende-se a importância da Física para o aprimoramento tecnológico de uma nação e a necessidade lúdica de seus conteúdos para facilitar a sua compreensão – uma vez que a grande maioria dos alunos ainda não desenvolveu por completo o amadurecimento necessário para tal, somando a falta de preparo na formação dos profissionais do ensino, laboratórios desatualizados e o pouco interesse por parte dos alunos para concretizar essa aprendizagem, buscou-se, então, estreitar essa relação com a utilização de uma tecnologia disponível que é o software Multisim 13.0, simulador de circuitos elétricos.

Partindo dessa expectativa, pretende-se demonstrar os mais variados circuitos, com o uso do simulador. Podendo perceber e entender o seu funcionamento e a sua importância, tudo isso numa linguagem simples e acessível, já que o simulador é de simples manuseio.

As simulações de circuitos elétricos podem fornecer embasamento teórico e prático para os alunos, para que eles possam transformar o ambiente de estudo mais próximo, tais como, a família e a comunidade local. Além disso, o uso de um software desperta a curiosidade dos alunos pela Física (XAVIER, 2010, p.76).

Neste contexto, cabem aos professores de Física utilizarem métodos cada vez mais inovadores e envolventes para atrair o interesse dos alunos por essa disciplina com conteúdos tão abstratos. Ferramentas como tablets podem funcionar como elementos motivadores em todo esse processo, mesmo entendendo a dificuldade de aprendizagem em virtude da grande abstração na eletrodinâmica.

Neste trabalho está apresentado um conjunto de recursos que ajudaram no ensino e aprendizagem da disciplina de Física. A abordagem transversal é necessária para permitir que os alunos relacionem os tópicos do abordados no trabalho à vida cotidiana e assim contribuam para um melhoramento do ambiente.

Avanços tecnológicos propiciam através da informática e internet maior envolvimento do aluno com essas novas tecnologias desde muito jovem. Ensejo aos profissionais associados ao ensino de Física utilizarem tão envolvente recurso metodológico para alcançarem os objetivos propostos de forma mais eficaz e interessante e levar o aluno a atingir conhecimentos até então obscuros.

Por que não incorporar toda essa tecnologia em prol da Física e no desenvolvimento de estratégias concretas para nossos alunos? Seria uma conquista

significativa na vida e aprendizagem daqueles que estão em constante busca por esse saber e uma grande motivação para os que ainda não despertaram.

Entre os conteúdos ensinados na Física, especificamente circuitos elétricos dentro da eletrodinâmica é o de mais difícil compreensão para os alunos, devido ao seu alto nível de abstração. No conteúdo de eletricidade tal abstração se mostra mais presente e dificulta ainda mais sua aprendizagem (dificuldades conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminado de linguagem e raciocínios errôneos), apresentados no estudo de circuitos elétricos simples (SILVEIRA, 2011, p.66).

Vale ressaltar que mesmo com a utilização sistemática do laboratório, ainda assim, a compreensão dos conceitos físicos básicos mostra-se ineficaz em algumas situações da aprendizagem. Verificamos que as aulas experimentais baseadas em roteiros são importantes em algumas situações do processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, é perceptível que atividades práticas desenvolvidas em laboratório funcionam como mais um recurso para a compreensão dos circuitos elétricos. Não se pode desconsiderar que tais atividades desempenham um papel muito importante no desenvolvimento das habilidades práticas dos alunos para montar e medir as grandezas elétricas nos circuitos. Porém as concepções alternativas e os conhecimentos previamente adquiridos se mostram influentes sobre o processo de ensino/aprendizagem e imprescindíveis para um ensino que leve à aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

Isso significa dizer que a interatividade do aluno com o instrumento/material pedagógico disponível apresenta-se como facilitadora para apreensão do conteúdo nesse processo. Utilizando-se dos softwares simuladores de circuitos elétricos – tanto em aula expositiva quanto laboratório virtual – professor e alunos podem, durante a simulação, alterar parâmetros do circuito, inserir ou variar valores dos componentes sem a necessidade da troca deles, com a vantagem de ter respostas das variações mais dinâmicas, isto é, flexibilizando mais o lado curioso do aluno sem comprometer o objetivo do experimento (ZACHARIA, 2007, p.27).

Compreende-se que quando os alunos são desafiados com questionamentos pertinentes, que interajam com o experimento virtual, são levados automaticamente a refletir sobre o efeito de suas ações, sobre os resultados encontrados; fazendo com que busquem mais e mais questionamentos e investigações e aprimorem as relações existentes entre as grandezas elétricas básicas de um circuito elétrico simples.

No produto educacional apresentado nesta dissertação, as atividades serão abordadas no contexto do ensino por investigação, essa é uma metodologia de ensino baseada na construção do conhecimento por parte do aluno, por meio da proposição de problemas e questões que devem ser respondidas a partir do debate, discussão e análise dos fenômenos apresentado (CARVALHO, 2013, p.31).

De acordo com Sá *et al.* (2008, p. 113), o ensino por investigação surge como uma estratégia didática, que proporciona atividades centradas no aluno, desenvolvendo, assim, sua autonomia e possibilitando a capacidade de tomar decisões e resolver problemas. Clement *et al.* (2015, p. 117) aponta que “o ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem”. Nesse sentido, no ensino por investigação é necessário a proposição de um problema que desperte o interesse dos alunos e, ao mesmo tempo, seja adequado para tratar os conteúdos que se quer ensinar. O principal objetivo desta estratégia didática é “levar os alunos a pensar, a debater, a justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conceitos teóricos e matemáticos” (AZEVEDO, 2012, p. 20).

Para Borges (2002, p.303), “qualquer ação pedagógica só tem valor se tiver origem no aprendiz e se este tiver pleno controle das ações”. Por isso, os processos educacionais devem considerar as concepções dos alunos como ponto central no processo de aprendizagem.

Existem distintas maneiras de se abordar o ensino por investigação. A forma de se trabalhar irá depender de qual atividade investigativa o professor escolherá. Algumas delas serão detalhadas a seguir.

1.4 Tipos de Atividades Investigativas

Carvalho (2014, p.45) destaca que para uma atividade ser chamada de investigativa ela precisa estar acompanhada de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos. Desta forma a autora propõe quatro possibilidades de se trabalhar com abordagens investigativas: DEMONSTRAÇÕES INVESTIGATIVAS, LABORATÓRIO ABERTO, QUESTÕES ABERTAS E PROBLEMAS ABERTOS. As diferenças de tais abordagens foram resumidamente esquematizadas em um MAPA CONCEITUAL como mostra Figura 1 abaixo.

Figura 1. Mapa Conceitual abordagens investigativas



Fonte: Mourão e Sales (2018)

1.4.1 Demonstrações Investigativas

Chama-se de demonstrações investigativas as atividades que partem da apresentação de um fenômeno ou problema a ser estudado e levam à investigação a respeito desse fenômeno (AZEVEDO, 2012, p. 83).

Segundo Carvalho (2014, p. 117), geralmente, as demonstrações de experimentos em ciências são feitas com objetivo de ilustrar uma teoria, seja ela já estudada ou em estudo.

Nesse aspecto, o professor tem o papel de construir com os alunos a passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno.

Para contribuições da demonstração investigativa no ensino de Física, Azevedo (2012, p. 27) cita: valorização da interação do aluno com o objeto de estudo; possibilidade da criação de conflitos cognitivos em sala de aula; percepção de concepções espontâneas por meio da participação do aluno nas diversas etapas da resolução de problemas; e valorização da aprendizagem de atitudes e não apenas de conteúdo.

Portanto, tem-se que a demonstração investigativa inicialmente se apresenta como um problema aos estudantes, em seguida os estudantes realizam reflexões, elaborando hipóteses para explicá-lo. Por fim, o professor realiza a sistematização dos conhecimentos envolvidos e aborda todos os conceitos necessários para a resolução do problema.

A fim de contribuir com a qualidade do ensino e aprendizagem, assim como a diversificação das metodologias utilizadas em sala de aula, de modo a tornar as aulas de eletricidade mais atrativas para discentes e docentes, portanto no decorrer do trabalho serão apresentados os passos para a construção de um experimento que será montado em uma placa fenólica acoplada ao Arduino. Tal processo possibilitará o aluno medir a resistência equivalente de um circuito elétrico. A intenção é que a proposta possa ser utilizada por professores em suas salas de aula como posta (ou com adaptações), como também possa ser motivadora para que eles desenvolvam suas próprias “soluções” para melhorar a interação professor-aluno e o processo de ensino-aprendizagem.

O material foi dividido em três partes. A primeira constitui-se de uma breve descrição do programa utilizado, o Multisim 13.0, de modo que o leitor e os alunos possam ter uma visão geral do programa e iniciar a construção de simulações com ele. A segunda parte foi de apresentação dos roteiros para uma atividade computacional envolvendo circuitos elétricos; os quais foram aplicados nas turmas terceiro ano do ensino médio. A terceira parte trata-se da construção de uma placa de circuito impresso capaz de medir a resistência equivalente dos circuitos apresentados pelos alunos.

Sabe-se que os problemas com o ensino de Física no ensino médio são bem parecidos, tanto nas escolas urbanas quanto nas escolas situadas em comunidades rurais. Evidentemente são fatores que embora estejam em um mesmo contexto educacional, divergem quanto aos métodos e meios de resolução em função da especificidade de cada grupo escolar.

Por outro lado, na concepção dos docentes, o trabalho prático ou experimental favorece o protagonismo científico e a atitude científica pode ser verificada desde que a reorganização dos conteúdos nessas atividades tenha um caráter motivacional, funcional, instrucional e epistemológico comenta Laburú (2005, p. 164).

Ensinar Física não é tarefa simples. Transpor de forma didática conteúdos providos de abstracionismo como os que envolvem a Física, de fato, não é tarefa nada fácil, além do mais, a transposição didática permeia o saber e suas transformações, o contexto social do estudante e o seu conhecimento prévio a respeito do conteúdo. Alguns questionamentos são importantes nessa discussão: qual Física ensinar? Aquela do cotidiano do aluno e de suas competências ou aquela Física rebuscada de todo formalismo científico?

As respostas dessas indagações permeiam o campo epistemológico e adentram o campo dos saberes. A participação efetiva do professor nesse processo de transposição didática entre os dois campos é imprescindível. Sobre essa transposição didática, Chevallard (1991, p. 16) a define como,

“[...] uma ferramenta que permite recapacitar, tomar distância, interrogar as evidências, por em questão as ideias simples, desprender-se da familiaridade enganosa de seu objeto de estudo. Em uma palavra, permite exercer sua vigilância epistemológica.” (CHEVALLARD, 1991, p. 16).

Como visto, acredita-se que as evidências provenientes de uma transposição didática bem sucedida, especificamente em trabalhos experimentais, aproxima de forma efetiva o conhecimento prévio do discente sobre um determinado conteúdo ao saber científico formal.

Ressalta-se ainda que embora seja importante a transposição didática de determinados conteúdos, isso não significa afirmar que seria a única forma de ensinar Física aos estudantes (PERRENOUD, 1998, p. 23).

Outra área relevante que tem se destacado nos últimos anos no ensino é o uso da Tecnologia da Informação (TI). A importância da tecnologia e da informação no dia a dia das pessoas é indiscutível. Quando se compara a geração atual com a geração anterior, observa-se o quanto a geração atual interage com as tecnologias de um modo geral. A propósito,

“Os estudos e pesquisas que temos realizado nos últimos 20 anos sobre a interação das crianças e dos jovens com as tecnologias digitais nos permitem comprovar que uma nova inteligência está se desenvolvendo nas novas gerações que crescem incluídas na cultura digital.” (SEABRA, 2010, p. 2).

O pensamento acima reforça a ideia indissociável de que o ensino precisa caminhar lado a lado com a tecnologia, além do mais,

“Fazer uso de um ambiente de ensino e aprendizagem com o empoderamento das novas tecnologias, em prol de estratégias de ensino e aprendizagem que possibilitem extrair as potencialidades do aluno, ainda é desafiador para a grande maioria dos docentes.” (CRONEMBERG *et al*, 2017, p.2).

Evidentemente, é claro que há uma dicotomia de interesses: de um lado, alunos ávidos por algo novo - com aulas dinâmicas, e do outro, professores que embora sejam suscetíveis ao novo, ao interativo, não se empoderam das práticas e metodologias inovadoras de ensino, as vezes por receio, ou mesmo por desconhecimento.

Nesse escopo, a utilização de microcontroladores em experimentos torna-se aliada da prática docente, é óbvio que por si não contempla toda a magnitude do processo cognitivo envolvido, porém, auxilia-o significativamente.

Dentre as várias opções disponíveis no mercado de placas microcontroladoras destaca-se, em função do custo acessível, a placa Arduino, por esse motivo, a escolha em desenvolver o kit experimental utilizando-a. Estas permitem a leitura simultânea de dezenas de sensores – analógicos ou digitais através de um sistema de multiplexação (MARTINAZZO *et al*, 2014, p. 24).

Outro ponto relevante é a facilidade em explorar os dados lidos pelos sensores e a visualização através de *displays*, tornando a análise dos dados advindos dos experimentos extremamente simples – outras particularidades sobre o Arduino serão apresentadas ao longo dos capítulos seguintes da dissertação.

Com base, nas dificuldades apontadas ao ensino de Física e nas possíveis soluções apresentadas, neste trabalho propõe-se:

- ✓ Desenvolver e aplicar kit experimental com uso da plataforma Arduino aos professores do Ensino Médio como estratégia de ensino abordando os conceitos nos campos da Eletrodinâmica (Tensão e Corrente Elétrica).
- ✓ Utilizar o kit experimental respectivamente, na terceira série do ensino médio.
- ✓ Verificar a eficácia do experimento e da metodologia aplicada por intermédio de questionários avaliativos.

O texto dissertativo inicia-se com este capítulo introdutório. No capítulo 2, apresenta-se uma revisão de literatura sobre o tema e os aspectos relevantes quanto ao uso de tecnologias aplicadas ao ensino de Física, sobre microcontroladores Arduino aliados ao ensino experimental. No capítulo 3, aborda-se sobre a fundamentação teórica do trabalho, destacando-se as teorias de ensino ou de aprendizagem que subsidiam pedagogicamente a proposta. No capítulo 4, apresenta-se a proposta didático-metodológica aplicada quando da implementação do produto educacional. A análise do discurso e os resultados dos questionários avaliativos e demais discussões serão apresentados no capítulo 5 do trabalho. Por fim no capítulo 6, integram-se as considerações finais da pesquisa, relato dos alunos e outras considerações relevantes.

Buscou-se desenvolver com este material algo que seja compacto objetivo, e com uma linguagem acessível e de fácil manuseio, que servirá para professores que estão em sala de aula.

1.5 Objetivos

1.5.1 Gerais

Desenvolver e aplicar uma proposta de atividades de ensino investigativa, baseada em um software simulador de circuitos elétricos e verificar as concepções alternativas (intuitivas ou espontâneas) dos alunos sobre corrente elétrica. Mais especificamente, mostrar a relação entre as grandezas elétricas tensão, corrente e resistência, explorando os conceitos de queda de tensão e diferença de potencial em circuitos elétricos simples, além de investigar a efetividade da proposta de ensino com uso de software Multisim, simulador de circuitos elétricos.

Construir a placa de circuito impresso, para que o alunado, por intermédio dos experimentos, consiga manifestar suas dúvidas e também o conhecimento empírico sobre o tema (trazidos de fora do ambiente escolar), ou seja, a sua bagagem cultural, seu conhecimento de mundo e relacionar as experiências vividas em sala de aula com sua realidade.

1.5.2 Específicos

- ✓ Subsidiar os professores por meio do produto educacional e instrumentos didático-metodológicos com intuito de auxiliá-los em sua prática docente;
- ✓ Promover o protagonismo dos estudantes quanto ao desenvolvimento de uma cultura científica, computacional e experimental;
- ✓ Colaborar com a melhoria do ensino, em especial, o ensino de Física da Rede Pública do Estado do Pará;
- ✓ Tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas;
- ✓ Proporcionar à instituição de ensino uma nova ferramenta metodológica.

CAPITULO 2

2.1 Pressupostos Teóricos

2.1.1 Experimentação no Ensino de Física

Este capítulo apresenta, do ponto de vista pedagógico, a problemática do professor em sala de aula e a importância da utilização de ferramentas alternativas para o ensino, uma vez que práticas inovadoras tendem a facilitar o processo de ensino-aprendizagem, busca também contribuir como um instrumento metodológico dentro da reorganização dos conteúdos de Física, tanto no ensino médio, quanto no ensino fundamental, em torno do documento preliminar da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), divulgado recentemente pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC).

Abordar-se-á a experimentação e seu impacto no ensino de Ciências, potencialidades e dificuldades quanto a sua implementação nas escolas; é apresentado um breve comentário sobre o processo interacionista das novas tecnologias aliadas ao desenvolvimento cognitivo e a construção do conhecimento escolar. Além de uma exposição sobre a plataforma Arduino, tais como características técnicas, aplicações; bem como sobre o software de simulação Multisim 13.0, por fim sua utilização como uma ferramenta potencial no ensino de circuitos elétricos no terceiro ano do ensino médio.

No que se refere às atividades experimentais ou experimentação aplicada ao ensino de Física, na literatura existem à disposição inúmeros artigos, teses e publicações. Alguns pontos são primordiais para um entendimento mais amplo a respeito desse tema. O primeiro deles refere-se à experimentação como um mecanismo mediador pedagógico que de certa forma une o conhecimento prévio do discente, mesmo que de maneira subjetiva, a uma situação concreta, real, que ele tenha vivenciado em um dado momento. Contudo, a experimentação em hipótese alguma não pode desvincular-se da fundamentação teórica de aprendizagem, ou seja, realizar experimentos não vinculados a uma teoria de ensino não contribui para o desenvolvimento cognitivo do estudante, esse é o segundo ponto. Nesse aspecto,

[...] a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista”. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Física. As atividades experimentais poder ser realizadas na sala de aula, por demonstração em visitas e por outras

modalidades. Qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós-atividade, visando à construção dos conceitos. Dessa forma, não se desvinculam “teoria” e “laboratório”. (NASCIMENTO, 2010, p. 40).

E por fim, o terceiro ponto refere-se ao fato de que hoje em dia urge a necessidade da inserção e utilização de novos recursos tecnológicos ao ensino, que por intermédio de estratégias diversificadas ou de recursos educacionais para a sala de aula. Pois, obviamente, o aluno não se sente totalmente confortável em assistir uma aula com a metodologia tradicional de ensino – giz e lousa apenas – além disso, sabe-se que o uso de computadores e softwares melhoram a aprendizagem significativamente, estudos comprovam estes resultados. Por outro lado, o professor necessita compreender os métodos inovadores de ensino que possibilitem facilitar o processo de ensino e o aperfeiçoamento de sua prática docente.

“Os alunos já não se satisfazem apenas com aulas expositivas de Física e anseiam por mais e os professores estão angustiados diante da evolução tecnológica e da mudança comportamental de seus alunos que estão irrequietos com as aulas tradicionais”. (MARTINAZZO *et al*, 2014, p.22).

Ressalta-se ainda que a utilização de computadores ou microcontroladores como o Arduino possibilita a automatização do processo de coleta dos dados experimentais de uma determinada atividade por intermédio da mensuração dessas informações, a exemplo a resistência, corrente e tensão, isto é, uma gama de conteúdos pode ser analisada. Conseqüentemente, essa análise agrega ao estudante a possibilidade de fazer correlações, comparações e instigações a respeito do fenômeno observado no experimento. A esse respeito,

“A introdução da metodologia experimental de aquisição de dados por computador representa a possibilidade real de uso das técnicas de análise estatística de dados experimentais. Além da melhoria da precisão dos resultados, a redução no tempo de coleta de dados e a rápida representação dos mesmos na forma de gráficos, permitem criar no laboratório de Física um ambiente de construção do conhecimento físico. O estudante pode observar o fenômeno, predizer o resultado, isto é, formular hipóteses, rapidamente comparar os resultados obtidos com os previstos pelo modelo teórico, explicar possíveis diferenças entre o previsto e o observado e ainda, reformular suas hipóteses, fazer ajustes experimentais e testá-las novamente.” (CAVALCANTE *et al*, 2011, p. 45).

No decorrer do trabalho, a automatização de coleta de dados dos experimentos será realizada por intermédio da plataforma Arduino. Existem diversos modelos de plataformas e que são utilizadas nas mais variadas áreas do conhecimento inclusive na área do ensino, entretanto, o Arduino se destaca em

função do baixo custo, facilidade de programação e versatilidade quando comparado aos “kits prontos” disponíveis no mercado. Além disso, utilizar o microcontrolador propicia aos alunos as mais diversas aplicações dos mais variados temas da Ciência, permite que os estudantes desenvolvam o protagonismo científico uma vez que lhes é permitido realizar novos experimentos, implementar novas ideias e desenvolver procedimentos práticos nas aulas desde que compreendam o básico de uma linguagem de programação em C++.

2.1.2 Algoritmo e logica de programação

Quando queremos criar ou desenvolver um software para realizar determinado tipo de processamento de dados, devemos escrever um programa ou vários programas interligados. No entanto, para que o computador compreenda e execute esse programa, devemos escrevê-lo usando uma linguagem que tanto o computador quanto o criador de software entendam. Essa linguagem é chamada de linguagem de programação (ASCENCIO E CAMPOS, 2008).

Linguagem de programação

Uma linguagem de programação é uma um conjunto de regras sintáticas e semânticas usadas para definir um programa de computador (WIKIPEDIA, 2010). Os conjuntos de palavras, composto de acordo com essas regras, constituem o código fonte de um software.

Linguagens de programação são importantes para que programadores e engenheiros de software possam escrever programas mais organizados e com maior rapidez. Elas também tornam os programas menos dependentes de computadores ou ambientes computacionais específicos. Isso porque os programas escritos podem ser traduzidos para o código de maquina do computador ou do ambiente específico onde será executado. (Wikipedia, 2010).

2.1.3 Indústria 4.0

O conceito de indústria 4.0, é uma visão de fabrica do futuro, embasado na ideia de que as em presas poderão criar redes inteligentes para controlar os módulos da produção de forma autônoma, conectando maquinas, ativos e sistemas. Em outras palavras, os sistemas fabris inteligentes terão autonomia para agendar manutenção de maquinas, prever erros e falhas na produção e capacidade de se adaptar à mudanças não planejadas (SCHWAB, 2016, p. 23).

Em 2011, na feira de Hannover na Alemanha, surgiu o conceito de indústria 4.0. De início, envolveu acadêmicos, universidades, algumas empresas e o governo, com a ideia de modernizar e aperfeiçoar ainda mais as indústrias locais. Com o tempo se difundiu por outros países e está chegando ao Brasil: Essa nova fase resulta da incorporação de um grande conjunto de tecnologias digitais, que se combinaram para criar novas oportunidades. A indústria 4.0 faz com que as empresas repensem seus conceitos e estratégias de negócios e busquem conhecimentos tecnológicos que possam integrá-las aos mais diversos setores. Elas precisam estar preparadas para conviver com tecnologias como inteligência artificial, robótica, nanotecnologia, impressão 3D e biotecnologia. (Confederação Nacional da Indústria, 2016).

Klaus Schwab, fundador do fórum Econômico Mundial, defende uma nova revolução tecnológica e explica que a indústria 4.0 irá requerer profissionais com um perfil diferente dos exigidos pela indústria 3.0, deixando claro que a medida que a automação da produção for tomando espaço haverá um deslocamento dos trabalhadores junto as tecnologias usadas no processo de produção (SCHWAB, 2016, p. 11).

Sabe-se que as tecnologias despertam interesses nos alunos e ajuda-os a desenvolverem suas competências e habilidades, entretanto, a sua inserção deve ser bem planejada. Destarte, a implementação das novas tecnologias ao ensino devem ser realizadas de forma planejada de modo que possam servir como uma ferramenta que possibilite a comunicação entre os profissionais da escola e membros externos a ela. Como afirma Valente (2009, p.37) a sociedade do conhecimento necessita de estudantes com formação e habilidades para lidar com as novas tecnologias.

2.2 Simulações

Para Melo e Hosoume (2010, p 56), uma maneira de concretizar o objetivo de proporcionar uma aprendizagem realmente significativa é levar a realidade para a escola. Nesse sentido, acredita-se que a melhor maneira de aprender Física é desenvolver atividades de simulações nas aulas de ciências/Física.

O leque de possibilidades para o ensino da Física é muito diversificado e riquíssimo. Com isso, este trabalho apresentará um histórico sobre o Multisim, que é um software de simulação de circuitos elétricos.

A realização de atividades de simulação de circuitos elétricos com os alunos de 3º ano do ensino médio tem como finalidade não só, ir ao encontro das exigências do currículo, mas também estimular, apoiar o ensino nas atividades extracurriculares.

Partindo dessa expectativa, pretende-se demonstrar os mais variados circuitos, com o uso do simulador. Isso ajudará o aluno a perceber e entender o seu funcionamento e a sua importância, tudo isso numa linguagem simples e acessível, já que o simulador é de simples manuseio.

As simulações de circuitos elétricos podem fornecer embasamento teórico e prático para os alunos para que eles possam transformar o ambiente de estudo mais próximo, tais como, a família e a comunidade local. Além disso, o uso de um software desperta a curiosidade dos alunos pela Física (XAVIER, 2010, p 94).

Neste trabalho será apresentado um conjunto de recursos que servirá como nova metodologia de ensino e aprendizagem. A abordagem transversal é necessária para permitir que os alunos relacionem os tópicos do software à vida cotidiana e assim contribuam para um melhoramento do ambiente.

2.3 Multisim

O Multisim é um pacote de simulação de circuitos interativos, este permite que o usuário possa analisar o seu circuito de forma esquemática e também permite a medição dos diferentes parâmetros do circuito. A capacidade para criar um esquema rapidamente e em seguida, analisar o circuito por meio de simulação faz do Multisim uma ferramenta extraordinária para alunos de engenharia e profissionais, otimizando o processo de aprendizado durante o estudo da eletrônica. Além disso, tem grande procura em análise de circuitos devido à utilização dos mesmos conceitos necessários à implementação de um circuito físico em laboratório, possibilitando conversões e análises mais detalhadas dos circuitos eletrônicos.

Esse software realiza simulações de montagem de circuitos impressos eletrônico, e nele estão contidos os elementos e ferramentas necessárias para a montagem de circuitos impressos como resistores, capacitores, diodos, transistores, portas lógicas digitais, circuitos integrados (CI's) com circuitos já montados e prontos e demais elementos. O simulador possui uma biblioteca com mais de 16.000 componentes que podem ser utilizados e todos os componentes de dados podem ser encontrados com facilidade e podem ser utilizados sem problema algum num

mesmo circuito. Outra qualidade do Multisim que deve ser levada em consideração é o fato de que os componentes podem ter seus valores mudados instantaneamente num projeto, apesar de estar durante uma simulação, e permite ao projetista ver o que está acontecendo.

Inteiramente grátis, o software é disponibilizado aos que se enquadrarem nas exigências (veja no site) havendo versões para profissionais (grátis) e para acadêmicos (professores). A versão para professores é paga.

(TUTORIAL MULTISIM in: docpleyer.com.br).

2.4 Desenvolvimento do Software

Originalmente, o software foi denominado Eletrônica Workbench, sendo criado por uma empresa chamada Interativos Tecnologias de Imagem. Foi utilizado inicialmente como ferramenta educacional para ensino técnico e programas de engenharia em faculdades e universidades. Uma versão do Multisim foi voltada para o legado educacional, com características desenvolvidas para eletrônica de ensino pela *National Instruments*. Em 1999, foi introduzido com Multisim Ultiboard, depois a empresa original se fundiu como o *Ultimate Technology*, que é uma empresa de software de layout de PCB. A Interativos *Technologies* imagem foi adquirida pela *National Instruments* Eletronica Workbench Group em 2005 e o Multisim foi nomeado para NI Multisim. (TUTORIAL MULTISIM. docpleyer.com.br).

2.5 Considerações Gerais sobre a Base Nacional Comum Curricular

A construção de uma base nacional comum curricular é uma indicação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), que buscou a retomada nas diretrizes curriculares nacionais (DNC) de 1998, e depois nas diretrizes Nacionais curriculares de 2012. Nesse ínterim, está ainda prevista e é elemento integrante do Plano de Educação Nacional (PNE) e seus objetivos para os próximos 10 anos. Entretanto seria muito relevante fazer um esclarecimento no sentido de que o desejo dessa base nacional comum.

É importante levar em consideração como a diversidade de contextos de escola e educacionais que hoje existem no país pode, de forma particular, comprometer a presença dos professores formados em Física na maioria das escolas. Nesse sentido, um currículo mais amplo ideal teria pouca possibilidade de

ser levado em consideração de forma universal em caráter de escala de tempo para as demais metas do Plano Nacional de Educação (PNE). Muito ao contrário do que se pensa, no currículo pequeno é essencial e deveria favorecer uma construção cada vez mais gradativa de objetivos mais complexos, mas que ainda são essenciais para um programa ao longo de anos.

Ao vermos a proposta para a área de Física, especialmente para o ensino médio, verifica-se uma intenção voltada para a construção de um currículo mais bem elaborado de forma compatível com os espaços escolares dos tempos atuais, mas que dificilmente poderiam ter formas mais desenvolvidas para os mesmos nas melhores escolas brasileiras.

Dessa maneira, as escolas não teria condições de conseguir atingir a elaboração de um currículo mais estruturado, que é uma das finalidades propostas, junto ao Plano Nacional de Educação (PNE), ou ainda que tenha sido construído de uma maneira bem estruturada e contemplado a contemporaneidade. Além disso, é de fundamental importância que estejam bem delineadas na proposta das bases curriculares nacionais comuns os que são as atividades complementares, bem como indicadores mínimos e como elas devem acontecer. O nosso objetivo é saber da inexistência desses indicativos, que sugerem uma infinidade de conteúdos, no caso da Física que não pode ser atendida com atual carga horária que esta disciplina contempla nas escolas. Desse modo, e considerando a variedade mencionada, parece mais apropriado a opção de uma base que informe um currículo mínimo e de menor amplitude, com orientações claras e não dúbias, sinalizando principalmente a seleção mínima de conteúdos possíveis e os objetivos pretendidos em seus graus e níveis de formações.

Além de tudo o que já foi exposto sobre o ensino de Física, cabe acrescentar que deve se considerar que é a probabilidade de uma linguagem mais simples e clara, de forma que o encaminhamento dos documentos para as ações possam ser compreendidos melhor pelos destinatários professores, deve, especialmente, validar com um ensino e com a qualidade da disciplina. Esse formato é sem dúvida uma tarefa não muito fácil; de fato é, ao contrário do que muitos imaginam, um grande desafio. No caso da área da Física isso implicaria em reutilizar a mão da abrangência quase enciclopédica e concentrar-se em número menor de temas de estudo com um elevado aprofundamento dos objetivos pretendidos selecionando um grande rol de possibilidades.

2.6 As Ciências da Natureza: Considerações Gerais, Objetivos e Possibilidades de Articulações entre Disciplinas.

O documento da BNCC mostra que a área de Ciências da Natureza (BRASIL, ANO 2000, p. 166-170), destaca a sua relevância enquanto conteúdo curricular, levando em consideração a importância de temas Ciência e Tecnologia (C&T) nas sociedades modernas.

Os quatro eixos da proposta – conceitual, contextual, investigativo e de linguagem – são mostrados ali de maneira correta, bem como os objetivos gerais da área (BRASIL, ANO 2000, p.170). Existe coerência entre os objetivos e os temas da proposta. Entretanto, parece que a lista de objetivos (8 no total) é por demais genérica. As finalidades da área de ciências da natureza merecem uma análise mais profunda, dado a centralidade que deveriam assumir, resumindo-se em número de 3 ou 4.

Porém, dando garantia de sua sinalização de maneira efetiva no decorrer da Educação Básica, destacam-se aqueles que precisariam receber, em cada fase, mais atenção dos docentes. Outro aspecto que deveria receber atenção são os objetivos gerais da área (BRASIL, ANO 2000, p.170), os objetivos da área do Ensino Fundamental e os objetivos da área para o Ensino Médio. Em certos casos, os objetivos parecem os mesmos, somente apresentando o enunciado de outra maneira. Entretanto, era de se esperar que fossem indicadas as ligações da Física com as demais áreas do conhecimento, tais como entre a Física e a Matemática; e entre a Física e as Ciências Humanas.

2.7 O Conhecimento de Física na BNCC

2.7.1 A Física no Ensino Médio

Nos anos finais do Ensino Fundamental, em relação ao ensino de Ciências, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece que “os alunos são capazes de estabelecer relações ainda mais profundas entre a ciência, a natureza, a tecnologia e a sociedade”. Nesse sentido, a Física participa dos conteúdos previstos para Ciências da Natureza e suas Tecnologias expandindo o campo de conhecimento dos estudantes com o desenvolvimento de alguns assuntos previstos nas unidades temáticas “Terra e Universo” e “Matéria e Energia”.

A física é um dos mais importantes componentes curriculares que o aluno estudará ao longo do Ensino Médio. Para que esse ensino seja efetivo e de qualidade é preciso que o processo conheça os objetivos da área de Ciências da Natureza no Ensino Médio, a organização do Currículo proposta pela BNCC e os conteúdos de física que são estudados e a vida prática das pessoas e dê dinamicidade para as aulas, uma vez que a própria física é dinâmica

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (2016, p. 584-585), a área de ciências da natureza no Ensino Médio possui os seguintes objetivos: Apropriar-se da cultura científica como permanente convite a dúvida, reconhecendo-a como um empreendimento humano, portanto, histórico e social, e considerando seus princípios como sínteses provisórias de uma construção ininterrupta; Mobilizar e relacionar conhecimentos da Biologia, Física e Química para a leitura do mundo; Mobilizar conhecimentos científicos para emitir julgamentos e tomar posições a respeito de situações e problemas de interesse pessoal e social, relativos as interações da ciência na sociedade; Interpretar e discutir relações entre a ciência, a tecnologia, o ambiente e a sociedade no contexto local e global; Apreciar atividades relacionadas a investigações científicas como exercício de fruição e formação cultural; Mobilizar e avaliar procedimentos de investigação, com vistas a propor soluções para problemas que envolvem conhecimentos científico; Desenvolver senso crítico e autonomia intelectual, apoiando-se em conhecimentos das Ciências da Natureza, no enfrentamento de problemas e na busca de soluções, visando a atuar na sociedade e na construção da cidadania; Compreender o uso do discurso científico para valorizar e desvalorizar saberes, práticas e grupos sociais.

Fazer uso de modos de comunicação e de interação para aplicação e divulgação de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (2016, p. 589-585), os conteúdos de física no Ensino Médio estão organizados em seis Unidades Circulares:

- ✓ Unidade curricular 1 – Movimentos de objetos e sistemas;
- ✓ Unidade curricular 2 – Energias e suas transformações;
- ✓ Unidade curricular 3 – Processos de comunicação e informação;
- ✓ Unidade curricular 4 – Eletromagnetismo – materiais e equipamentos;
- ✓ Unidade curricular 5 – Matéria e radiações – constituição e interações;
- ✓ Unidade curricular 6 – Terra e universo – formação e evolução.

No que se refere diretamente ao ensino de física, nos moldes da BNCC, foram equitativamente distribuídos no ensino fundamental, integrando a área de Ciências da Natureza. No ensino médio, a disciplina de física também está integrada a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, juntamente com as disciplinas de Química e Biologia (BRASIL, 2018).

Segundo Mozena e Ostermann (2016) a versão final da BNCC a disciplina de física, configura-se na apresentação de unidades curriculares, tais como, movimentos de objetos e sistemas, energias e suas transformações, processos de comunicação e informação, eletromagnetismo, materiais e equipamentos, matéria e radiação – constituição e interações, terra e universo – formação e evolução.

Neste sentido, verifica-se, que ainda prevalecem as listas de conteúdos tradicionais, que segundo Zanatta *et al* (2016) não foca na construção social do conhecimento, na diversidade e interdisciplinaridade.

CAPITULO 3

3.1 Conceitos de Física 3

As teorias de circuitos elétricos e Eletromagnetismo são duas teorias fundamentais sobre as quais todos os campos da engenharia elétrica se baseiam. A proposta deste trabalho tem como princípio a teoria dos circuitos elétricos, a qual é valiosa para os alunos que pretendem se especializar em áreas de ciências físicas, pois, os circuitos são um excelente modelo para estudo de sistemas de energia em geral e também por ter envolvidas Matemática aplicada, Física e Topologia. Este capítulo discorrerá sobre a Física de circuitos elétricos que contém apenas resistores e fontes. O trabalho limita-se a circuitos nos quais as cargas se movem sempre no mesmo sentido, conhecidos como circuitos de corrente contínua ou circuitos cc. (ALEXANDER, 2013, p. 4).

Freire (1995, p. 82) afirma que com respeito à cultura do aluno, à valorização do conhecimento que o educando traz, enfim, um trabalho a partir da visão do mundo do educando é sem dúvida um dos eixos fundamentais sobre os quais deve se apoiar a prática pedagógica de professores e professoras. Portanto, o ensino-aprendizagem de Física deve ultrapassar a condição de mera reprodução de conteúdos sem significados para o educando.

A maneira de transmitir o conteúdo é de extrema importância à boa relação entre professor e aluno, pois, o professor é o mediador do conhecimento. Segundo Bini (2005, p.18) o professor precisa aprender que a qualidade de seu ensino está na qualidade de sua comunicação [...]. Um professor pode conhecer muito sobre sua matéria, mas a forma como ela é transmitida é que faz a diferença. Portanto, é essencial que haja uma sintonia entre o professor e o aluno, para que este aprenda com facilidade o conhecimento que esteja sendo repassado pelo professor.

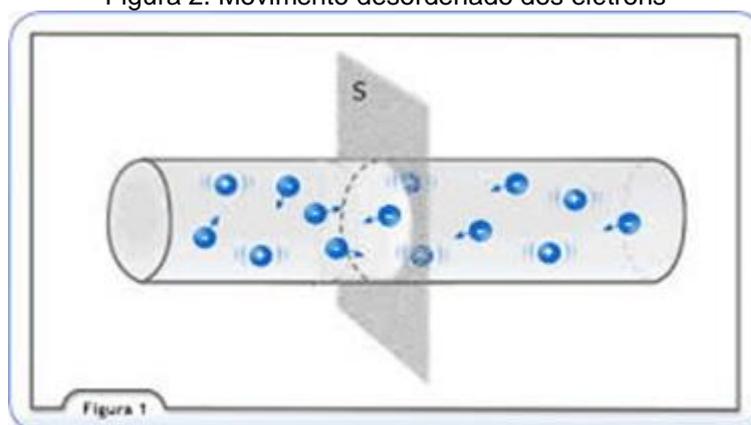
3.1.1 Corrente Elétrica

Os elétrons livres de um corpo condutor metálico isolado, tal como um fio de cobre de um dado comprimento (Figura 2), estão em movimento caótico, assim como as moléculas de um gás contido num recipiente. Não possuem um deslocamento líquido em direção nenhuma ao longo do fio. E se um plano imaginário cortasse o fio, a frequência com que os elétrons o atravessariam seria a mesma da

direita para a esquerda ou caso contrário, sua fluidez total pelo plano seria, portanto, nula. Suponhamos agora que o intervalo de tempo da observação seja grande o suficiente para que as pequenas flutuações estatísticas no número de elétrons atravessando o plano sejam quase nulas. Em certos casos as flutuações podem ser relevantes. Pois, em algumas situações contribuem para que haja ruído elétrico nos circuitos (RESNICK; HALLIDAY; KRANE, 1996).

Considerando o fluxo de cargas elétricas, e ocorrendo que o condutor da Figura 2 está carregado ou descarregado, não haverá deslocamento líquido de carga no seu interior. Na falta de um campo externo aplicado, não há campo elétrico algum no interior do condutor ou paralelo à sua superfície. Apesar de haver uma grande quantidade de elétrons disponíveis que podem conduzir, nenhuma força atua sobre eles, portanto, não haverá deslocamento de cargas.

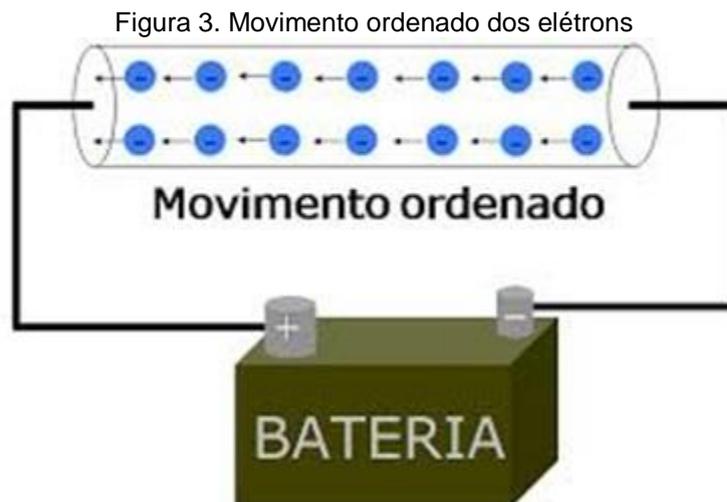
Figura 2. Movimento desordenado dos elétrons



Fonte: sliderplayer.com.br¹

Na Figura 3, uma bateria foi ligada às extremidades do corpo condutor. Se a bateria mantiver uma diferença de potencial V e o comprimento do fio for L , assim haverá um campo elétrico de módulo V/L que será criado no interior do condutor. Este campo elétrico E , atuará sobre os elétrons, fornecendo-lhes um movimento resultante no sentido oposto a E . Se a bateria pudesse manter essa diferença de potencial as cargas continuariam a circular indefinidamente. Porém, na realidade, uma bateria poderá manter a corrente somente durante o tempo suficiente para converter energia química em elétrica; após certo tempo, a fonte de energia da bateria acabará, e a diferença de potencial não poderá mais ser mantida.

¹ Disponível em: http://uab.ifsul.edu.br/tsiad/conteudo/modulo1/fis/fis_uc/at1/01.html, Acesso em: 26 de jun. de 2019.



Fonte: sliderplayer.com.br²

Portanto, se uma carga líquida dq passa através de qualquer superfície num intervalo de tempo dt , dizemos que foi estabelecida uma corrente elétrica em que:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

Assim, para uma corrente em um fio, dq é a carga que passa através de uma seção transversal em um intervalo de tempo dt .

Observa-se que é preciso haver o escoamento de uma carga resultante dq para que se estabeleça a corrente. A Figura 2 mostra que quando um número igual de elétrons atravessa o plano em ambas as direções a corrente é nula; apesar de existir um número considerável de elétrons passando através do plano. Como outro exemplo, o escoamento da água em uma mangueira de jardim, não ocorre de acordo com essa definição, dá origem a nenhuma corrente elétrica porque as moléculas eletricamente neutras carregam quantidade iguais de carga positivas e negativa através do escoamento; dessa forma, o deslocamento resultante é nulo. A unidade SI de corrente é o ampère (abrevia-se A), assim temos que:

$$1 \text{ ampère} = 1 \text{ coulomb/segundo}$$

Pois o ampère é a unidade fundamental. A carga líquida que atravessa a superfície em qualquer intervalo de tempo é encontrada integrando-se a corrente:

² Disponível em: [http:// uab.ifsul.edu.br/tsiad/conteudo/modulo1/fis/fis_uc/at1/01.html](http://uab.ifsul.edu.br/tsiad/conteudo/modulo1/fis/fis_uc/at1/01.html), Acesso em: 26 de jun. de 2019.

$$q = \int i dt \quad (2)$$

Se a corrente é constante no tempo, então a carga que escoou em um tempo t determina a corrente i de acordo com:

$$i = \frac{q}{t} \quad (3)$$

Esta observação aplica-se a correntes constantes no tempo; as que variam com o tempo não serão estudadas neste trabalho. Suponhamos que, em condições estacionárias, a carga não se acumula ou desaparece em nenhum ponto do nosso condutor ideal.

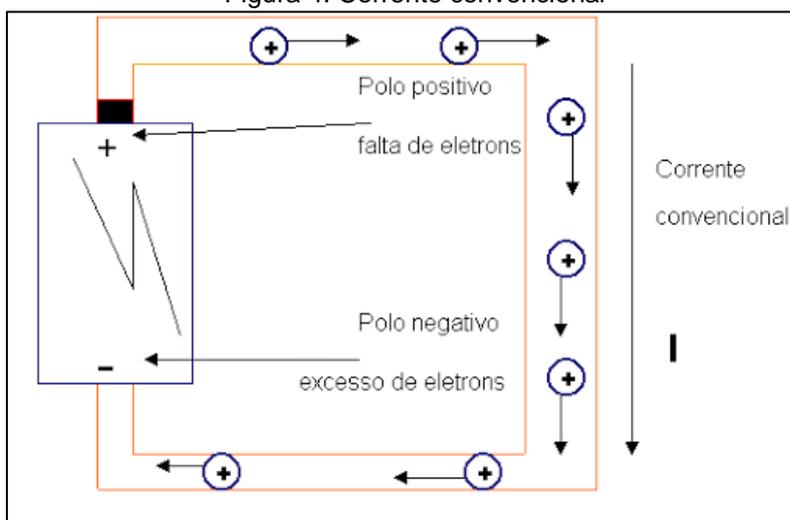
Concluimos que a taxa com que o fluido escoou por meio de qualquer seção reta seja, mesmo que esta seção varie o fluido escoou mais rápido onde o cano é mais fino e mais devagar nos locais em que seu diâmetro aumenta, contudo a taxa volumétrica de escoamento, que pode ser medida em litros/segundo, fica constante. Da mesma forma, a corrente elétrica é a mesma em todas as seções de um condutor, mesmo que a área da seção seja diferente em diversos pontos (RESNICK; HALLIDAY; KRANE, 1996).

3.1.2 Sentido Real e Sentido Convencional da Corrente Elétrica

Quando os estudiosos começaram a desenvolver seus estudos iniciais e observações sobre a corrente elétrica, eles supunham que ela era constituída pelo movimento de um fluido elétrico positivo. O circuito da Figura 5 mostra esse fluido se deslocando de seu polo positivo para o negativo, ou seja, em sentido contrário ao movimento dos elétrons.

Apesar dos metais serem portadores de cargas, quer sejam elétrons, em condutores gasosos (plasmas) ou eletrolíticos em que a carga é transportada por íons positivos, íons negativos, ou pelos dois, necessitamos de uma convenção para denominar a direção da corrente. Pois, cargas de sinais opostos se movimentam em sentidos opostos em certo campo elétrico. Dessa forma, uma carga positiva movendo-se em uma direção, é equivalente, para quase todos os efeitos externos, a uma carga negativa movendo-se em direção oposta.

Figura 4. Corrente convencional

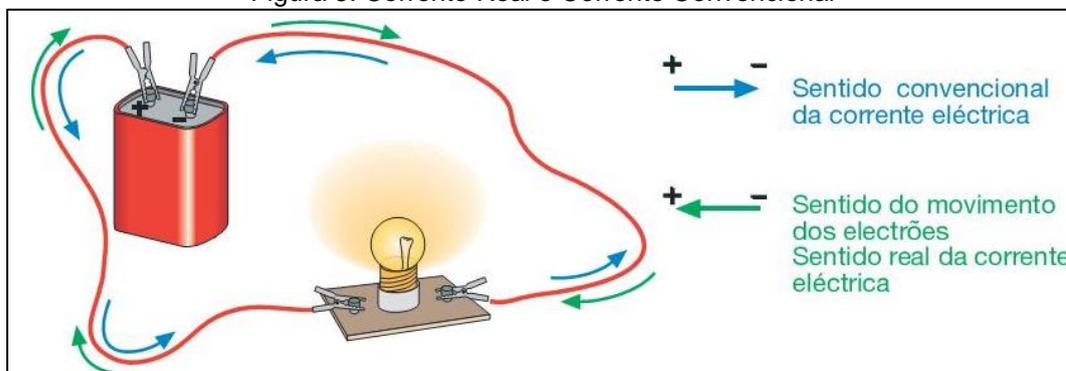


Fonte: www.etelg.com.br³

No século XX, ao ser verificado que nos metais a corrente são formada pelo movimento de elétrons, os cientistas já estavam habituados a trabalhar no sentido de movimento de cargas positivas. Com a finalidade de se evitar transtornos, eles concordaram que seria conveniente continuar a adotar essa corrente imaginária, de cargas positivas, para substituir a corrente de elétrons. Isso é possível, pois, averiguou-se que as duas correntes são equivalentes. Desta forma, o sentido da corrente elétrica é aquele em que se movem as cargas positivas, mesmo que sejam portadores negativos, a uma corrente imaginária. (RESNICK; HALLIDAY; KRANE, 1996, p. 99).

Essa corrente imaginária, de cargas positivas, é denominada **corrente convencional**. Na Figura 5 abaixo temos o sentido da **corrente real** e convencional:

Figura 5. Corrente Real e Corrente Convencional



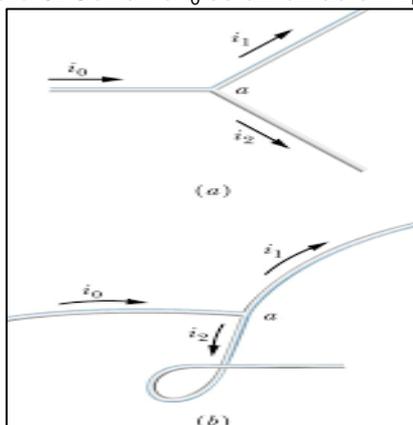
Fonte: www.etelg.com.br⁴

³Disponível em: <http://www.etelg.com.br/downloads/eletronica/cursos/Aulas/corrente%20eletrica.html>, Acesso em: 26 de jun. de 2019.

Apesar de, em muitas situações, fazermos a análise do circuito elétrico fazendo uma imagem do sentido da corrente sem a preocupação em averiguar se os portadores de carga são os positivos ou os negativos, em casos extremos devemos considerar os portadores de cargas.

Apesar da direção e um sentido ligados a ela, a corrente elétrica é uma grandeza escalar. A seta que fizemos para indicar o sentido da corrente discorre apenas sobre o sentido do escoamento da carga por meio do fio e não pode ser confundida como vetor. Portanto, a corrente elétrica não obedece às leis de adição vetorial, como podemos ver na Figura 6, a corrente i_0 se dividindo em i_1 e i_2 no fio a tais que $i_0 = i_1 + i_2$. Ao mudar a direção dos fios não se altera a maneira como as correntes são adicionadas, como ocorreria se elas obedecessem à lei da soma de vetores.

Figura 6. Corrente i_0 se dividindo em i_1 e i_2



Fonte: paginapessoal.utfpr.edu.br⁵

3.2 Densidade de Corrente

A corrente i é uma característica de um corpo condutor particular. É uma quantidade macroscópica tal como a massa e o volume de um objeto ou o comprimento de um fio. Uma grandeza macroscópica está relacionada ao que chamamos de densidade da corrente J . Portanto, trata-se de uma grandeza vetorial, característica de um ponto no interior de um corpo condutor de eletricidade, e não condutor como um todo. Assim, se a corrente estiver distribuída uniformemente por

⁴ Disponível em: <http://www.etelg.com.br/downloads/eletronica/cursos/Aulas/corrente%20eletrica.html>, Acesso em: 26 de jun. de 2019.

⁵ Disponível em: <http://www.etelg.com.br/downloads/eletronica/cursos/Aulas/corrente%20eletrica.html>, Acesso em: 06 de jun. de 2019.

meio de uma área A de uma seção de um condutor, o módulo da densidade da corrente para todos os pontos daquela seção é expresso pela expressão abaixo:

$$j = i/a \quad (4)$$

Todo vetor j é orientado no mesmo sentido em que moveria uma dada carga positiva colocada no seu ponto de aplicação. Certo elétron nesse mesmo ponto se moveria para a direção $-j$.

A relação geral entre j e i , para uma superfície particular dentro de um condutor, que não necessariamente seja plana, é que i é o fluxo do vetor j por meio daquela dada superfície, ou seja:

$$i = \int j \cdot dA, \quad (5)$$

Em que A é um elemento de superfície e a integral é calculada sobre a superfície inteira em questão. A Equação 4 (escrita como $i = j \cdot A$) fica sendo um caso em particular dessa relação em que a superfície de integração é uma seção reta do condutor em questão, em que j é constante no decorrer da superfície perpendicular à mesma. Entretanto, a equação 5 pode-se aplicar a qualquer superfície por meio da qual desejarmos fazer uma avaliação da corrente. A equação 5 nos apresenta claramente que i é uma grandeza escalar, porque integrando-se $j \cdot dA$ é um escalar.

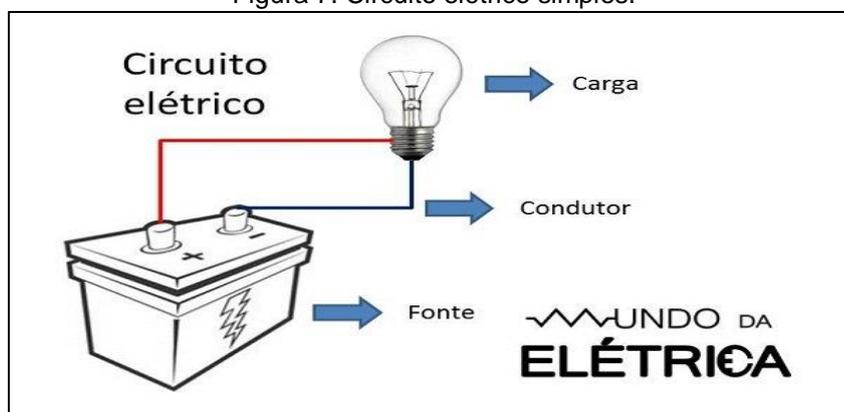
3.3 Circuito Elétrico

De acordo com Sadiku e Alexander (2013, p. 4) um circuito elétrico é a ligação de elementos elétricos, tais como resistores, indutores, capacitores, diodos, linhas de transmissão, fontes de tensão, fontes de corrente e interruptores, de modo que formem pelo menos um caminho fechado para a corrente elétrica. Um circuito elétrico simples, alimentado por pilhas, baterias ou tomadas, sempre apresenta uma fonte de energia elétrica, um aparelho elétrico, fios ou placas de ligação e um interruptor para ligar e desligar o aparelho. Estando ligado, o circuito elétrico está fechado e uma corrente elétrica passa por ele. Essa corrente pode produzir vários efeitos: óticos, cinéticos, térmicos, acústicos, mecânicos, etc.

Um circuito elétrico simples, como o mostrado na Figura 7, é formado por três elementos, básicos: uma bateria, uma lâmpada e fios para interconexão. Ele pode existir por si só, pois tem várias aplicações, como uma lanterna, um holofote e assim

por diante. Os circuitos elétricos são usados em inúmeros sistemas elétricos para realizar diferentes tarefas.

Figura 7. Circuito elétrico simples.



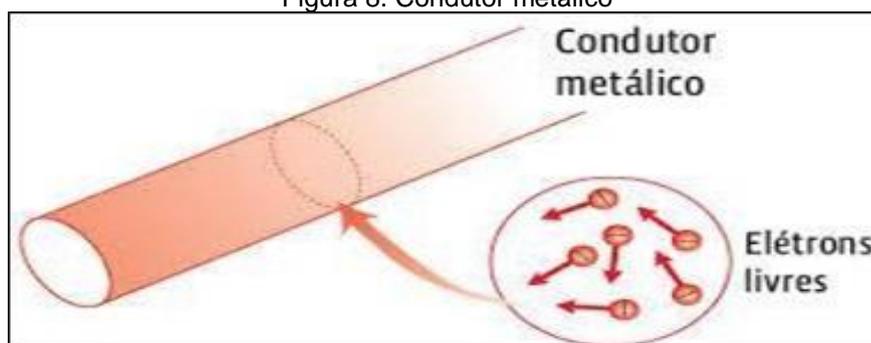
Fonte: www.mundodaeletrica.com.br⁶.

3.4 Resistência Elétrica

3.4.1 O que é Resistência Elétrica?

A partir do momento em que se estabelece uma corrente elétrica em corpo metálico, uma grande quantidade de elétrons livres começa a se movimentar nesse condutor. Por meio desse movimento os elétrons se chocam entre si contra os átomos que formam a rede cristalina do metal. Ver representação na Figura 8. (SADIKU, 2013 p. 33).

Figura 8. Condutor metálico



Fonte: abrilguiadoestudante.files.wordpress.com⁷

Dessa forma os elétrons apresentam certa dificuldade em se movimentarem, isto é, há uma oposição à passagem da corrente elétrica no condutor.

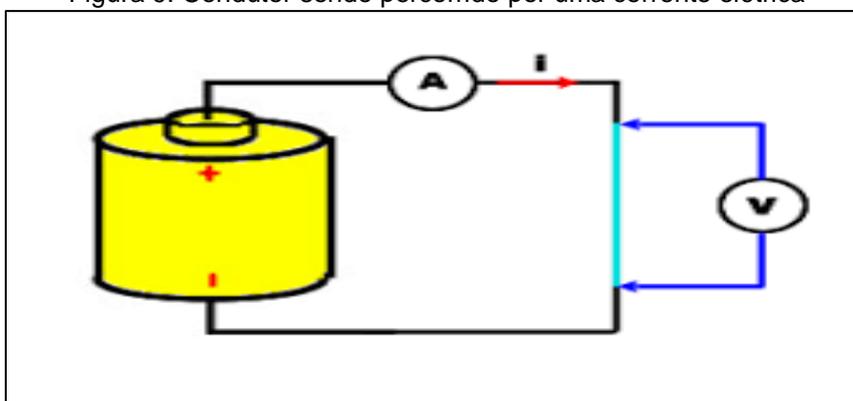
⁶ Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-circuito-eletrico/>. Acesso em: 06 de jun. de 2019.

⁷ Disponível em: <https://abrilguiadoestudante.files.wordpress.com/2016/10/11.png?w=439&h=241/>. Acesso em: 26 de jun. de 2019.

A resistência é, então, a propriedade do material de se opor ou resistir ao movimento dos elétrons e fazer necessária a aplicação de uma tensão para manter o fluxo de corrente, e de uma maneira resumida pode se definir a resistência elétrica como: **“A resistência elétrica é a oposição que há em um corpo condutor à condução da corrente elétrica”**.

Para medirmos essa resistência os estudiosos denominaram de unidade elétrica que chamamos de resistência elétrica (pelo motivo mencionado acima). Considere que na Figura 9 abaixo, o condutor seja percorrido por uma corrente i , quando se aplica a ele uma voltagem V .

Figura 9. Condutor sendo percorrido por uma corrente elétrica



Fonte: fisicaemclasse.blogspot.com⁸

Assim temos que:

$$\text{Resistência elétrica} = \frac{\text{Voltagem aplicada ao condutor}}{\text{Corrente no condutor}}$$

Ou seja: $R = \frac{V}{I}$

1) Suponha que na figura anterior, o voltímetro indicasse uma voltagem $V= 3 \text{ V}$ e a leitura no amperímetro fosse $i=0,5 \text{ A}$. Dessa forma a resistência do condutor seria, então, de acordo com a definição de resistência:

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow R = \frac{3}{0,5} \rightarrow R= 6 \text{ ohms} = 6 \Omega$$

⁸ Disponível em: <http://fisicaemclasse.blogspot.com/2013/09/o-sentido-da-corrente-eletrica-uma.html>. Acesso em: 26 de jun. de 2019.

Esse exemplo nos mostra que a unidade de medida de resistência do **SI** (Sistema internacional de unidades) é denominada 1 ohm, em homenagem ao cientista **George Ohm**. O símbolo desta unidade é a letra grega Ω (ômega).

3.4.2 Elementos que Alteram a Resistência:

- Quanto maior for o comprimento de um condutor maior será a sua resistência;
 - Quanto menor for a área da seção reta de um condutor, maior será a sua resistência, ou seja, quanto mais fino ele for;
 - O material do qual é feito o condutor, influencia na sua resistência.
- Essas afirmações são decorrentes da Segunda Lei de Ohm.

3.4.3 Resistividade

A resistência de um condutor que possui seção reta uniforme é diretamente proporcional ao comprimento do condutor e inversamente proporcional à área de sua seção reta. A resistência também é função da temperatura, conforme será explicado no próximo item. Dessa forma, para uma temperatura constante, a resistência é dada por:

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (8)$$

Assim sendo, na equação 8, temos que l é o comprimento do fio condutor em metros e A é a área da seção reta do fio em metros quadrados. A constante de proporcionalidade ρ (letra grega “rô” minúscula) é o símbolo da resistividade e é um fator que varia de acordo com o tipo de material.

A unidade de medida **SI** para a resistividade é o ohm-metro, e seu símbolo é $\Omega.m$. A tabela 1 mostra a resistividade de alguns materiais.

Tabela 1. Resistividade de alguns materiais

Material	Resistividade ρ ($\Omega \cdot m$)
Prata	$1,6 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
Ouro	$2,4 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,7 \times 10^{-8}$
Latão	$6,0 \times 10^{-8}$
Ferro	$1,0 \times 10^{-7}$
Constantan	$4,9 \times 10^{-5}$
Carbono	$3,5 \times 10^{-5}$

Fonte: idoc.pub⁹

Um bom condutor de eletricidade possui uma resistividade em volta de $10^{-8} \Omega \cdot m$. A prata, que é o melhor condutor metálico, é muito utilizada. Metais como o cobre e o alumínio são mais utilizados. E materiais que possuem resistividade maior do que $10^{10} \Omega \cdot m$ são isolantes que podem ser submetidos a grandes tensões sem que haja a circulação de corrente elétrica considerável. Materiais com resistividade entre $10^{-4} \Omega \cdot m$ e $10^{-7} \Omega \cdot m$ são denominados de materiais semicondutores, e deles são feitos os transistores e os diodos. A relação entre condutância, comprimento do condutor e área de seção reta é:

$$G = \sigma \frac{A}{l} \quad (9)$$

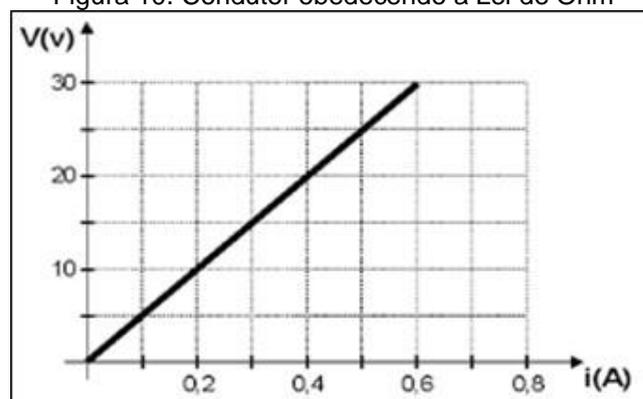
Em que a constante de proporcionalidade σ (letra grega “sigma” minúscula) é o símbolo da condutividade. E a unidade de condutividade no SI é $S \cdot m^{-1}$.

3.4.4 Lei de Ohm

Vamos selecionar uma amostra particular de certo material condutor, e fazer à aplicação de uma diferença de potencial e por meio dela medir a corrente que resulta. Se repetirmos essa medida por vários valores da diferença de potencial os resultados obtidos serão os que mostram a Figura 10. Os pontos experimentais estão claramente ao longo de uma linha reta, o que nos mostra que a razão v/i (o inverso da inclinação da linha) permanece constante. E a resistência deste condutor é uma constante, que independe da diferença de potencial que aplicamos no condutor a ele ou da corrente que o atravessa. Neste sentido, dizemos que o material obedece à lei de *Ohm*.

⁹ Disponível em: <https://cedrazservice.wixsite.com/site/aula-04>, Acesso em: 06 de jun. de 2019.

Figura 10. Condutor obedecendo a Lei de Ohm

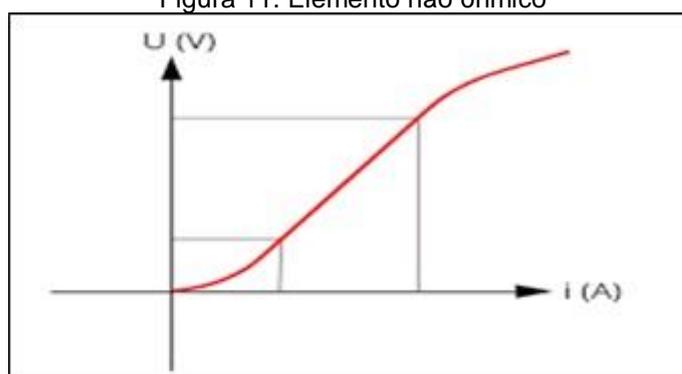


Fonte: ensinoadistancia.pro.br¹⁰

Certo condutor obedece à lei de Ohm se a resistência entre qualquer par de pontos do condutor independe da grandeza, da polaridade e da diferença de potencial aplicada a esses pontos. Certo material ou elemento de circuito que obedece a lei de Ohm é denominado de ôhmico.

Dessa forma, os circuitos eletrônicos modernos também dependem de elementos que não obedecem à lei de Ohm. Um exemplo que podemos citar é a relação entre voltagem e corrente segundo um determinado elemento não ôhmico (um diodo de junção pn) que é visto na Figura 11. Observe que a corrente não se eleva de maneira linear com a voltagem, e ainda que o componente se comporta de forma distinta, e dependendo da diferença de potencial ser positiva ou negativa.

Figura 11. Elemento não ôhmico



Fonte: ensinoadistancia.pro.br¹¹

Insistimos que a relação $V = i.R$ não é o enunciado da lei de Ohm. Se um condutor obedece a esta lei apenas quando a curva de $V \times i$ for linear, ou seja, se R for

¹⁰ Disponível em: <http://ensinoadistancia.pro.br/EaD/Eletromagnetismo/LeiOhm/LeideOhm.html>, Acesso em: 18 de jun. de 2019.

¹¹ Disponível em: http://paje.fe.usp.br/~mef-pietro/fai_cap05_pag169.htm/, Acesso em: 18 de jun. de 2019.

independente de V e de i . A relação $R = V/i$ continua válida como uma definição geral da resistência de certo condutor, ou ele obedeça ou não a lei de Ohm.

Um material condutor obedecerá à lei de Ohm, quando o gráfico de E em função de j for linear, ou seja, se a resistividade ρ for independente de E e de j . A lei de Ohm é uma propriedade específica de certos materiais, e não é uma regra geral do eletromagnetismo, como por exemplo, a lei de Gauss.

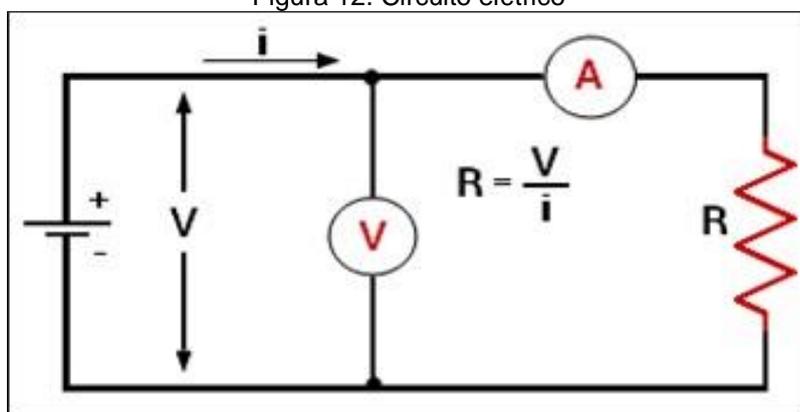
No circuito da Figura 12, uma resistência metálica R que está sendo submetido a uma tensão elétrica de 1,5 V, e é percorrido por uma corrente de 0,1 A. A voltagem aplicada a R foi duplicada para 3 V. Verificou-se que a leitura no amperímetro também duplicou, passando para 0,2 A. Assim quando calculamos o valor de R na primeira etapa, teremos:

$$R = \frac{V}{I} \quad \rightarrow \quad R = \frac{1,5}{0,1} \quad \rightarrow \quad R = 15 \, \Omega$$

E, repetimos o cálculo para a segunda etapa:

$$R = \frac{V}{I} \quad \rightarrow \quad R = \frac{3}{0,2} \quad \rightarrow \quad R = 15 \, \Omega$$

Figura 12. Circuito elétrico



Fonte: redu.com.br¹²

Dessa forma, o valor da resistência elétrica R não sofreu nenhuma alteração (permaneceu constante) ao variarmos a voltagem aplicada. Se continuássemos o experimento, verificaríamos que:

- Triplicando $V \rightarrow i$ também triplica;
- Quadruplicando $V \rightarrow i$ também quadruplica etc.

¹² Disponível em: <http://redu.com.br/>. Acesso em: 18 de jun. de 2019.

Esses fatos foram observados de forma experimental pela primeira vez por George Ohm, no século XIX, e podem ser resumidos sob a forma da seguinte lei que leva o seu nome.

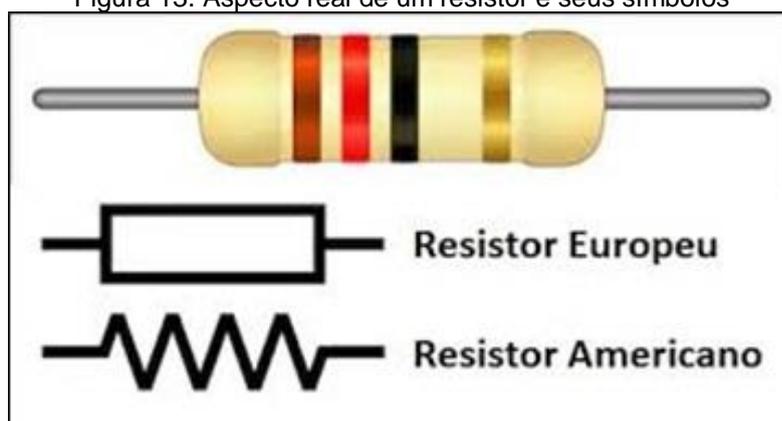
Para a Lei de Ohm a corrente estabelecida em um condutor metálico é diretamente proporcional à voltagem a ele aplicada, de forma que sua resistência permanece constante (não depende da voltagem aplicada).

Além dos metais, certos condutores também obedecem a Lei de Ohm e são, por isso, chamados de condutores ôhmicos. Existem, entretanto, muitos outros condutores que não obedecem a essa lei (condutores não ôhmicos).

3.4.5 Resistores

Praticamente um resistor é um elemento de circuito que pode ser utilizado em razão de sua resistência. De forma matemática, o resistor é um componente de circuito e na qual existe uma relação algébrica entre sua tensão e suas correntes instantâneas, que é definida como $v = Ri$. A relação tensão-corrente em um resistor linear obedece à Lei de Ohm (que veremos no próximo no item 3.5). Todo outro tipo de relação tensão-corrente ($v = 4i^6 + 6$, por exemplo) se refere a um resistor não linear e são especificados de maneira individual, segundo cada tipo (MALLEY, 1993). A Figura 13 mostra o aspecto real de um resistor linear e o seu símbolo:

Figura 13. Aspecto real de um resistor e seus símbolos

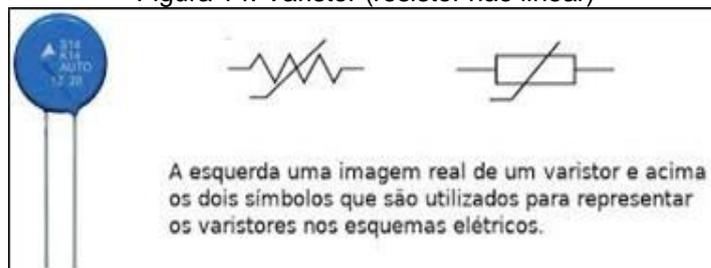


Fonte: brasilecola.uol.com.br¹³

Já na Figura 14 temos um varistor, que é um resistor não linear e o seu símbolo:

¹³ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/>, Acesso em: 06 de jun. de 2019.

Figura 14. Varistor (resistor não linear)



Fonte: brasilecola.uol.com.br¹⁴

3.4.6 Nós, Ramos e Laços

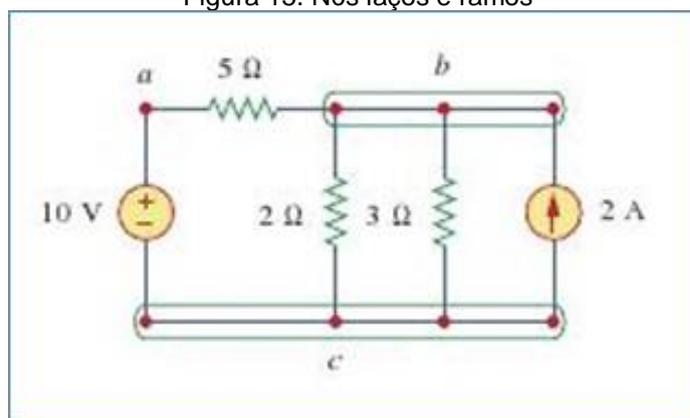
Uma vez que os elementos de um circuito elétrico podem ser interconectados de diversas maneiras, precisamos compreender alguns conceitos básicos de topologia de rede. Para diferenciar um circuito de rede podemos considerar uma rede como interconexão de elementos ou dispositivos, enquanto um circuito é uma rede que fornece um ou mais caminhos fechados. Representação esquemática na Figura 15.

Na topologia de rede, estudamos as propriedades relacionadas a colocação de elementos na rede e a configuração geométrica dela. Tais elementos incluem ramos, nós e laços.

Ramo: representa um elemento único como fonte de tensão ou resistor.

Em outras palavras, um ramo representa qualquer elemento de dois terminais.

Figura 15. Nós laços e ramos



Fonte: Charles k. Alexander (ANO, 2013 p. 33)

O circuito da Figura 15 tem cinco ramos, como: a fonte de tensão de 10V, a fonte de corrente de 2^a, e os três resistores.

¹⁴ Disponível em: Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/>, Acesso em: 06 de jun. de 2019.

Nó: é o ponto de conexão entre dois ou mais ramos.

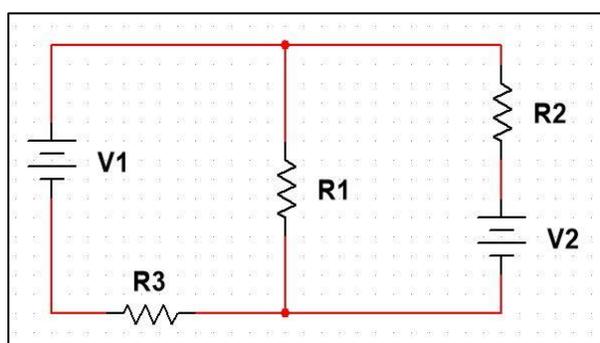
Em um circuito, um nó é normalmente indicado por um ponto. Se um curto-circuito (um fio de conexão) conecta dois nós, estes constituem um único nó. E o circuito da Figura 15 possui três nós: a, b e c.

Laço: é um caminho fechado iniciando-se em um nó, passando por uma série de nós e retornando ao nó de partida sem passar por qualquer outro mais de uma vez.

3.4.7 Leis de Kirchhoff

De acordo com Sadiku e Alexander (2013, p. 34), a lei de Ohm por si só não é o bastante para analisar os circuitos; entretanto, quando associada com duas leis de Kirchhoff, elas formam um conjunto de ferramentas poderoso e suficiente para analisar uma série de circuitos elétricos. As leis de Kirchhoff foram introduzidas pela primeira vez em 1847 pelo físico alemão Gustav Kirchhoff (1824-1887) e são fortemente conhecidas como lei de Kirchhoff para corrente (LKC, ou lei dos nós) e lei de Kirchhoff para tensão (LKT, ou lei das malhas); sendo que a primeira se baseia na lei da conservação da carga, que exige que a soma algébrica das cargas dentro de um sistema não pode mudar. Dado um circuito (Figura 1) composto por três resistores (R_1 , R_2 , e R_3) e duas fontes de tensão (V_1 e V_2), observa-se que a queda de potencial não é a mesma para os resistores R_1 e R_2 devido a presença da fonte V_2 está em série com R_2 , assim como é possível afirmar que pelos resistores R_1 e R_2 não passa a mesma corrente.

Figura 16. Circuito simples onde os resistores não podem ser substituídos por resistência equivalente.



Fonte: Autor da pesquisa

Os casos que contém a problemática similar ao circuito supracitado podem ser resolvidos aplicando as leis de Kirchhoff, a lei das malhas explica que a soma algébrica das variações de potencial encontradas ao percorrer uma malha fechada é

sempre zero. Ao passo que a lei dos nós explana que a soma das correntes que entram em um nó é igual a soma das correntes que saem do nó (SADIKU, 2013 p. 34).

Matematicamente, a (LKC) implica o seguinte:

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0 \quad (10)$$

Onde N é o número de ramos conectados ao nó e i_n é a n -ésima corrente que entra (ou sai) do nó. Conforme essa lei, as correntes que entram em um nó poderiam ser consideradas positivas, enquanto as que saem do nó negativas e vice-versa.

Expresso matematicamente, (LKT), ou lei das malhas, afirma que:

$$\sum_{m=1}^M v_m = 0 \quad (11)$$

Onde M é o número de tensões no laço (ou número de ramos no laço) e v_m é a m -ésima tensão.

3.4.8 Resistores em Série (Divisor de Tensão)

Um divisor de tensão ou a regra para a divisão de tensão se aplica para resistores em série. Essa lei fornece a tensão sobre qualquer resistor em função da resistência e da tensão sobre todos os resistores em série – a etapa de se achar a corrente no resistor é eliminada.

A expressão de divisores de tensão é bem fácil de ser encontrada a partir do circuito da Figura 17. Considere que se deseja encontrar a tensão V_{R2} . Pela lei de Ohm,

$$V_{R2} = i_{R2} \quad \text{e} \quad i = \frac{V_S}{(R_1 + R_2 + R_3)} \quad \text{Eliminando } i \text{ temos que}$$

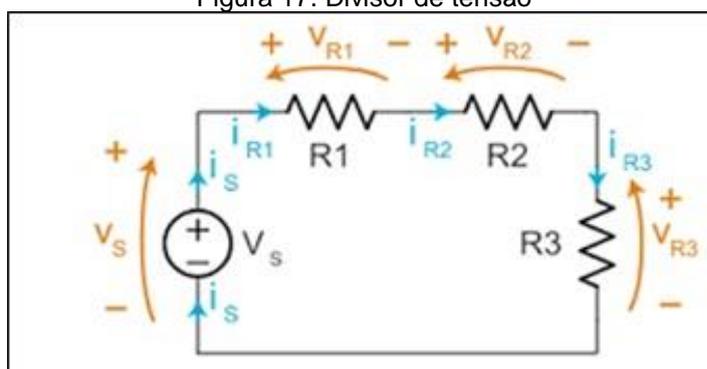
$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot V_S \quad (12)$$

Normalmente, para todo número de resistores em série com uma resistência total R_T e uma tensão V_S sobre a combinação série, a tensão V_X sobre o resistor R_X é encontrada pela expressão:

$$V_X = \frac{R_X}{R_T} \cdot V_S \quad (13)$$

Essa fórmula é para divisores de tensão, V_S e V_x devem ter polaridades opostas, ou seja, em um caminho fechado uma deve ser queda e a outra elevação. Se as duas forem queda ou elevação a fórmula deverá ter um sinal negativo. A tensão V_S não é uma fonte, mas é a tensão total sobre os resistores.

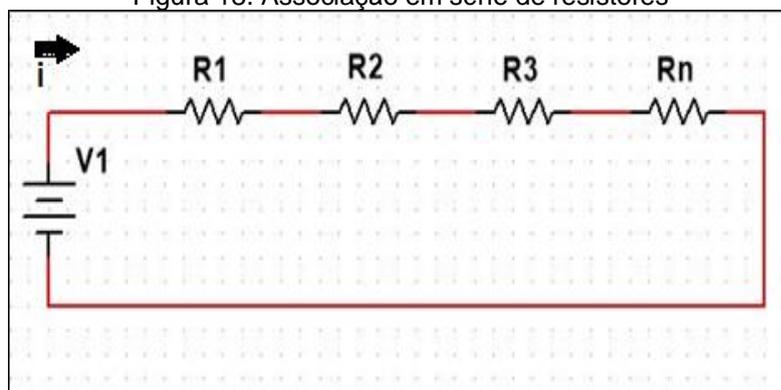
Figura 17. Divisor de tensão



Fonte: brasilecola.uol.com.br¹⁵

Suponha que uma bateria possa manter uma diferença de potencial entre os pontos dos resistores da Figura 18:

Figura 18. Associação em série de resistores



Fonte: Autor da pesquisa

Em série a corrente que passa em R_1 é a mesma que passa em R_2 , R_3 ,... e R_n .

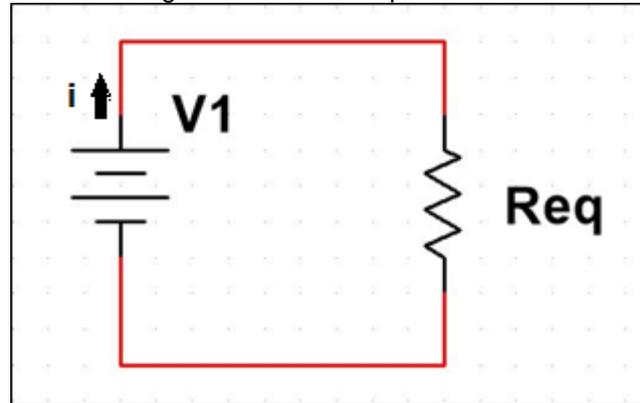
A soma das quedas de tensão nas resistências é a tensão da fonte.

$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + \dots + V_{Rn} = V_1 \quad (14)$$

¹⁵ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/>, Acesso em: 06 de jun. de 2019.

$$V_{R1} = R_1 \cdot i \quad V_{R2} = R_2 \cdot i \quad V_{R3} = R_3 \cdot i \quad V_{Rn} = R_n \cdot i \quad (15)$$

Figura 19. Circuito equivalente 1



Fonte: Autor da pesquisa

Temos que:

$$V_1 = V_{Req} = R_{eq} \cdot i \quad (16)$$

Logo,

$$R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i + \dots + R_n \cdot i = R_{eq} \cdot i$$

$$i(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) = R_{eq} \cdot i \quad (17)$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Dessa forma este resultado da associação em série de um número qualquer de resistores, obtemos:

$$R_{eq} = \sum_n R_n \quad (18)$$

Isto é, para determinar a resistência equivalente de uma associação em série, encontre a soma algébrica das resistências individuais. Veja que a resistência equivalente de uma associação em série é sempre maior que cada uma das resistências individuais – dessa forma, ao adicionar mais resistores em série, teremos menos corrente, porém, a mesma diferença de potencial.

3.4.9 Resistores em Paralelo (Divisor de Corrente)

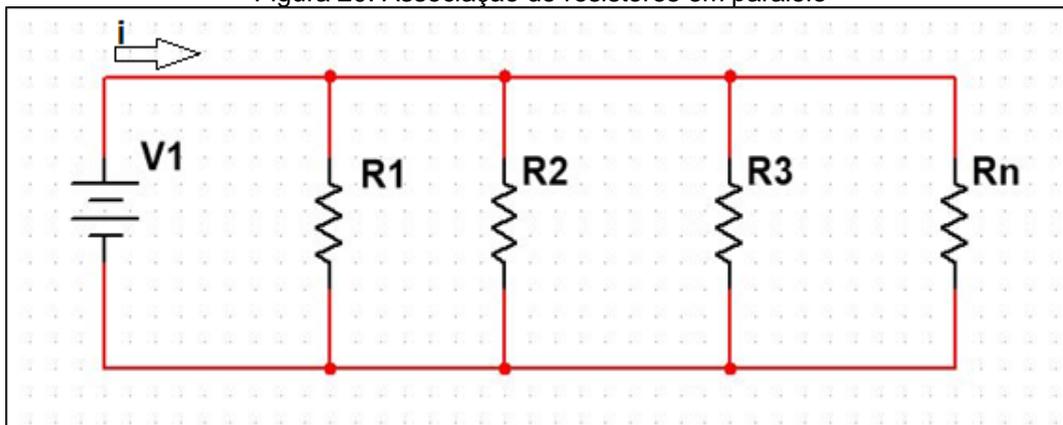
A Figura 20 nos mostra quatro resistores associados em paralelo. Queremos achar a resistência equivalente entre eles. Suponhamos que desejamos encontrar dessa forma a resistência equivalente. A diferença de potencial V entre os pontos A

e B. A diferença de potencial entre os terminais de qualquer um desses dois resistores é V_1 . A corrente que circula em cada um desses resistores é encontrada utilizando-se as expressões abaixo:

$$i_1 = V/R_1 \quad \text{e} \quad i_2 = V/R_2 \quad (19)$$

De acordo com as propriedades de um circuito estabelecido em paralelo, a corrente total se divide entre os terminais dos dois resistores do circuito.

Figura 20. Associação de resistores em paralelo



Fonte: Autor da pesquisa

Em paralelo as quedas de tensão nas resistências são iguais à tensão da fonte.

A soma das correntes que passa pelas resistências é igual à corrente que sai da fonte.

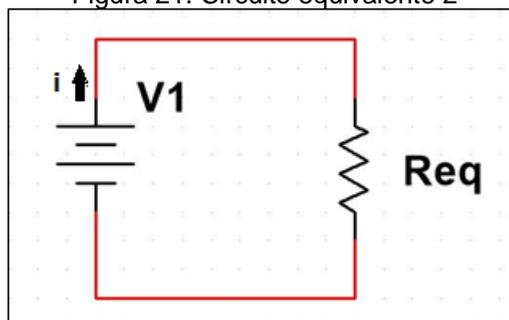
$$V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} = \dots = V_{Rn} = V_1$$

$$i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n = i$$

$$i_1 = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{V_1}{R_1} \quad i_2 = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{V_1}{R_2} \quad i_3 = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{V_1}{R_3} \quad i_n = \frac{V_{Rn}}{R_n} = \frac{V_1}{R_n} \quad (20)$$

Após a associação dos resistores obtém-se o seguinte circuito equivalente:

Figura 21. Circuito equivalente 2



Fonte: Autor da pesquisa

Temos que:

$$V_1 = R_{eq} \cdot i \qquad i = \frac{V_1}{R_{eq}} \qquad (21)$$

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_1}{R_2} + \frac{V_1}{R_3} + \dots + \frac{V_1}{R_n} = \frac{V_1}{R_{eq}} \qquad (22)$$

$$V_1 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) = \frac{V_1}{R_{eq}}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Dessa forma, encontramos a resistência equivalente da associação. Repetindo esse processo para um número de n resistores teremos a expressão:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_n \frac{1}{R_n} \quad (\text{associação em paralelo}) \qquad (23)$$

Em se tratando do caso especial da associação em paralelo entre dois resistores, através da expressão 22 teremos:

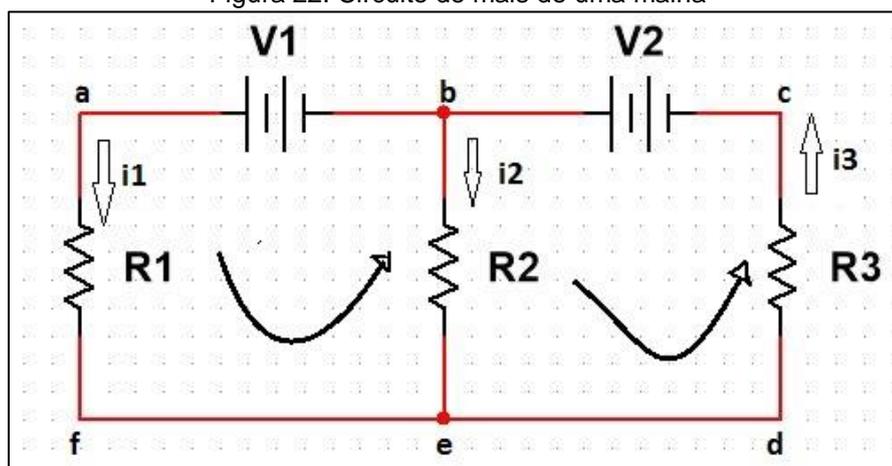
$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Isto é, a resistência equivalente é o produto dos valores dos dois resistores, dividido pela sua soma.

3.5 Circuito em Malhas Múltiplas

Na Figura 22 temos um circuito de mais de uma malha. Simplesmente desprezamos a resistência interna das baterias. E quando feita a análise desse circuito, é bom utilizarmos seus nós e ramos. Sendo que um nó em um circuito de malha múltipla é tido como o da Figura 22: em b e e . (os pontos a e c não são nós).

Figura 22. Circuito de mais de uma malha



Fonte: infoescola.com¹⁶

Num circuito de malha simples, existe somente uma corrente para ser determinada. Agora, já em circuitos de malhas múltiplas, cada ramo possui sua própria corrente distinta, que precisa ser calculada quando é feita a análise do circuito. Na Figura 22, as três correntes (desconhecidas) são chamadas de i_1 (para o ramo baf), i_2 (para o ramo be) e i_3 (para o ramo bcd). Os sentidos das correntes foram escolhidos de forma arbitrária. Porém se olharmos com cuidado, notaremos que i_3 deveria apontar no sentido oposto ao da figura. Foi desenhado i_3 com o sentido errado de forma deliberada, para podermos ver que os procedimentos matemáticos formais, sempre corrigem suposições incorretas (HESNICK; HALLIDAY; KRANE, 1996, p. 120).

Pode-se notar que não se deve analisar o circuito da Figura 22 em termos de associação de resistores em série ou paralelo. As três correntes i_1 , i_2 , e i_3 fazem o transporte para o nó e ou retiram carga deste ponto do circuito. A carga não se acumula em e porque o circuito está em estado estacionário; a carga precisa ser removida do nó pelas correntes com a mesma taxa que é levada para ele. Assim na Figura 22, a taxa total com que a carga entra em e é obtida por $i_1 + i_3$, e a taxa com que a corrente deixa o nó e é dada por i_2 . Igualando as correntes que entram e saem do nó, teremos:

$$i_1 + i_3 = i_2$$

24

¹⁶ Disponível em: <https://www.infoescola.com/>. Acesso em: 18 de jun. de 2019

Para os circuitos de uma única malha só existe um único percurso para a aplicação da lei, ao longo do qual a corrente é sempre a mesma. Em uma situação em que se possui duas ou mais malhas, haverá mais de um percurso provável e, em geral, a corrente não é a mesma em todos os ramos de uma certa malha (HESNICK; HALLIDAY; KRANE, 1996, p. 121).

Assim percorrendo a malha da Figura 16 no seu sentido anti-horário teremos:

$$V_1 - i_1 R_1 + i_3 R_3 = 0 \quad (25)$$

Da mesma forma, para a malha da direita teremos:

$$-i_3 - i_2 R_2 - V_2 = 0 \quad (26)$$

Dessa forma, essas duas relações mais o resultado obtido pela aplicação da lei dos nós na equação 20 formam as três equações necessárias para o cálculo das incógnitas $i_1, i_2, e i_3$. Resolvendo este sistema (precisamos fazer os cálculos intermediários), obtemos:

$$i_1 = \frac{V_1(R_2 + R_3) - V_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}, \quad (27)$$

$$i_2 = \frac{V_1 R_3 - V_2(R_1 + R_3)}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}, \quad (28)$$

$$i_3 = \frac{V_1 R_2 - V_2 R_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}. \quad (29)$$

Devemos perceber que as equações 27 e 28 se reduzem a resultados já conhecidos para certos casos particulares. Como por exemplo, para $R_3 = \infty$, em que obtemos:

$$i_1 = i_2 = \frac{V_1 - V_2}{R_1 + R_2} \quad e \quad i_3 = 0,$$

A que se reduzem estas equações, quando $R_2 = \infty$?

Pode-se, ainda, aplicar a lei das malhas para o circuito inteiro da Figura 16. Isso poderia sugerir a existência de um número de equações maior do que o necessário, porque só haveria três incógnitas e já obtemos três equações. No entanto, o resultado obtido da lei das malhas para esse percurso é:

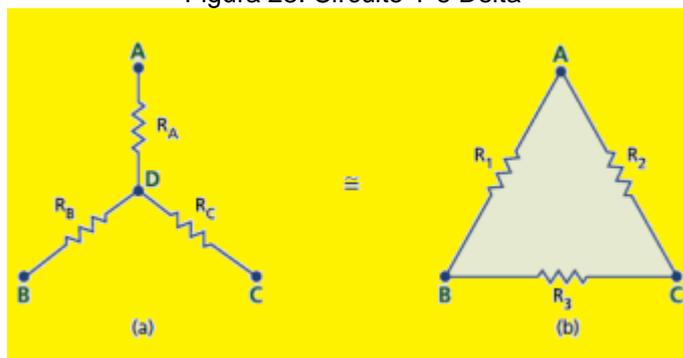
$$-i_1 R_1 - i_2 R_2 - V_2 + V_1 = 0, \quad (30)$$

Que nada mais é que a soma das equações 21 e 22. A malha exterior, portanto, não origina uma nova equação independente das primeiras. As equações restantes podem ser obtidas pela lei das malhas.

3.5.1 Transformação Δ -Y e Y- Δ

Na Figura 23, a figura (a) mostra um circuito resistivo em Y (ípsilon) e a figura (b) mostra em Δ (delta). Porém existem outros nomes. O circuito Y pode ser desenhado na forma de um T e ser chamado circuito T, e o circuito Δ pode ser desenhado em forma de Π e ser chamado de circuito Π (*pi*). (O' MALLEY, 1993, p.136).

Figura 23. Circuito Y e Delta



Fonte: sliderplayer.com.br¹⁷

É provável que a transformação de um circuito em Y em um circuito em Δ equivalentes e vice-versa. Os circuitos correspondentes são equivalentes somente para tensões e correntes externas aos circuitos Y e Δ . Internamente, as tensões e as correntes se diferem.

Fórmulas para a transformação podem ser definidas por meio de uma comparação entre as linhas de um circuito Δ e outro Y, quando a terceira linha, em cada um deles, está aberta. Dessa forma, essa comparação é realizada três vezes, com uma linha diferente aberta de cada vez. Fazendo-se algumas manipulações conseguimos obter as seguintes transformações Δ para Y:

¹⁷ Disponível em: <https://universoca.files.wordpress.com/2017/04/capturar52.png?w=360&h=195>
Acesso em: 18 de jun. de 2019.

$$R_A = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \quad R_B = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \quad R_C = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (31)$$

Da mesma maneira, obtemos as equações para a transformação Y para Δ .

$$R_1 = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_B} \quad R_2 = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_C} \quad (32)$$

$$R_3 = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_A}$$

CAPITULO 4

4.1 METODOLOGIA

4.1.1 Identificação do Município

O nome Itupiranga é de origem tupi, significa Lago Vermelho ou Cachoeira Vermelha. O Município se originou da povoação de Lago Vermelho, fundada por volta de 1896, por extratores de caucho, vindos do Estado de Goiás. Inicialmente, pertencia ao município de Baião. Em 1915, foi desanexado, passando a fazer parte do novo Município de Marabá. Com a Lei nº 8, de 31 de outubro de 1935, Itupiranga apresentou-se como distrito de Marabá.

No Decreto-Lei nº 3.131, de 31 de outubro de 1938, que estabeleceu a divisão territorial do Estado, a vigorar no quinquênio 1939-1943, Itupiranga continuou a fazer parte de Marabá como distrito. A mesma divisão continuou para o quinquênio 1944-1948, fixada pelo Decreto-Lei nº 4.505, de dezembro de 1943. Em 31 de dezembro de 1947, por meio da Lei nº 62, os distritos de Itupiranga e Jacundá foram desanexados de Marabá para formarem o Município de Itupiranga, instalado em 14 de julho de 1948.

Gentil Bittencourt Cohen foi eleito como primeiro prefeito do Município. Com o disposto na Lei nº 158, de 31 de dezembro de 1948, era formado dos distritos de Itupiranga e Jacundá. Em 29 de dezembro de 1961, pela Lei nº 2.460, Jacundá foi elevado à categoria de Município tendo, portanto, seu território desanexado de Itupiranga. Atualmente, Itupiranga é constituído somente pelo distrito-sede. (CARUJO, 2015).

4.2 Indicadores de Itupiranga e da escola Albertina Barreiros

Quando olhamos para o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), é possível enxergar pontos positivos e negativos na aprendizagem dos alunos na escola pública do país. Um ponto positivo: o Brasil superou a meta prevista nos anos iniciais do Ensino Fundamental em 2017. O índice divulgado pelo Ministério da Educação (MEC) e pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), é calculado de dois em dois anos, de acordo com os resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) e com as

taxas de aprovação das escolas e redes de ensino. O último resultado disponível é do ano de 2017, visto que a avaliação realizada em 2019 ainda não foi divulgada.

O Ensino Médio é a etapa mais desafiadora para o Brasil. O avanço é lento: depois de três edições de estagnação, o índice avançou 0,1 ponto em 2017, chegando a 3,8. Mas está bem distante da meta prevista, que seria de 4,7.

No município de Itupiranga esse índice é ainda mais baixo, pois atingiu apenas 2.8 em 2017 e tem uma meta de atingir 3.0 em 2019 e 3.2 em 2021 segundo dados do portal do INEP, isso apenas para o ensino médio. A escola Albertina Barreiros teve um número de participantes no SAEB 2017 insuficiente para que os resultados sejam divulgados e sem essa média no SAEB 2017 a escola não atendeu os requisitos necessários para ter o desempenho calculado.

No entanto, no mesmo portal, é possível verificar os índices de aprovação devidamente separados por anos do ensino médio bem como o índice geral da escola. O índice total de aprovação da Escola é de 80,6%, tendo o primeiro ano um índice de 76,7%, o segundo ano 82,5% e o terceiro ano 85,5% de aprovação. Os indicadores referentes à proficiência em Matemática e Língua Portuguesa não estão disponíveis no site do IDEB devido ao número insuficiente de participantes já mencionado antes.

4.3 Diagnóstico dos Aspectos Econômicos

A história econômica do município de Itupiranga está fortemente ligada à exploração **Florestal, Agricultura, Silvicultura, Pecuária e Pesca**. Em outros tempos, havia até coleta de Castanha do Pará. Parte da madeira extraída das matas vai para o exterior, merecendo destaque o Angelim e a Sucupira Preta, consideradas madeiras nobres. É impossível passar por aqui, sem perceber a forte presença das **serrarias**, compondo o cenário urbano do lugar.

Carvoarias, também representam uma fonte de economia importante, e juntamente com a pesca artesanal que hoje está mais desenvolvida, ajudam a completar este pequeno painel da vida econômica do lugar. Tucuruí, Marabá e Belém representam os principais parceiros comerciais.

4.4 Aspectos Culturais e Sociais

O município de Itupiranga apresenta diversas manifestações de caráter religioso. Destacam-se entre elas, as festas em homenagem ao Divino Espírito Santo, de Nossa Senhora da Conceição, realizada no dia 8 de dezembro, de São Miguel e de Santa Terezinha de Tauraré. Entretanto, a festividade religiosa mais importante do Município é a festa do padroeiro, Santo Antônio, comemorado no dia 13 de junho. No município de Itupiranga, as manifestações culturais mais expressivas são as festas juninas, o Boi-Bumbá, o Xote e o Carimbó. No artesanato, destaca-se a fabricação de telhas, tijolos e potes confeccionados em argila. Os únicos equipamentos culturais de que o Município dispõe são duas bibliotecas, uma na sede e outra na zona rural.

4.5 Identificação da Escola

A Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Profa. Albertina Barreiros está localizada à Avenida 14 de Julho N° 100ª, Centro – Itupiranga/PA, e como foi citado acima faz parte da esfera Estadual, a direção recebe orientações através da 4ª Unidade Regional de Educação, localizada em Marabá/PA, e esta da SEDUC, órgão educacional maior do Governo do Estado.

4.6 Objetivos

4.6.1 Geral

Constituir-se como um espaço de discussão do processo de ensino e aprendizagem, que contemple a elaboração do conhecimento, a participação social e a cidadania estabelecendo uma relação, não de troca, mas de construção mútua, entre os envolvidos no processo educativo, de especialização, ao promover uma cumplicidade recíproca que proporcione o crescimento de iniciativas fundamentadas nas necessidades, interesses, desejos e viabilize a participação social, política e cultural de educandos e educadores. PROJETO POLITICO PEDAGOGICO DA ESCOLA (PPP).

4.6.2 Específicos

- Desenvolver as capacidades cognitivas, afetivas e sociais dos educandos mediante o acesso às informações construídas ao longo da humanidade;
- Qualificar a vida de seus sujeitos através da sistematização do conhecimento;
- Desenvolver projetos que estimulem a participação dos alunos, pais, docentes e corpo técnico administrativo, pessoal de apoio e a comunidade, para que a escola cumpra com sua função social de construção e reconstrução de saberes e de inclusão social;
- Perpetuar os valores culturais por meio da linguagem, dos costumes sociais;
- Usufruir e/ou manter os recursos naturais.

4.7 Bases Legais

Atender ao disposto nas leis que regem o ensino público:

- Constituições Federal e Estadual;
- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB 9.394/96;
- Estatuto da Criança e do Adolescente - ECA;
- Regimento das Escolas Públicas Estaduais do Pará
- Regimento Interno;

4.7.1 Níveis de Ensino Atendido

- Ensino Fundamental – Séries Finais;
- Ensino Médio

A escola atende atualmente 722 alunos da zona urbana nos três turnos disponíveis. A oferta de ensino é regular para as turmas de 1ª, 2ª e 3ª séries do ensino médio.

O público alvo do trabalho foi composto por alunos de 03 (três) turmas da escola apenas, em função do conteúdo que foi ministrado aos alunos. Ao todo participaram 90 alunos das três séries, sendo 28 alunos da 3ª série A, 32 alunos da

3ª série B e 30 alunos da 3ª série C com apoio dos professores de Física das turmas. Na figura 24 tem-se a foto da fachada da escola Albertina Barreiros.

Figura 24. Fachada da Escola Albertina Barreiros



Fonte: Autor da pesquisa

A escola dispõe dos seguintes espaços pedagógicos: salas de aula, laboratório de informática (desativado), laboratório multidisciplinar, biblioteca, sala de vídeo, além de outros espaços de apoio.

No laboratório multidisciplinar constam apenas as bancadas, alguns instrumentos para experimentos em Física, Química e Biologia e a infraestrutura do ambiente não propôs um lugar seguro para o desenvolvimento da atividade, em função disso, a atividade foi desenvolvida na sala de vídeo da escola.

As aulas da escola são ministradas no período matutino vespertino e noturno para todas as turmas. Entretanto, as turmas de 3ª B e 3ª C dispõem de atividades no período noturno por serem turmas com alunos de uma faixa etária mais elevada, no caso da 3ª série A, as aulas são ministradas no período da manhã. No entanto todas as 3ª séries foram convocadas previamente pelo professor de Física para participarem da apresentação da atividade experimental no período da manhã e tarde.

4.8 Questionários Avaliativos

Para a pesquisa foram utilizados dois questionários avaliativos nas turmas: Questionário Avaliativo I, a respeito de conteúdos que seriam cobrados no decorrer das aulas expositivas, aplicados individualmente apenas para informação; e Questionário Avaliativo II sobre a importância das atividades experimentais e se já

tenham participado de alguma atividade envolvendo o Arduino, também aplicado individualmente, deste foi feita a coleta de dados. Por fim, ao término das aulas expositivas e apresentação da placa de circuito impresso capaz de medir a resistência equivalente em circuitos elétricos, os mesmos questionários foram aplicados novamente, para que fosse comparado o grau de aprendizagem dos alunos.

Inicialmente os questionários avaliativos foram aplicados com o intuito de aferir o nível de aprendizado dos alunos em todas as fases do processo de ensino. O questionário avaliativo de conteúdos foi aplicado previamente antes das aulas expositivas, dessa forma, foi possível compreender o que de fato os alunos possuíam de conhecimento prévio sobre o assunto a ser abordado. Através dos questionários foi possível explorar todas as possíveis respostas a respeito de um determinado item, além do fato de apresentarem a vantagem de se coletar diretamente a resposta de forma objetiva.

Optou-se escolher para aplicação e análise das respostas dos estudantes a escala de Likert, que consiste de uma série de afirmações a respeito de um determinado objeto, no caso do trabalho, a respeito dos conteúdos, da atividade experimental e da compreensão da análise final dos dados através do questionário de aprendizagem individual. Além disso, conforme Perrien Charon, (1986) para cada afirmação há uma escala de cinco pontos, uma aplicação típica apresenta um número de afirmações em torno de 20, com escala de resposta de 1 a 5, no entanto, limitou-se o número de perguntas em torno de 10 em todos os questionários com escala de resposta de 1 a 5 conforme consta no apêndice.

As inferências, observações e os dados obtidos por intermédio dos questionários, serão apresentados posteriormente no capítulo 5 que trata dos resultados e discussões.

4.9 Aulas Expositivas

Ao término do preenchimento do questionário avaliativo a respeito dos conteúdos prévios dos estudantes, procederam-se as aulas expositivas, como mostra a Figura 25, nas quais foram abordados os conteúdos específicos para as turmas e as noções sobre o Arduino de um modo geral: arquitetura de programação, aplicações e principais funções, circuito impresso suas aplicações e software de simulação Multisim 13.0.

Figura 25. Aulas expositivas



Fonte: Autor da pesquisa

De fato, as aulas expositivas foram imprescindíveis no processo de consolidação da proposta pedagógica, em virtude de subsidiar os alunos com a fundamentação teórica exigida para a compreensão e manipulação do experimento apresentado, além disso, propiciou-lhes conhecerem um pouco sobre lógica de programação, componentes e aplicações do Arduino nas diversas áreas.

4.9.1 Roteiros dos Experimentos

O experimento desenvolvido para as turmas seguiu-se o mesmo roteiro para as três turmas de 3ª série A, B, e C. O roteiro consta no apêndice, nele estão descritos os materiais utilizados na atividade experimental, além do procedimento metodológico de apoio ao professor. É importante ressaltar que durante toda a atividade seguiu-se na íntegra o roteiro.

A utilização do roteiro durante o experimento tem como principal objetivo manter a organização do espaço e do experimento, a padronização da instrumentalização utilizada durante a atividade e a hierarquização das etapas de sua realização.

4.9.2 Relato da Atividade

A atividade experimental foi realizada no laboratório de robótica do Instituto Federal do Pará (IFPA), no período vespertino das 13h00 às 17h30 com os

representantes das turmas do 3^a Ano A, B e C do ensino médio, no período compreendido entre 01 de maio de 2019 e 26 de junho de 2019.

Em função do nível e grau de compreensão a respeito de alguns assuntos, as atividades propostas para o 3^a ano foram realizadas entre os dias 14 a 26 de maio com 25 alunos. Antes de qualquer atividade experimental o primeiro passo na realização dessa atividade foi alinhar a sequência didática aos objetivos da proposta. Atualmente, poucos professores de física utilizam sequências didáticas em suas aulas. Nesse trabalho, a sequência didática foi utilizada na turma 3^o Ano A, em que foi desenvolvida a atividade experimental e constam em apêndices desse material instrucional.

Ainda os roteiros desempenham um papel importantíssimo para qualquer atividade. Neles estão descritos os materiais utilizados na atividade experimental, além do procedimento metodológico de apoio ao professor.

O questionário avaliativo também desempenha um papel imprescindível na coleta de informações sobre o nível de compreensão dos estudantes a respeito de determinado tema.

Aqui serão descritas sucintamente as etapas desenvolvidas na atividade por intermédio do guia de atividade. Nesse guia estarão contidas todas as informações a respeito das etapas de execução da proposta didática.

CAPITULO 5

5.1 Resultados e Discursões

Para a aplicação da atividade das turmas A, B e C participaram 30 alunos no total. As atividades foram distribuídas em três dias, 16,17 e 18 de agosto de 2019 e, a pedido da coordenação pedagógica da escola, acompanhou as atividades o professor de Física responsável pelas turmas.

No primeiro dia das atividades o professor de Física da turma advertiu-se sobre a importância de participação na atividade experimental, em seguida apresentou o professor responsável pela proposta didática. Este por sua vez relatou sobre a precisão de certas orientações que seriam apresentadas. Posteriormente, após as informações gerais contempladas na proposta didática, assim como os demais das outras turmas, responderam ao questionário avaliativo I sobre os conteúdos a serem abordados com a turma, os alunos tiveram 10 minutos para o preenchimento do questionário conforme roteiro da atividade. Com a utilização do questionário avaliativo foi possível obter as informações sobre o nível de compreensão prévia dos alunos a respeito do tema a ser abordado nas aulas expositivas e subjetivamente na compreensão do conteúdo que existe por trás do experimento apresentado.

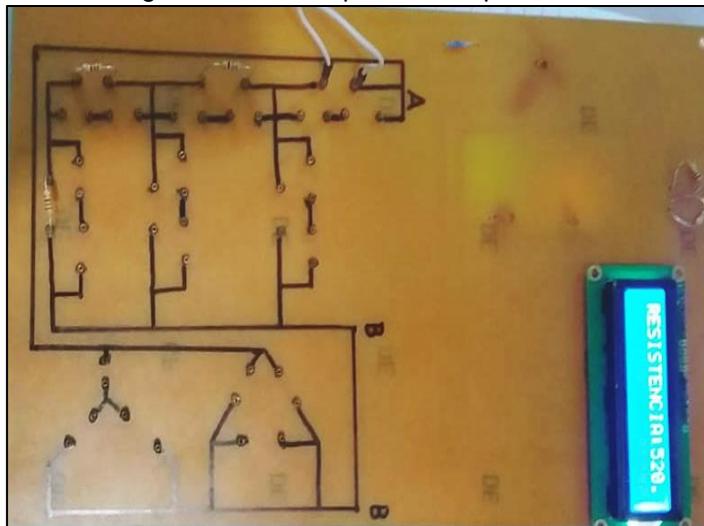
Prevista no planejamento pedagógico, os alunos participaram da aula expositiva com duração de 120 minutos. Nessa aula, abordou-se princípios da Eletrodinâmica em especial, conceitos sobre corrente e tensão elétrica, resistência, potência e a Lei de Ohm, além disso, explanou-se sobre os conceitos básicos do Arduino, tais como arquitetura Física da placa, noções da programação, componentes (sensor de corrente, sensor de tensão, *display*, potenciômetro, etc.) e aplicações diversas do Arduino em outras áreas de pesquisa e apresentação de forma prática do software de simulação Multisim 13.0.

Nesse aspecto da aula expositiva, o maior desafio encontrado foi à transposição didática adequada de conceitos abstratos e sobre o manuseio do software de simulação com o qual ainda não tinham contato, da mesma forma a plataforma Arduino e suas aplicabilidades que também eram desconhecidas para muitos.

Como mostra a Figura 26, a base do experimento foi confeccionada em uma placa de fenolite, a fim de se evitar as descargas eletrostáticas sobre a placa. Na

figura observa-se o desenho do circuito que ira receber os resistores e demais componentes, *display* em LCD azul 16 x 2 de 5 volts para leitura dos dados.

Figura 26. Vista superior do experimento



Fonte: Autor da pesquisa

No segundo dia de atividade, como mostra a Figura 27, retomou-se sobre o Arduino, foi apresentada a placa capaz de medir a resistência equivalente e foram feitas algumas simulações com o Multisim 13.0.

Figura 27. Apresentação da placa de circuito impresso e simulador Multisin



Fonte: Autor da pesquisa

Por seguinte solicitou-se aos estudantes que correlacionassem os valores obtidos teoricamente com os valores obtidos na placa e simulador, afim de que pudessem verificar a taxa de erro nos registros.

Dessa forma, os resultados obtidos pela placa e simulador foram comparados teoricamente, isso propiciou aos estudantes uma análise criteriosa das informações, enriquecendo de forma satisfatória as discussões sobre esses resultados, obviamente, considerando as margens de erro apresentadas.

5.2 Análise das Discussões e dos Instrumentos Avaliativos

Praticamente todos os alunos da 3ª série, público-alvo desse trabalho, são oriundos de escolas da rede pública Municipal e tais escolas, na maioria das vezes, não dispõem de um laboratório de multiciências para o desenvolvimento de atividades laboratoriais.

Acompanhando as discussões entre os grupos, observou-se que embora os alunos tenham tido contato com os conteúdos abordados anteriormente no início do ano letivo, algumas lacunas foram surgindo: dificuldade com os cálculos e operações simples, desconhecimento parcial das unidades de medidas das grandezas físicas envolvidas, problemas com a interpretação textual das indagações constantes nos instrumentos avaliativos e dificuldade com a escrita.

Apesar das dificuldades encontradas, os estudantes aos poucos demonstravam interesse na realização das atividades, para a maioria deles, as atividades significam algo novo, algo que jamais haviam experimentado, conforme seus relatos.

Os alunos preencheram o Questionário Avaliativo – Conteúdos, o qual avaliou o nível de compreensão prévio deles sobre os temas abordados. O questionário é composto de 10 perguntas objetivas com 5 escalas de resposta: “sim, não, mais ou menos, talvez e nunca”.

Todos os alunos da turma responderam ao questionário sobre o conteúdo e acerca da atividade experimental. Dentre as muitas respostas e observações, optou-se selecionar as questões mais relevantes da turma.

As dez primeiras perguntas do questionário avaliativo sobre os conteúdos indicaram que, antes das aulas teóricas e apresentação do experimento junto ao simulador, a maioria dos alunos (86%) não compreendia os conceitos sobre associação de resistores em série e em paralelo, nunca ouviram falar do simulador Multisim 13.0, Arduino e placa de circuito impresso. Entretanto, ao se analisar em especial a resposta da turma com relação à pergunta 1 e 2 do instrumento: “Aprendizagem” “Os experimentos ou atividades experimentais são importantes para

a eficácia do seu aprendizado?” , Verificou-se que mais da metade da turma, 90% dos estudantes, responderam que “sim”, 3% disseram que “Talvez”, e 7% falaram que “Mais ou menos”.

Figura 28. Respostas da turma sobre aprendizagem



Fonte: Autor da pesquisa

Já para o requisito se o experimento ajuda a esclarecer os conteúdos teóricos, 87% dos alunos responderam que “sim” e 13% deles disseram “mais ou menos”. Como mostram a Figura 29 da questão 2 a seguir:

Figura 29. Respostas da turma sobre conteúdos teóricos



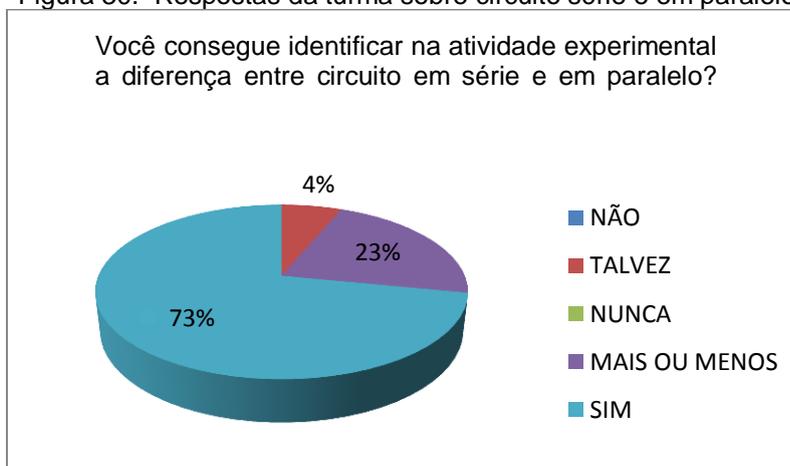
Fonte: Autor da pesquisa

Ressalta-se que os estudantes ainda que tivessem as aulas no primeiro semestre sobre esse assunto, uma boa parte ainda apresentava problemas de aprendizagem a respeito. Embora, em linhas gerais, a resposta não tenha sido satisfatória, o objetivo do questionário fora alcançado: medir o nível de compreensão dos estudantes sobre os conteúdos antes de qualquer atividade didático-pedagógica.

Seguindo a análise dos resultados do instrumento avaliativo I, como mostra a Figura 30, no que diz respeito aos conteúdos após a apresentação da atividade experimental questões 3 e 4, tem-se: Questionário Avaliativo-Conteúdos (Questão 3) “Você consegue identificar na atividade experimental a diferença entre circuito em série e em paralelo?”.

Observou-se que 73% dos entrevistados assinalaram como resposta “sim”, um percentual de 23% responderam “mais ou menos” e um percentual mínimo 4% responderam corretamente que “não” que não conseguem identificar se a associação está em série ou em paralelo na placa de circuito impresso.

Figura 30. Respostas da turma sobre circuito série e em paralelo



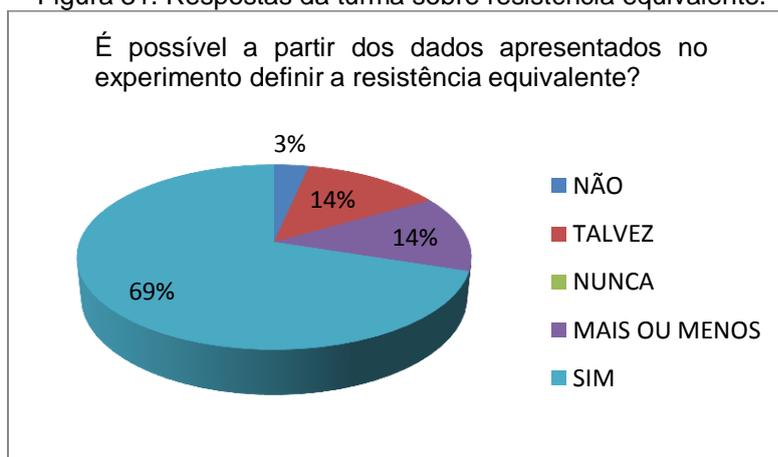
Fonte: Autor da pesquisa

Questionário Avaliativo - Conteúdos (Questão 4)

“É possível a partir dos dados apresentados no experimento definir a resistência equivalente?”

Nessa questão, como mostra Figura 31, 69% dos alunos entrevistados responderam que “sim”, diferentemente 14% apresentaram opinião de igual percentual entre “Talvez” ou “Mais ou menos”: Como mostra o gráfico 4 a seguir.

Figura 31. Respostas da turma sobre resistência equivalente.



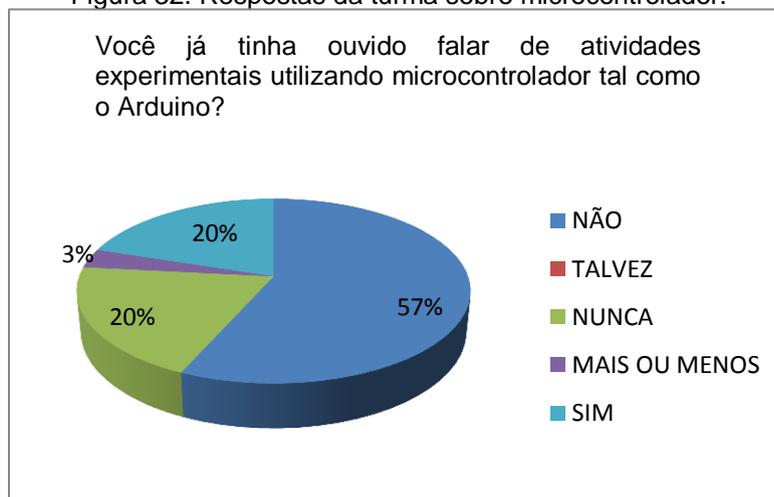
Fonte: Autor da pesquisa

Portanto, verificou-se que após a apresentação da atividade experimental e das aulas expositivas a maioria da turma foi capaz de entender os conceitos de circuitos em série, paralelos e suas características. Entretanto, um número considerável de estudantes não compreendia corretamente estes conceitos. Continuando as discussões e informações a respeito dos instrumentos avaliativos - Conteúdos (Questão 5 e 6).

“Você já tinha ouvido falar de atividades experimentais utilizando micro controlador tal como o Arduino?”

Pelas respostas obtidas e tabuladas, como mostra a Figura 32, observou-se que os estudantes, na sua maioria, não sabem o que é um microcontrolador, tal como o Arduino. Pois, observou-se que 57% dos alunos relataram que “não”, ou seja, que desconhecem ou não ouviram falar em Arduino, 20% responderam “Nunca”, 20% falaram que “sim”, e apenas 3% responderam “Mais ou menos”.

Figura 32. Respostas da turma sobre microcontrolador.



Fonte: Autor da pesquisa

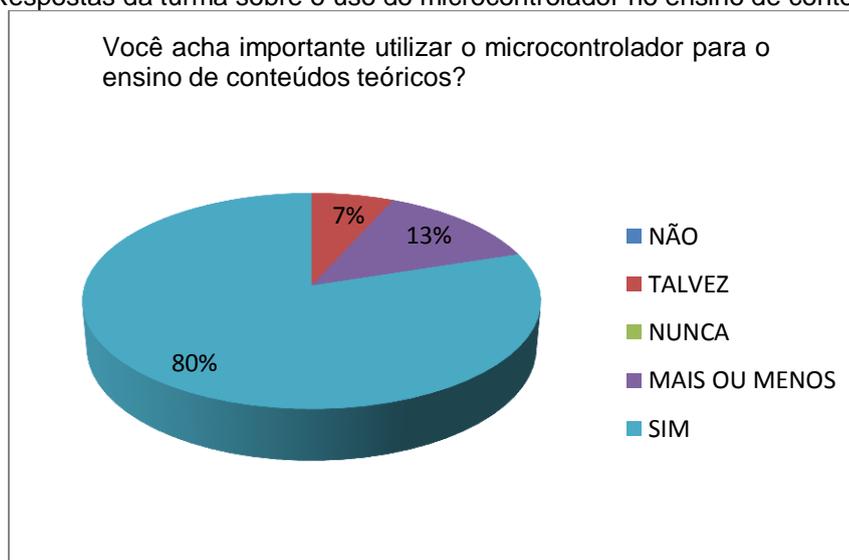
Questionário Avaliativo- Conteúdos (Questão 6)

“Você acha importante utilizar o micro controlador para o ensino de conteúdos teóricos?”

Após a apresentação da atividade experimental, assim como a realização das aulas teóricas, veja a opinião dos alunos entrevistados a respeito do micro controlador Arduino.

Com a relação à pergunta 6, que indagou sobre a importância de utilizar o micro controlador para o ensino de conteúdos teóricos, os resultados foram satisfatórios no que tange à informação acerca do micro controlador Arduino. Na Figura 33 apresenta o percentual de conhecimento adquirido pelos alunos a respeito do Arduino, 80% dos alunos da turma disseram que “sim”, que o uso do micro controlador é importante na realização de aulas teóricas, 13% responderam “Mais ou menos e 7% expressaram dúvida disseram “Talvez”.

Figura 33. Respostas da turma sobre o uso do microcontrolador no ensino de conteúdos teóricos.



Fonte: Autor da pesquisa

Quanto à questão 7, que tratava especificamente sobre a Atividade Experimental e suas evidências de aprendizagem, os alunos foram unânimes nas respostas quanto a importância das atividades experimentais para esclarecimento dos conteúdos teóricos e quanto à eficácia do aprendizado. (Questão 7) “Com a atividade experimental os conteúdos ministrados em sala ficaram mais claros para você?”. Observe os resultados conforme apresenta a Figura 34 abaixo.

Figura 34. Respostas da turma sobre a atividade experimental.

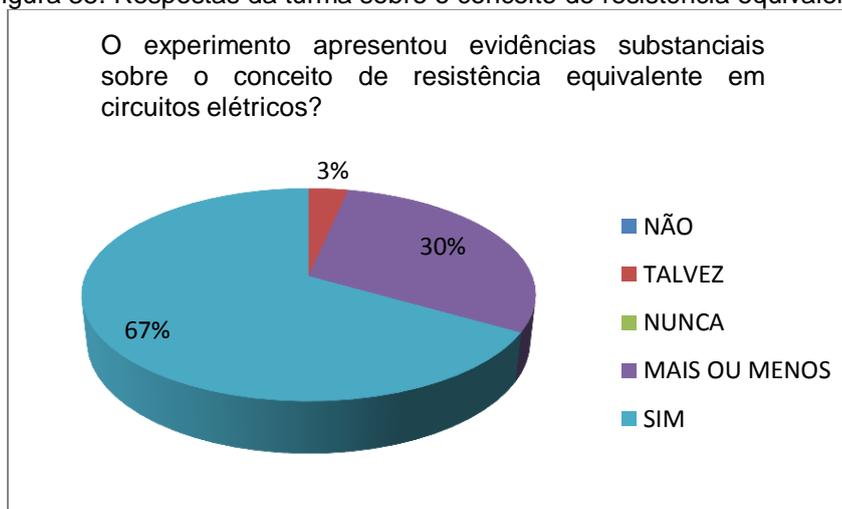


Fonte: Autor da pesquisa

Com relação à prática de atividades experimentais nas aulas de Física (Figura 34) observou-se que a maioria dos alunos, cerca de 90% responderam “sim”, ou seja, com as atividades experimentais os conteúdos ministrados nas aulas ficam mais claros, e apenas 10% apresentaram dúvidas e responderam “Mais ou menos”.

Para a questão 8 que relaciona o objetivo principal desse experimento, que é a medida da resistência equivalente, observa-se com a resposta à pergunta que os alunos puderam realizar através da atividade a medida da mesma, veja os resultados abaixo como mostra a Figura 35.

Figura 35. Respostas da turma sobre o conceito de resistência equivalente”

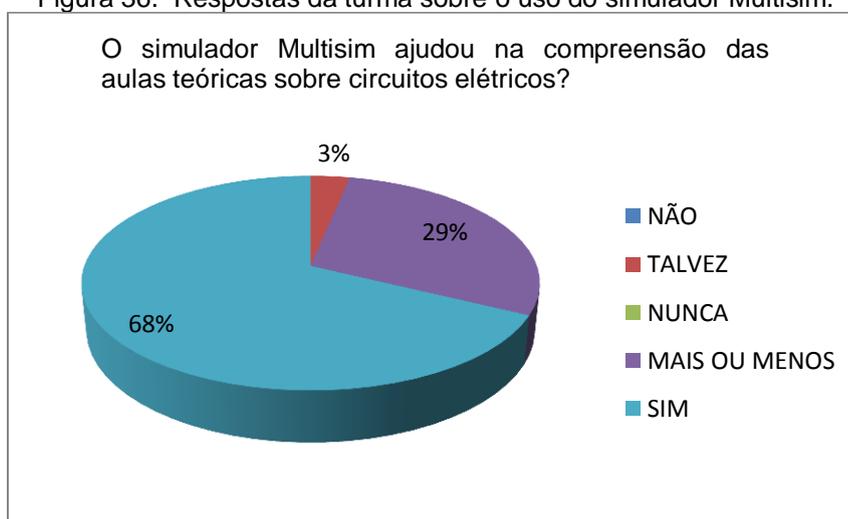


Fonte: Autor da pesquisa

O percentual de 67% refere-se ao número de estudantes que responderam “sim”, que o experimento apresentou evidências substanciais sobre o conceito de resistência equivalente em circuitos elétricos, mostrando que o objetivo do trabalho fora atingido. 30% responderam “Mais ou menos” e apenas 3% apresentaram duvidas respondendo “Talvez”.

Com relação à pergunta (9): “O simulador Multisim ajudou na compreensão das aulas teóricas sobre circuitos elétricos?”, 68% afirmaram que “sim” que houve uma ajuda direta na compreensão do conteúdo quando se manuseou o simulador. 29% responderam “Mais ou menos” somente 3% dos alunos optaram devido a dúvida existente em responderem “Talvez”. Veja os resultados na Figura 36.

Figura 36. Respostas da turma sobre o uso do simulador Multisim.

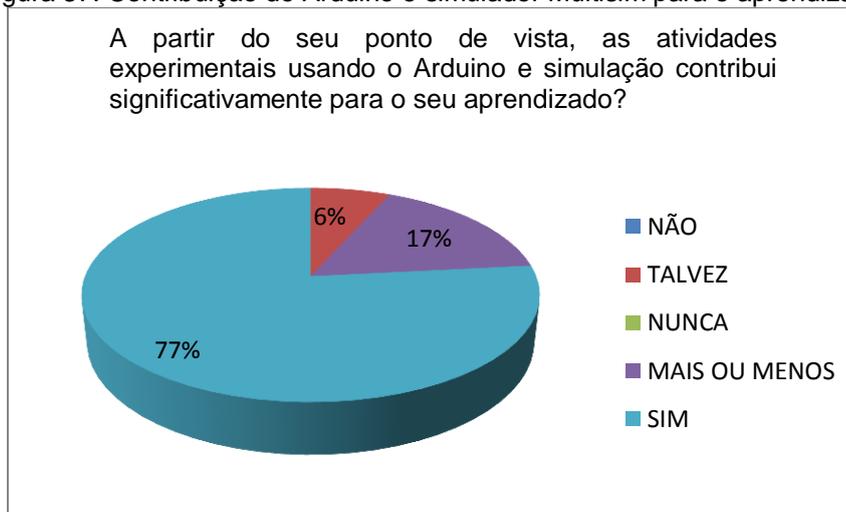


Fonte: Autor da pesquisa

A maioria dos alunos da turma respondeu que “sim”, obviamente, pelo fato de nunca terem contado com atividades de simulação, o que foi verificado no acompanhamento durante toda a atividade, nas falas e depoimentos dos alunos que a atividade de um modo geral era inédita nesse formato.

Por fim, quando indagados com a pergunta (10) do questionário: “A partir do seu ponto de vista, as atividades experimentais usando o Arduino e simulação contribuem significativamente para o seu aprendizado?” Observa-se na Figura 37 a seguir que 77% dos alunos responderam “sim”, 17% responderam “Mais ou menos” e por fim 6% dos alunos entrevistados apresentaram duvidas e responderam “Talvez”.

Figura 37. Contribuição do Arduino e simulador Multisim para o aprendizado.



Fonte: Autor da pesquisa

A maioria dos alunos da turma respondeu que “sim”, obviamente, pois durante toda a atividade mostraram empenhados e comprometidos sem apresentarem muitas dificuldades ou dúvidas em relação aos conceitos.

De modo geral, pode-se dizer que a aplicabilidade da atividade experimental foi de grande importância para a escola, pois, neste primeiro momento de atuação junto aos alunos do Ensino Médio da rede de ensino público os resultados obtidos foram satisfatórios; tendo em vista que a maior participação dos discentes nas aulas com exposição de questionamentos a respeito dos assuntos abordados e sugestões foram consideradas extremamente importantes para formação do cidadão.

Pôde-se perceber ainda que a interação entre aluno/aluno e aluno/professor passou a ocorrer com maior frequência; além de se observar um aumento das capacidades críticas ao que concernem pontos de vista diferentes sobre um mesmo tema.

Com a utilização da atividade experimental, a metodologia utilizada torna-se mais atraente aos alunos. O alunado passou a entender que os conceitos de Física não servem somente para fins didáticos, mas que ele está relacionado ao cotidiano de cada um, e conseqüentemente, ligado ao desenvolvimento da humanidade. Constatou-se também um forte interesse dos alunos em participar de novas atividades utilizando o software de simulação assim como o micro controlador Arduino. Ficou clara a importância de utilizar as atividades experimentais como um recurso didático no processo ensino-aprendizagem dos alunos, por ser um método instigante, capaz de estimular a visão dos alunos diante dos conceitos apresentados

em sala, bem como, ajudar a desenvolver suas habilidades de percepção, especialmente no que se refere às mudanças ocorridas no meio científico.

5.3 Comentários de professores da escola após a realização da atividade.

Comentário do professor A, referente ao desenvolvimento da atividade experimental na escola Albertina Barreiros. Os avanços tecnológicos têm sido utilizados em praticamente todas as atividades humanas e no sistema educacional não é diferente, é mais uma ferramenta a ser implantada no sistema de ensino aprendizagem. Pra mim é importante estar acompanhando as reais tendências para o futuro e me apropriar dessa inovação globalizada tendo em vista que o contexto histórico do sistema educacional envolve esses novos recursos tecnológicos. Não é novidade que esses avanços tecnológicos têm mudado e muito a maneira de pensar e agir e como se trabalha no ambiente escolar.

CAPITULO 6

6.1 Conclusão

Sabe-se que há muitas formas de atuação no processo de ensino em sala de aula, que vão desde as aulas expositivas, uso do livro didático, apresentação de vídeos, atividades no laboratório, realização das atividades experimentais, dentre outros. Contudo, na maioria das vezes, não há uma padronização nesses processos, ou seja, são realizados indistintamente e de maneira aleatória, o que de certa forma dificulta a atuação do professor em todos os aspectos e muito mais o aprendizado dos estudantes.

O desenvolvimento desse trabalho, para as 3^a séries do Ensino Médio da Escola Albertina Barreiros, utilizando o Arduino acoplado a uma placa de circuito impresso e um software de simulação, possibilitou ao professor da escola e da rede pública de um modo geral, desenvolver habilidades nessa área; capacitá-lo em sua prática pedagógica com a diversificação didática de ensino através do uso de novas metodologias e ainda, possibilitar ao docente subsídio para que desenvolva outros materiais e métodos em outros conteúdos distintos dessa pesquisa.

Apesar de toda uma infinidade de recursos aliados ao ensino, porque utilizar o Arduino? Talvez seja a pergunta mais comentada entre os profissionais e pesquisadores da área de ensino. Pois bem, o uso do Arduino nessas atividades, além de sua versatilidade, fornece aos estudantes a possibilidade de compreender noções elementares de eletrônica; além disso, proporcionar o contato com o experimento, com os componentes (sensores, *jumpers*, resistores, capacitores, dentre outros) e estabelecer o acesso do educando à linguagem básica de programação, desperta em boa parte dos estudantes o interesse pela pesquisa e o uso de novas tecnologias – detalhes técnicos serão abordados com maior ênfase no material instrucional.

A aplicação desse trabalho demonstrou que as atividades experimentais utilizando o Arduino e software de simulação nas aulas, além de interessantes, contribuem de forma significativa com o aprendizado dos alunos. Apesar disso, alguns estudantes apresentaram dificuldades em entender alguns dos conteúdos que foram apresentados.

Nesse sentido, acredita-se que essa dificuldade apresentada foi em função da inserção do “novo” método que envolveu atividades de investigação, pois eles não

tenham participado de algo semelhante, além do mais alguns não dispunham de base suficiente para a análise e compreensão de conceitos.

A análise dos fenômenos envolvidos no experimento e as evidências de aprendizagem consolidaram-se por meio dos questionários e registros dos apontamentos individuais, estes registros possibilitaram a correlação das informações fornecidas pelo Arduino com os dados encontrados teoricamente. Convém destacar que se faz necessário o compartilhamento dessas informações com todos os profissionais da área de ensino e não somente com professores de Física, o que permitirá aos professores de outras áreas de atuação disseminar a proposta entre seus pares.

Em todo o processo, observou-se a interação e o protagonismo dos alunos tanto na realização e coleta dos dados quanto na verificação e discussão em grupo dos resultados obtidos.

Os resultados das avaliações sobre o conhecimento dos alunos da escola pública em relação à atividade experimental com placa de circuito impresso utilizando o Arduino e software de simulação mostraram que os experimentos de Física contribuem significativamente para os conhecimentos sobre os conceitos desta área. De fato, são de fundamental importância para o entendimento de certas situações do nosso dia-a-dia, e que o estudo desta está intimamente ligado à necessidade inerente do ser humano que é conhecer o mundo em que vive e as soluções para determinados problemas. Então podemos considerar que este trabalho atende a todas essas especificidades, cujo objetivo está pautado em fazer com que o alunado por intermédio dos experimentos consiga manifestar suas dúvidas, e também o conhecimento empírico (trazidos de fora do ambiente escolar), ou seja, a sua bagagem cultural, seu conhecimento de mundo e relacionar as experiências vividas em sala de aula com sua realidade.

Então, percebe-se que a articulação entre teoria e prática é extremamente necessária para a ampliação dos conhecimentos dos alunos, certamente, as ações didático-pedagógicas tomadas durante a aplicabilidade deste trabalho irão elevar a qualidade do ensino e aprendizagem na escola Albertina Barreiros.

Por fim, sugerem-se aos demais professores e profissionais da área de ensino, promover o desenvolvimento de outros experimentos na área ou em áreas afins com intuito de disseminar a metodologia, promovendo dessa forma o aumento

do número de materiais dessa natureza disponíveis a professores e alunos das escolas.

REFERÊNCIAS

ASCENCIO, A. F; CAMPOS, E. A. V., **Fundamentos de Programação de Computadores: Algoritmos, Pascal, CC++ e Java 2ª ed.** São Paulo: Pearson Prendice Hall, 2008.

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

Azevedo, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** In: CARVAHO, A.M.P. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática (pp. 19-33). São Paulo: Cengage Learning, 2012.

BINI. 2005, p.18 36 Motivando os professores para a escola e para a vida: A maneira de se transmitir o conteúdo. Estratégias de ensino-aprendizagem, 2005

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base (600p).** Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base.** Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: < 568 http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2019.

CARACTERÍSTICAS E ELEMENTOS DA CORRENTE ELÉTRICA. Redu: Conteúdos Escolares, 2017. Disponível em: redu.com.br. Acesso em: 16 de jun. 2019.

CARUJO, C. A. **História dos Municípios Paraenses.** V. 02. ShambAllah (Local Virtual): Editora Clube de Autores, 2015.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas.** Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. João Pessoa: Cengage Learning, 2014.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Investigar e aprender ciências.** São Paulo: Sarandi, 2014.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: del saber sábio al saber enseñado.** Argentina: Aique Grupo Editor SA, 1991. Disponível em: <http://eva.udelar.edu.uy/mod/resource/view.php?id=297372>. Acesso em: 24 Jun. 2019.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F; ALVEZ-FILHO, J. P. **Potencialidades do ensino por investigação para Promoção da motivação autônoma na educação científica.** Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, V. 08, No. 01, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/19825153.2015v8n1p101/29302>. Acesso: 23/06/2019.

Confederação Nacional da Indústria (CNI).(2016). Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil. Distrito Federal: Brasília.

ELEMENTOS QUE ALTERAM A RESISTENCIA. Brasil Escola, 2006. Disponível em: brasilecola.uol.com.br. Acesso em: 03 jun. de 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1995.

HALLYDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos da Física**. 9ª Edição. Vol. 03 Rio de Janeiro: Editora LTC, 2013.

Introdução aos microcontroladores. Disponível em <<http://www.eletronica/Mario>>. Acesso em 19 de dez. de 2019.

LABURÚ, Carlos Eduardo. **Seleção de experimentos de física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores**. Investigação em Ensino de Ciências, v.10, n.2, 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/515>>. Acesso em: 17 jun. de 2019.

MARABÁ, Lei nº 8, de 31 de outubro de 1935, (ANTONIO, 1961. ITUPIRANGA-PA). Estabelece a divisão municipal. Câmara Municipal de Marabá: Marabá, 1935.

MARTINAZZO, C. A.; TRENTIN, D. S.; FERRARI, D; PIAIA, M. M. **Arduino: Uma Tecnologia no Ensino de Física**. Perspectiva, v. 38, n.143, p. 21-30. Set. 2014. Disponível em: <http://www.uricer.edu.br/rperspectiva/>. Acesso em: 15 Abr. 2019.

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO. Sentido real e sentido convencional da corrente elétrica. Pagina pessoal. utfpr.edu.br, 2019. Disponível em: https://paginapessoal.utfpr.edu.br/login_form. Acessado em: 16 jul. de 2019.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. **Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 2, p. 327-332, ago. 2016.

MUNDIN, Kleber C. CONDUTORES NÃO ÔHMICOS. EaD: Laboratório Virtual, 2009. Disponível em: ensinoadistancia.pro.br. Acesso em: 09 de jun. de 2019.

MULTISIM. Disponível em: <<http://digital.ni.com>>. Acesso em 14 maio de 2019.

OMALLEY, John. **Análise de Circuitos**. Porto Alegre: Bookman Editora, 1993.

PARÁ. Decreto-Lei nº 3.131, de 31 de outubro de 1938. Estabelece a divisão Territorial do Estado do Pará. Assembleia Legislativa do Estado do Pará: Belém, 1938.

PARÁ. Decreto-Lei nº 4.505, de dezembro de 1943. Estabelece a divisão territorial do Estado do Pará. Assembleia Legislativa do Estado do Pará, 1943.

PARÁ. Lei nº 158, de 31 de dezembro de 1948. Estabelece a reorganização territorial dos municípios do Estado do Pará. Assembleia Legislativa do Estado do Pará: Belém, 1948.

PARÁ. Lei nº 2.460, 1961. Cria municípios do Estado do Pará. Diário Oficial do Estado do Pará: – (ANTONIO, 1961. ITUPIRANGA-PA).

PARÁ. Lei nº 62, 1947. Reconhece os municípios do Estado do Pará. Assembleia Legislativa do Estado do Pará: Belém, 1947.

PERRIEN, J. CHARON, E. J.; MICHEL, Z. **Recherche en Marketing: Méthodes et Décisions**. Canadá: Editeur Gaëtan Morin, 1986. Disponível em: <<http://livre.fnac.com>>. Acesso em: 13 jun. de 2019.

PERRENOUD, P. **La Transposition Didactique à Partir de Pratiques: de savoir aux compétences**. *Reveu des Sciences de l'éducation Montreal*, v. XXIV, n.3. p. 487-514, 1998. Disponível em: http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1998/1998_26. Acesso em: 15 Jun. 2019.

RESISTIVIDADE. Info Escola: navegando e aprendendo, 2006. Disponível em: infoescola.com. Acesso em: 03 jun. de 2019.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. S. **Física 1**. 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2005.

_____. **Física 3**. 4ª edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1996.

SADIKU, Matthew N. O.; ALEXANDER, Charles. **Fundamentos de Circuitos Elétricos**. 5ª edição. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013.

Sá, E.F.; Maués, E.R. & Munford, D. **As Características das Atividades Investigativas Segundo Tutores e Coordenadores de um Curso de Especialização Em Ensino De Ciências**. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, SC, Brasil, 6 (11/2007). Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p820.pdf>

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. Daniel Moreira Miranda (Tradução). São Paulo: Edipro, 2016.

ZANATTA, S. C. *et al.* **Base nacional comum curricular: contexto e implicações no processo de ensino e aprendizagem de física**. *Revista Paradigma*, Vol. 40, N. 1, Junho de 2019 / 197 – 217.

APÊNDICE A – Produto Educacional: Software de Simulação de Circuitos Elétricos Multisim e Construção de Placa Capaz de Medir Resistência Equivalente.

Multisim

Segundo Braga (2009, p. 7), o Multisim é um programa que realiza a simulação da montagem de circuitos eletrônicos, nele estão contidas todas as ferramentas necessárias para a montagem de tais circuitos como resistores, capacitores, diodos, transistores, portas lógicas digitais, CI's com circuitos já prontos, entre outros.

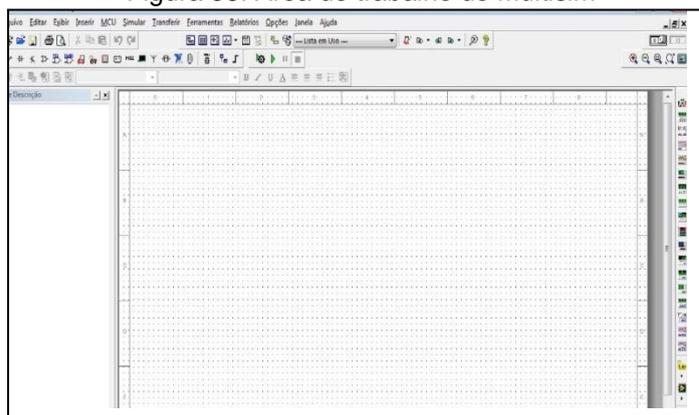
O Multisim se apresenta como uma ferramenta comportamental de circuitos elétricos, combinando recursos intuitivos e facilidade de utilização com o padrão industrial de simulação SPICE em um único ambiente integrado, abstraindo as complexidades e dificuldades de simulação tradicional. (MULTISIM, 2010).

O software Multisim, agora é um produto da National Instruments em suas versões 9 e 10, conta com recursos sofisticados que o torna muito mais do que um simples software de projeto para estudantes e bolsistas. Os recursos dessas novas versões permitem seu uso avançado em aplicações profissionais, incluindo projeto e simulação de circuitos com microprocessadores e de alta frequência. (TUTORIAL MULTISIM. docpleyer.com.br).

Na figura 38, à esquerda, encontra-se a barra de design onde estão localizados os projetos e arquivos correntes, acima está o Menu e as Barras de Ferramentas. À direita está localizada a Barra de Instrumentos. Abaixo estão às informações sobre a simulação e no meio localiza-se a sua área de trabalho onde o circuito será montado.

Podemos ver a tela inicial da área de trabalho do software.

Figura 38. Área de trabalho do Multisim



Fonte: Print Simulador Multisim 13.0

Na barra de Menu temos as seguintes opções:

File: Para criar um novo arquivo ou projeto, abrir, salvar, imprimir, fechar etc.

Edit: Para recortar, copiar, colar, selecionar, deletar etc.

View: Para zoom, grade, barra de ferramentas, etc.

Place: inserir um componente, fio, junção ou circuito na área de trabalho, além de criar blocos hierárquicos.

MCU: Opção referente a micros controladores, não vistos nessa cadeira.

Simulate: iniciar, carregar ou salvar informações, para análise. Permite configurar componentes digitais (usar o ideal). Introdução de instrumentos.

Transfer: gerar arquivos para construção de placas de circuito impresso.

Tools: banco de dados com vários componentes específicos. Checagem da conexão de fios, manipulação de vários componentes além de símbolos de blocos lógicos.

Report: geração de Netlist, estatísticas e referencias cruzadas.

Options: Tipos de folhas de dados e configuração do software.

Instrumentação virtual

Um dos grandes atrativos do Multisim é a sua bancada de instrumentos virtuais. Na opção “montando” um circuito é possível simular seu funcionamento com a medida dos mais diversos parâmetros diretamente pelos instrumentos virtuais que podem ser conectados a qualquer ponto.

Um ponto importante da bancada de instrumentos é que diversos deles apresentam características reais de instrumentos da Agilent e TeKtronix. Por

exemplo, o possuidor dos canais do Multisim 13.0 pode contar em sua bancada virtual com um osciloscópio 54622D da Agilent ou XSC₂ de 4 canais TeKtronix para visualizar os canais do circuito que está sendo projetado. Os seguintes instrumentos estão disponíveis:

Na Figura 39, observa-se um osciloscópio como mostrado na tela do Multisim com os seguintes instrumentos:

Figura 39. Osciloscópio mostrado na tela do Multisim.



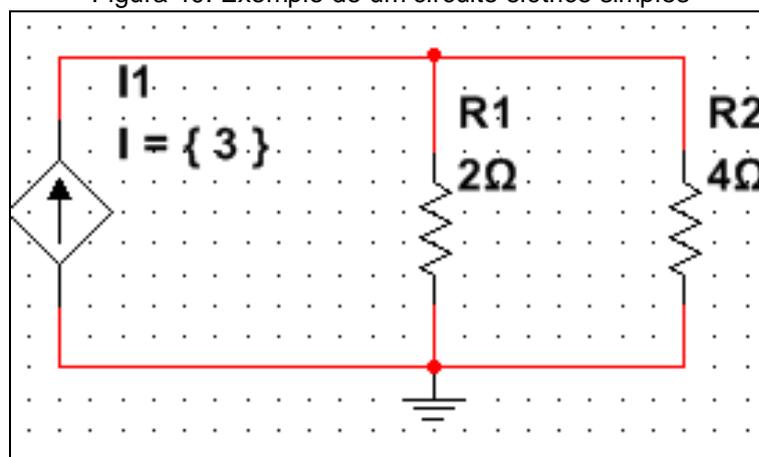
Fonte: Print da tela de apresentação do Simulador Multisim 13.0

- Analisador lógico de 16 canais;
- Multímetro digital agilent;
- Osciloscópio Agilent 54822D;
- Gerador de formas de ondas agilent 33120^a;
- Amperímetro;
- Ploter de Bode;
- Analisador de distorção;
- Provas dinâmicas de medida o;
- Frequencímetro;
- Gerador de funções;
- Multímetro;
- Analisador de rede;
- Osciloscópio de 2 e 4 canais;
- Osciloscópio TeKtronix XSC₂ de 4 canais;
- Voltímetro;
- Wattímetro;
- Gerador de palavras.

O programa fornece inicialmente várias ferramentas que possibilitará montar com facilidade um circuito elétrico; tais ferramentas permitem ao usuário interagir

com a plataforma de modo a visualizar graficamente grandezas como tensão, corrente, potência, entre outras. Estas ferramentas nos possibilitam montagens que vão desde circuitos simples apenas com resistores, até circuitos mais complexos, envolvendo também capacitores, indutores, componentes eletrônicos e outros. Na Figura 40 abaixo temos o exemplo de um circuito elétrico simples, montado a partir do manuseio do programa, composto por uma fonte e dois resistores. Podemos observar os valores da tensão e também da corrente elétrica em cada parte do circuito.

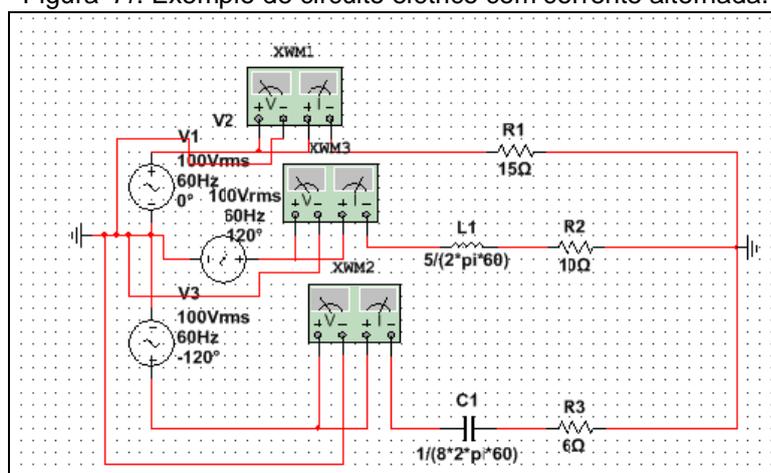
Figura 40. Exemplo de um circuito elétrico simples



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Na Figura 41, observa-se também o exemplo de um circuito montado através do programa onde aparecem os elementos de um circuito com corrente. Nos elementos do circuito aparecem os valores das variáveis envolvidas.

Figura 41. Exemplo de circuito elétrico com corrente alternada.

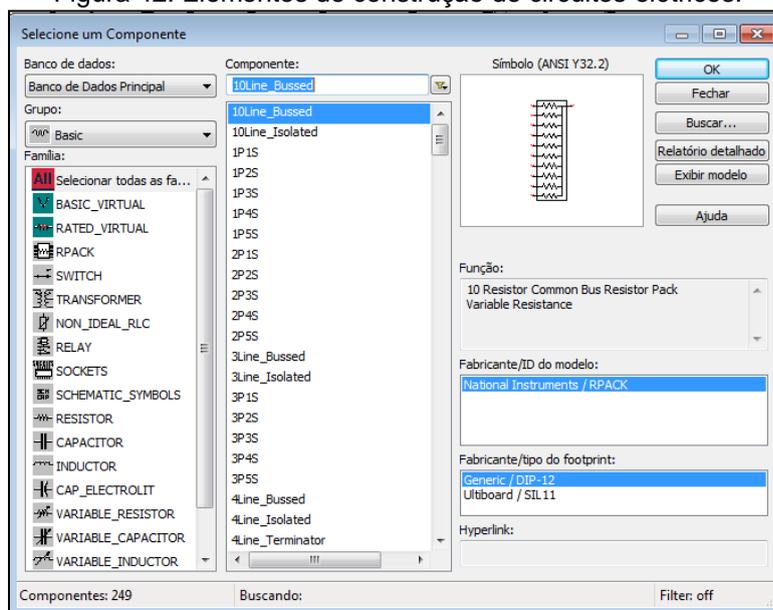


Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Principais ferramentas

Para construir um circuito o usuário poderá utilizar dos elementos que ficam na barra de componentes à esquerda da página inicial do Multisim. A Figura 42 apresenta os elementos necessários para construção de circuitos elétricos.

Figura 42. Elementos de construção de circuitos elétricos.



Fonte: Print do simulador multisim 13.0

Na Figura 42, tem-se a janela de seleção de componentes, onde estão localizados todos os componentes de circuitos eletrônicos contidos nas suas bibliotecas. Em *Database*, estão localizadas as bibliotecas existentes que são a Biblioteca Mestre, a Biblioteca Corporativa e a Biblioteca do Usuário. Em *Component*, ele irá mostrar o nome do componente atual e ainda pode servir como ferramenta de pesquisa onde se pode digitar, na lista logo abaixo, os componentes com iniciais iguais às digitadas que serão listados. Em *Symbol (ANSI)*, a representação do componente atual no padrão A (livro texto). Em *Function*, aparece a função ou nome do componente. *Group* e *Family* são diretórios que facilitam a procura por componentes de acordo com suas funções e características semelhantes.

Basicamente, estes são os elementos que podem ser utilizados para a construção de um circuito elétrico. Para tanto basta clicar em cima do ícone e em seguida aparecerá um ok para confirmação, logo em seguida na área de trabalho. Os elementos disponíveis para a construção de um circuito simples são os seguintes:

- Fonte AC
- Fonte DC
- Resistor
- Capacitor
- Indutor
- Lâmpadas
- Voltímetro
- Amperímetro

A inserção de componentes também pode ser realizada de uma maneira mais direta através da Barra de Componentes como mostra a Figura 43, que irá direcioná-lo para a Janela de Seleção de Componentes e no grupo escolhido.

Figura 43. Elementos básicos de construção de circuitos elétricos.



Fonte: Simulador Multisim 13.0

A inserção de fios

A inserção de fios pode ser feita da seguinte maneira:

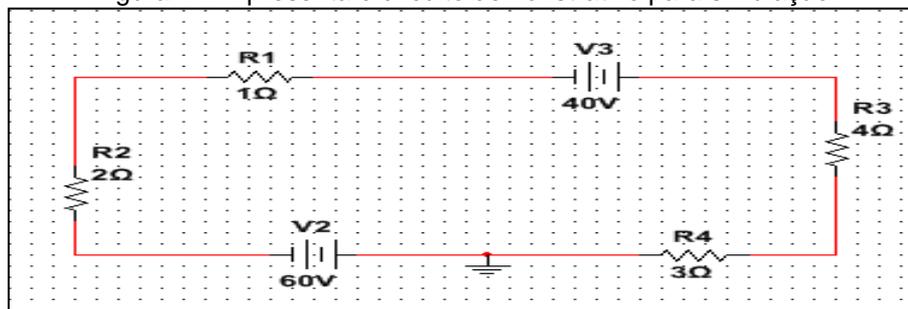
- Clicando duas vezes em qualquer lugar da área de trabalho e no final do fio, se não for ligado a um componente, clicar duas vezes formando um barramento.
- Indo em Menu→Place→Junction ou Wire, clicando em cima da junção ou clicando da área de trabalho no caso do fio em si e finalizando o fio da mesma forma do item anterior.
- Um fio pode ser iniciado clicando na perna de saída/entrada de um componente e finalizada em outro componente ou fio ou qualquer outro lugar da tela para formar um barramento.
- Também existe a ferramenta Bus que é usado para a redução de vias muito útil para o projeto de placas, porém não iremos utilizá-la.
- Caso ocorra engano na hora de fazer um fio clicando com o botão direito do mouse sua imagem pontilhada será apagada.

Construindo e simulando circuitos

Vamos agora mostrar a construção passo a passo de uma simulação de um circuito simples usando o software Multisim. Vamos mostrar como exemplo o circuito

mostrado na Figura 44. Nele temos duas fontes de tensão uma 60V e outra de 40V, quatro resistores, de R1, R2, R3, R4 e o terra.

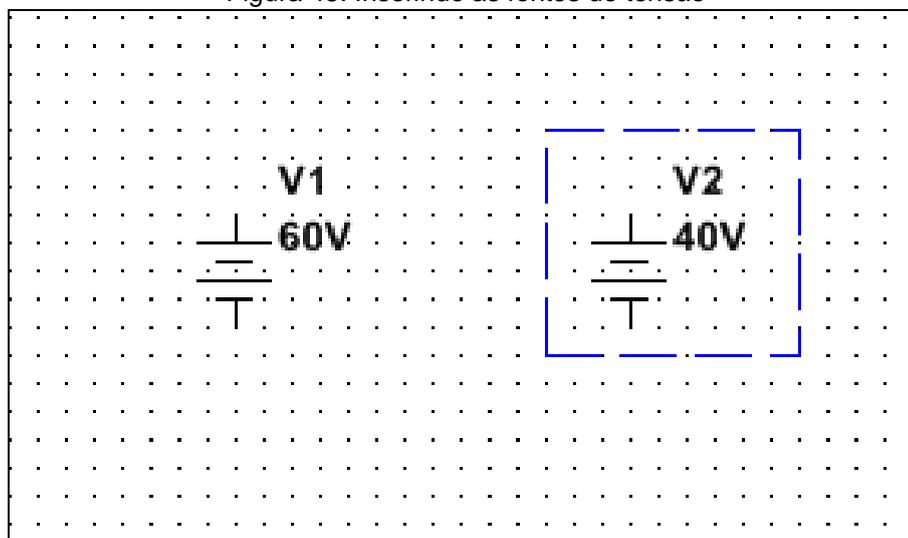
Figura 44. A apresenta o circuito demonstrativo para simulação.



Fonte: Print do simulador multisim 13.0

Como já foi dito, para inserir um elemento na área de trabalho basta clicar no elemento na caixa de seleção e em seguida clicar em ok, e o elemento irá para área de trabalho. Para começar a construção do circuito, inseriram-se duas fontes de tensão e usando o botão “inserir fonte” ajustamos o valor da tensão para 60V e 40V respectivamente, conforme mostrado na Figura 45.

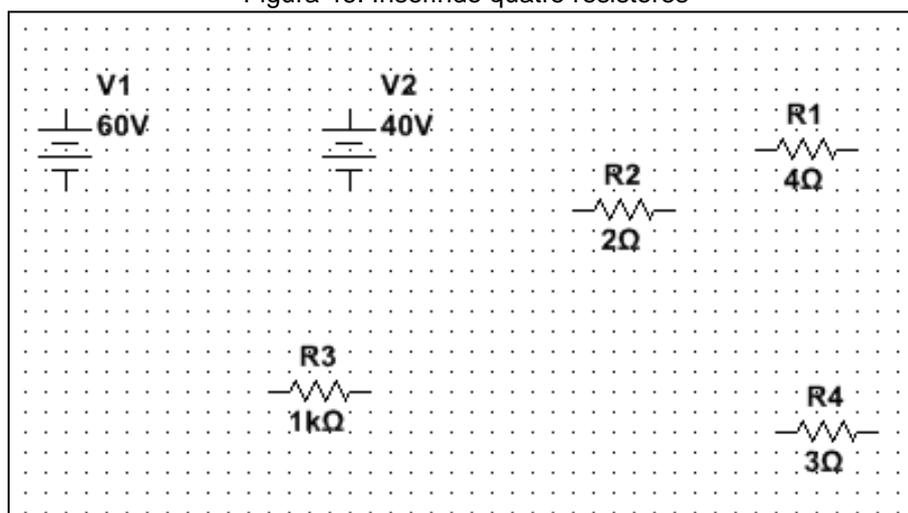
Figura 45. Inserindo as fontes de tensão



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Em seguida inseriu-se os resistores R1, R2, R3 e R4 todos em série entre si, e mudamos os seus valores de resistência. Os elementos ficam, então, dispostos conforme a Figura 46. Para finalizar a construção do circuito basta ligarmos os terminais de modo que o circuito fique igual ao circuito proposto inicialmente.

Figura 46. Inserindo quatro resistores

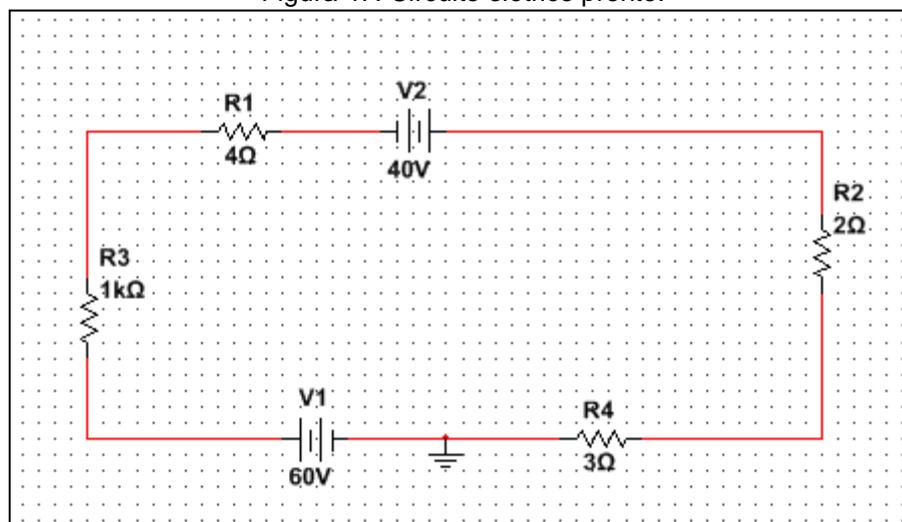


Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Na Figura 46, foram inseridos todos os componentes necessários para que o circuito da figura 47 fosse realizado.

Na Figura 47 tem-se um circuito elétrico montado a partir do simulador multsim pronto para simulação.

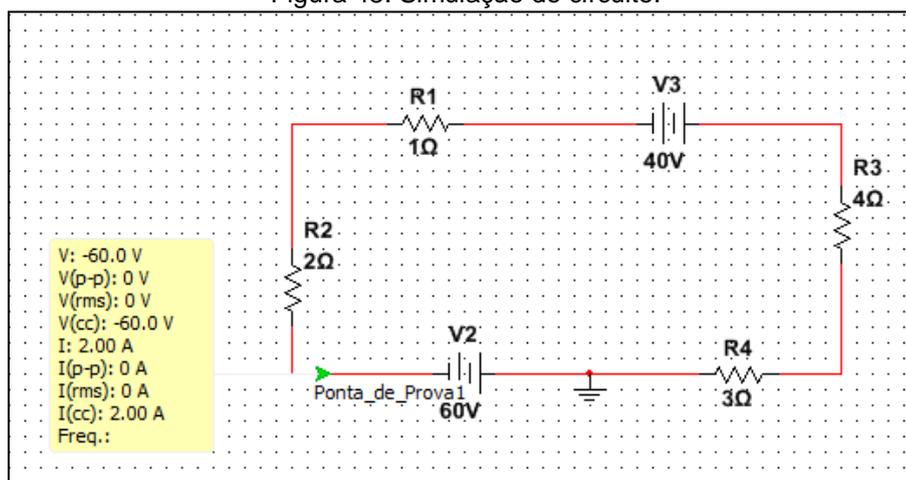
Figura 47. Circuito elétrico pronto.



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Para iniciar a simulação do circuito basta clicarmos no botão “executar,” de cor verde e em formato triangular, que fica no centro superior da área de trabalho. O simulador mostra então o valor da corrente em cada elemento, como pode ser visto na ponta de prova inserida, como mostra a Figura 48.

Figura 48. Simulação do circuito.



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

A Figura 48 mostra o resultado da simulação, e a veracidade dos valores apresentados na ponta de prova.

Atividade Experimental no Ensino de Física

Aprender algo novo, em uma perspectiva construtivista, resulta de um desenvolvimento gradativo que envolve a princípio contato cultural, conflitos e ressignificação (Becker 2008). Porém, antes que qualquer correlação entre indivíduo e o saber científico ocorra surge uma instigação. Portanto a motivação conduz ao aprendizado e é primordial, tanto por produzir o desejo de aprender como mantê-lo. A abordagem experimental no âmbito do ensino contém elementos que favorecem uma aprendizagem norteada pela aprendizagem. A devida atenção às teorias motivacionais e da aprendizagem na elaboração de metodologias envolvendo ensino de Física experimental é apta para execução de um processo de ensino eficiente

Como mencionado anteriormente, os preços de equipamentos para atividades experimentais de Física são elevados. Possibilitar ao docente realizar a montagem do próprio equipamento a um custo acessível, além de melhorar a aula e o aprendizado do aluno, também permite ao professor compreender melhor esse fenômeno, haja vista que a maioria das instituições de ensino superior não possui tais equipamentos. Assim, o aluno de graduação é preparado para ministrar somente aulas teóricas. Sendo, portanto, submetidos à mesma deficiência que os alunos do ensino médio.

Os experimentos de Física podem ser montados com o auxílio dos alunos, pois, eles poderão se identificar com alguma área das ciências exatas, como Engenharia, Sistemas de informação e até mesmo a Física.

Por fim, este trabalho irá mostrar o passo-a-passo para montagem e programação de um experimento para medir resistência equivalente em circuitos série, paralelo e misto.

CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTO USANDO O ARDUÍNO CAPAZ DE MEDIR RESISTENCIA EQUIVALENTE EM CIRCUITOS ELETRICOS

A plataforma Arduino

De acordo com (Rodrigues, R. F. Arduino para físicos), A Placa arduino surgiu na Itália em 2005 e consiste em uma plataforma micro controladora de código aberto *Open-source* - linguagem padrão em Wiring1 – similar à linguagem C/C++, e em *softwares* e *hardwares* livres para as áreas de automação. Nela é possível adicionar diversos tipos de componentes eletrônicos, desta forma, a placa pode ser utilizada como gerenciador automatizado de dispositivos externos na aquisição de dados por intermédio de sensores de entrada e saída.

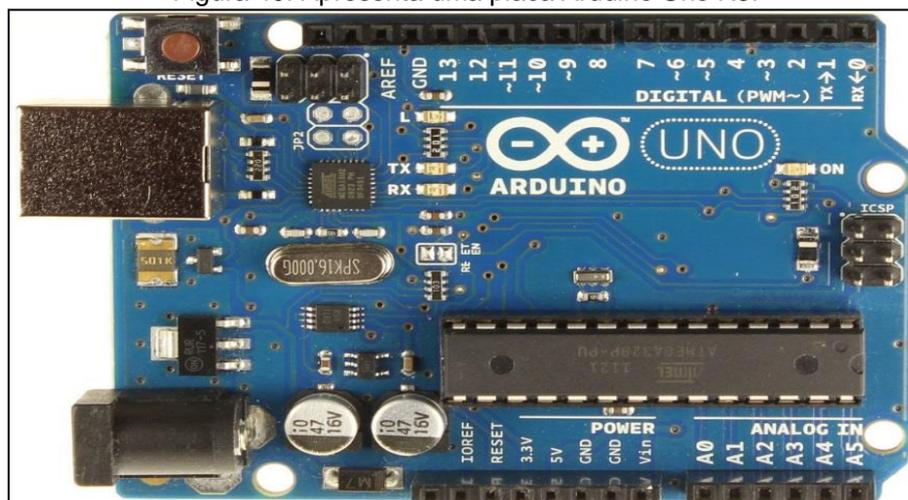
No projeto original voltado aos profissionais de Artes-Plásticas o objetivo era criar ferramentas acessíveis, flexíveis e interativas voltadas à área, entretanto, devido ao fato de operar com o código aberto *Open-source* disseminou-se no mercado com várias opções de placas a preços acessíveis e nas diversas áreas.

Existem diversas plataformas construídas para microcontroladores, mas o Arduino tem se destacado no cenário mundial, sua maior vantagem sobre outras plataformas como a placa *Raspberry*, por exemplo, é a facilidade de utilização, qualquer pessoa poderá aprender o básico e criar seus próprios projetos rapidamente, sem contar que existe na Web uma gama de modelos e projetos disponíveis sem custo algum.

No mercado há vários modelos de placas Arduino, porém as mais utilizadas são a Uno, Leonardo, Due, Nano, Pro-Mini, Explora e Mega. Nesse trabalho optou-se pela placa Uno R3 para o experimento.

Como mostra a Figura 49, o Arduino é uma placa de controle de entrada – entrada de dados por intermédio dos sensores e saída de dados – como *leds*, *displays*, dentre outros, composta de um microprocessador Atmel AVR, um cristal ou oscilador de 16 Mhz (um relógio que envia pulsos de tempo em uma frequência específica), um regulador de tensão de 5 Volts e porta de alimentação USB que permite a conexão com um PC ou Mac.

Figura 49. Apresenta uma placa Arduino Uno R3.



Fonte: filipeflop.arduino.¹⁸

Além disso, dispõe de pinos de entrada/saída para conexão a outros circuitos ou sensores. A placa utilizada no experimento possui 54 pinos digitais dos quais 14 podem ser saídas PWM, 16 pinos de entradas analógicas e 256 Kb de memória flash.

Os pinos digitais 0 e 1 da mesma sequência de pinos estabelecem a comunicação serial com o computador RX e TX, respectivamente responsáveis pela recepção e transmissão de dados. A tela principal do arduino na Web é apresentada na Figura 50.

Figura 50. Tela principal do Arduíno na Web.



Fonte: filipeflop.arduino.

¹⁸ Disponível em: [http:// filipeflop.arduino](http://filipeflop.arduino); Acesso em Jun de 2019

Ide do Arduíno

De acordo com Rodrigues (2008, p. 76), quanto à programação do Arduino, é utilizada uma linguagem de programação própria. O ambiente de desenvolvimento (IDE – *Integrated Development Environment*) ou Ambiente Integrado de Desenvolvimento baseia-se no ambiente *Processing* (software de desenvolvimento de desenhos e interface) e pode ser utilizado nos mais diversos sistemas operacionais.

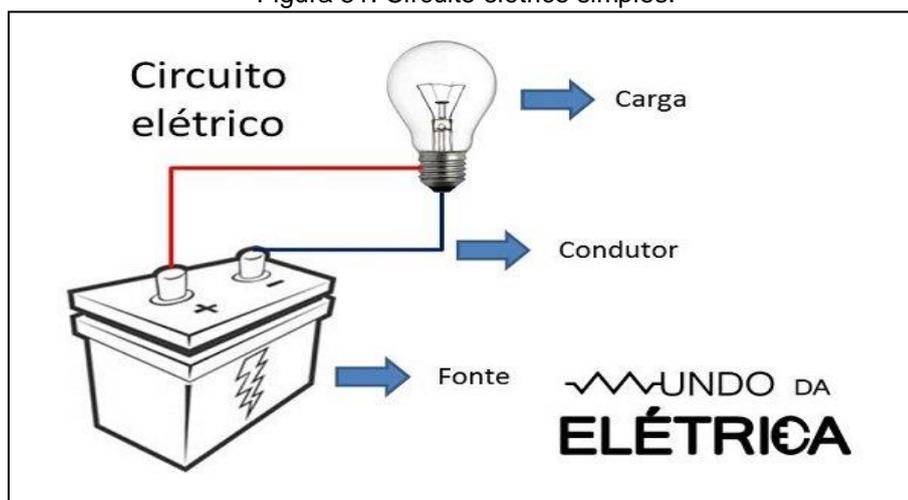
Neste ambiente, os programas escritos para o Arduino são chamados de *sketches*. Este software se comunica com a placa, através do cabo USB, e transfere o programa para o mesmo, dessa forma, não há necessidade de a cada conexão com o notebook ou PC, por exemplo, recarregar o programa, uma vez que a placa Arduino armazena o programa que irá executar, para isso dispõe de 256 Kb de memória.

Circuito Elétrico

De acordo com Sadiku e Alexander, (2013, p. 4), Um circuito elétrico é a ligação de elementos elétricos, tais como resistores, indutores, capacitores, diodos, linhas de transmissão, fontes de tensão, fontes de corrente e interruptores, de modo que formem pelo menos um caminho fechado para a corrente elétrica. Um circuito elétrico simples, alimentado por pilhas, baterias ou tomadas, sempre apresenta uma fonte de energia elétrica, um aparelho elétrico, fios ou placas de ligação e um interruptor para ligar e desligar o aparelho. Estando ligado, o circuito elétrico está fechado e uma corrente elétrica passa por ele. Esta corrente pode produzir vários efeitos: óticos, cinéticos, térmicos, acústicos, mecânicos, etc.

Um circuito elétrico simples, como o mostrado na Figura 51, é formado por três elementos, básicos: uma bateria, uma lâmpada e fios para interconexão. Ele pode existir por si só, pois tem várias aplicações, como uma lanterna, um holofote e assim por diante.

Figura 51. Circuito elétrico simples.



Fonte: filipeflop.Arduino.

Os circuitos elétricos são usados em inúmeros sistemas elétricos para realizar diferentes tarefas.

Associações de Resistores

Para Sadiku, e Alexander (2013 p. 4), os circuitos eletrônicos para funcionar perfeitamente, necessitam de correntes e tensão de polarizações adequadas). Por esse motivo, é necessário estudar o componente que possibilitará essa adequação.

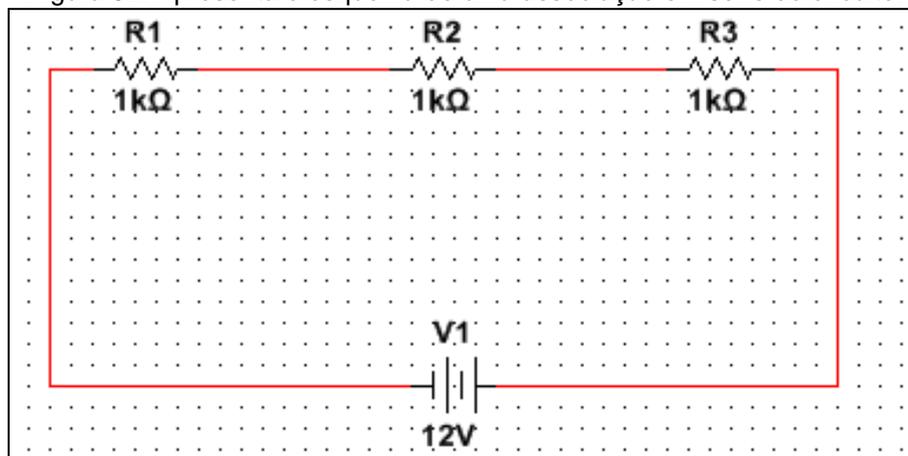
Resistor é um componente eletrônico que tem a propriedade da resistência elétrica, sendo elementos de circuito que consomem esta energia, convertendo-a integralmente em energia térmica. É o caso, por exemplo, de um fio metálico. À medida que os elétrons passam pelo fio, as colisões entre elétrons e os átomos do metal, fazem aumentar a agitação térmica dos átomos. Os resistores têm como função atenuar a corrente elétrica.

De acordo com Sadiku e Alexander (2013, p. 12), os resistores podem estar associados em um circuito em série, em paralelo ou de forma mista). Da associação em série temos que a corrente se mantém constante em todo circuito e a soma do potencial nos resistores equivale à potência da fonte. Já da associação em paralelo notamos que a corrente se divide igualmente se os resistores forem iguais ou proporcionalmente se eles possuírem valores diferentes, e a potência se mantém constante em todos os pontos.

Associação em Série

Associar resistores em série significa liga-los em um único trajeto, como mostrado na Figura 52 a seguir:

Figura 52. Apresenta o esquema de uma associação em série do circuito.



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Como mostra circuito representado na Figura 15, existe apenas um caminho para a passagem da corrente elétrica, a qual é mantida por toda a extensão do circuito. Então, de acordo com SADIKU [1], a diferença de potencial entre cada resistor irá variar conforme a resistência deste, para que seja obedecida a 1ª Lei de Ohm, sendo:

$$U_1 = R_1 \cdot I \quad (1)$$

$$U_2 = R_2 \cdot I \quad (2)$$

$$U_3 = R_3 \cdot I \quad (3)$$

Sendo assim a diferença de potencial entre os pontos iniciais e finais é igual à:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \quad (4)$$

Analisando esta expressão, já que a tensão total e a intensidade da corrente são mantidas, é possível concluir que a resistência total é:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \quad (5)$$

Ou seja, um modo de se resumir e lembrar-se das propriedades fundamentais de um circuito em série é:

Tabela 2. Resumo das Propriedades.

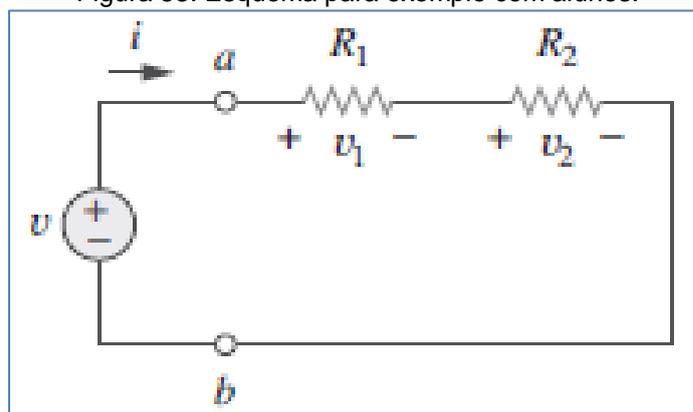
TENSÃO (V)	DIVIDE-SE
Intensidade da corrente (I) Resistência total (R)	Conserva-se Soma algébrica da resistência em cada resistor.

Fonte: Sadiku e Alexander, 2013, p. 12.

A tabela 1 acima mostra de forma resumida a relação entre a intensidade da corrente I e a resistência total R em um circuito em série.

Para uma melhor compreensão, apresenta-se o exemplo na Figura 53.

Figura 53. Esquema para exemplo com alunos.



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

A Figura 53 é uma exemplificação da relação tensão, corrente e resistência em uma associação série.

Como a **Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT)**: diz que a soma algébrica das **tensões** em qualquer caminho fechado (laço ou malha) de um circuito é sempre nula.

Podemos aplicar o LKT ao laço de modo que percorra o circuito em sentido horário, daí temos:

$$-V + V_1 + V_2 = 0 \quad (6)$$

Combinando a equação 6 com a 1ª Lei de Ohm, temos:

$$\begin{aligned} V &= V_1 + V_2 \\ V &= I(R_1 + R_2) \end{aligned} \quad (7)$$

Ou,

$$I = \frac{V}{(R_1 + R_2)} \quad (8)$$

A equação também pode ser escrita como

$$V = I \cdot R_{EQ} \quad (9)$$

O que implica o fato de que dois resistores podem ser substituídos por um resistor equivalente R_{EQ} , isto é:

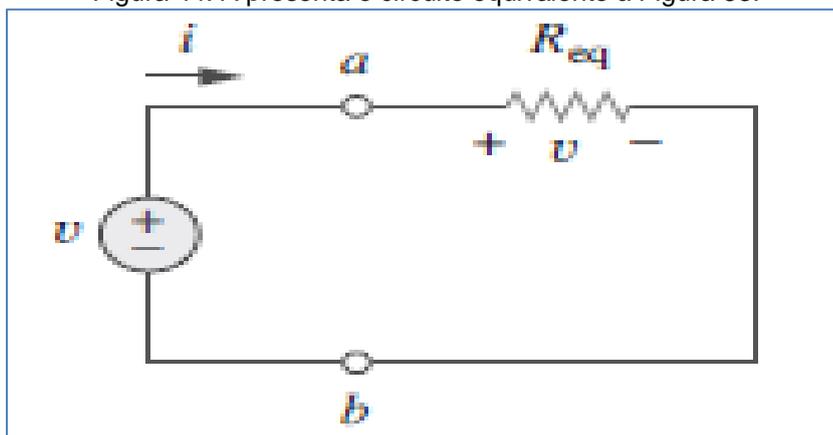
$$R_{EQ} = R_1 + R_2 \quad (10)$$

Portanto, o circuito da Figura 53, pode ser substituído por um circuito equivalente como mostra a Figura 54, pois apresenta as mesmas relações tensão-corrente nos terminais a-b. Um circuito equivalente é útil na simplificação da análise de um circuito. Em geral, a resistência equivalente de qualquer número de resistores ligados em série é a soma das resistências individuais.

Para n resistores temos:

$$R_{EQ} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N \quad (11)$$

Figura 44. A apresenta o circuito equivalente à Figura 53.

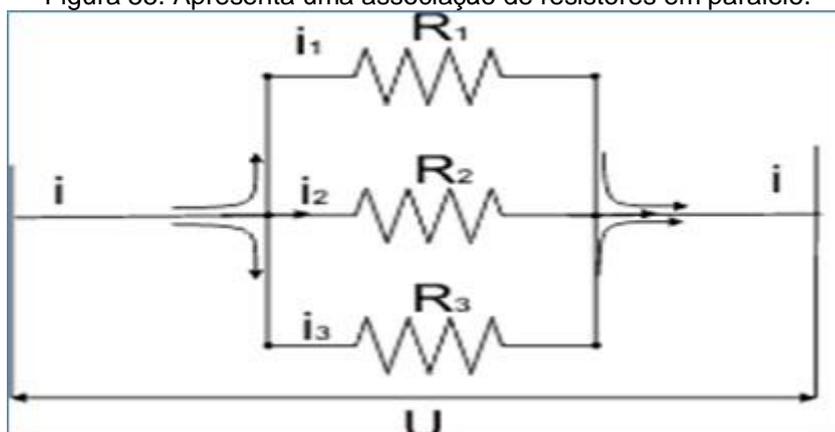


Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Associação em Paralelo

Para Sadiku e Alexander (2013, p. 34), associar resistores em paralelo significa basicamente dividir a mesma fonte de corrente, de modo que a diferença de potencial (d.d.p) seja conservada. A intensidade total de corrente do circuito é igual à soma das intensidades medidas sobre cada resistor. Observe a Figura 55 de um circuito apresentado de forma paralela.

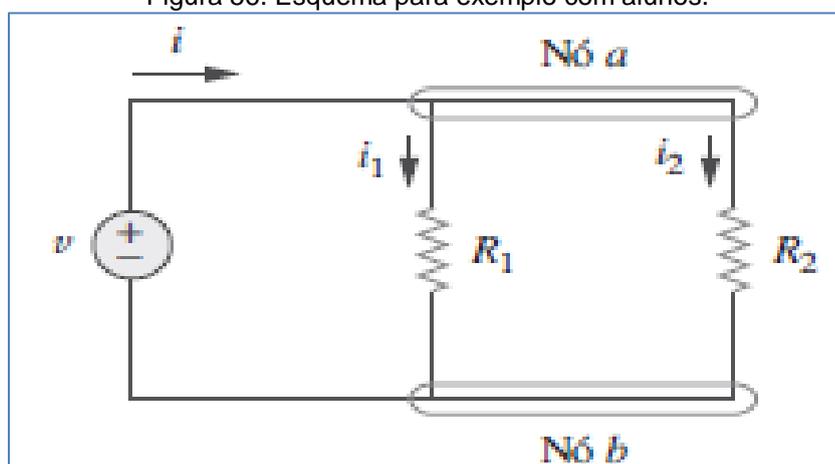
Figura 55. Apresenta uma associação de resistores em paralelo.



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Para uma melhor compreensão, apresenta-se o exemplo da Figura 56.

Figura 56. Esquema para exemplo com alunos.



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Observe que os resistores R_1 e R_2 são alimentados pela mesma fonte de tensão V . Com isso, todos os resistores ficam sujeitos à mesma diferença de potencial (d.d.p), mas são percorridos por correntes elétricas diferentes, as quais são proporcionais ao valor de cada resistência.

$$V = V_1 + V_2 \quad (12)$$

Consideremos então que a corrente elétrica que atravessa os resistores tenha as respectivas intensidades: I_1 , I_2 , I_3 . Dessa forma, a intensidade I da corrente elétrica fornecida pela fonte é dada por:

$$I = I_1 + I_2 \quad (13)$$

A d.d.p em cada resistor é a mesma e pode ser obtida através da Lei de Ohm.

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \quad (14)$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} \quad (15)$$

Com a associação de resistores, obtemos uma resistência equivalente dependente da corrente elétrica e da tensão fornecida pela fonte. Essa resistência também é obtida pela Lei de Ohm:

$$I = \frac{V}{R_{EQ}} \quad (16)$$

A corrente elétrica de cada um dos resistores foi obtida em função da corrente e tensão fornecida pela fonte. Substituindo esses valores na equação 13, podemos encontrar a relação entre as três resistências:

$$\frac{V}{R_{EQ}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} \quad (17)$$

Multiplicando a equação por $\frac{1}{V}$, temos:

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (18)$$

Ou,

$$R_{EQ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (19)$$

Assim, o inverso da resistência equivalente do circuito é igual à soma dos inversos das resistências dos resistores ligados em paralelo.

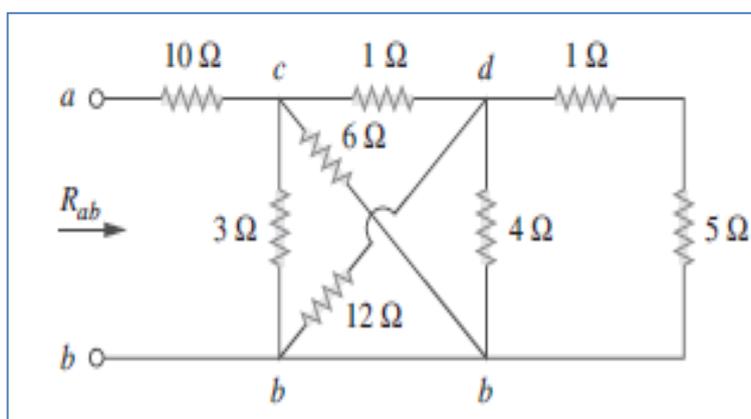
$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad (20)$$

Além disso, normalmente é mais conveniente usar condutância em vez de resistência ao lidar com resistores em paralelo já que, a condutância equivalente de resistores conectados em paralelo é a soma de suas condutâncias individuais.

Associação Mista

Para Sadiku e Alexander (2013, p. 39), uma associação mista como mostra a Figura 57, consiste em uma combinação, em um mesmo circuito, de associações em série e em paralelo. Em cada parte do circuito, a tensão e a intensidade da corrente serão calculadas com base no que já se conhece sobre circuitos série e paralelos, e para facilitar estes cálculos pode-se reduzir ou redesenhar os circuitos, utilizando resistores resultantes para cada parte.

Figura 57. Apresenta um esquema para exemplo com alunos.



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Os resistores de $3\ \Omega$ e $6\ \Omega$ estão em paralelo, pois estão conectados aos mesmos nós c e b . A resistência da associação é:

$$3\ \Omega // 6\ \Omega = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2\ \Omega \quad (21)$$

De forma semelhante, os resistores de $12\ \Omega$ e $4\ \Omega$ estão em paralelo já que estão conectados aos mesmos dois nós, d e b . Logo,

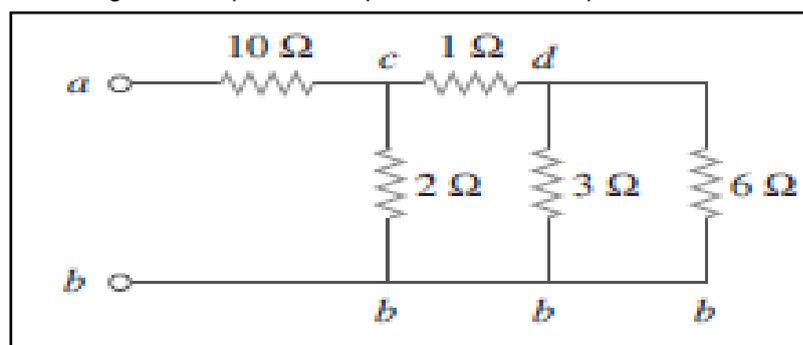
$$12\ \Omega // 4\ \Omega = \frac{12 \cdot 4}{12 + 4} = 3\ \Omega \quad (22)$$

Os resistores de $1\ \Omega$ e $5\ \Omega$ também estão em série; portanto, sua resistência equivalente é:

$$1\ \Omega + 5\ \Omega = 6\ \Omega \quad (23)$$

Com essas três associações, podemos substituir o circuito da Figura 55 pelo circuito da Figura 58, na qual $3\ \Omega$ em paralelo com $6\ \Omega$ resulta em $2\ \Omega$, conforme calculado na equação 21. Essa resistência equivalente de $2\ \Omega$ agora está em série com a resistência de $1\ \Omega$ para dar uma resistência associada em série de $1\ \Omega + 2\ \Omega = 3\ \Omega$.

Figura 58. Apresenta o primeiro circuito equivalente.



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

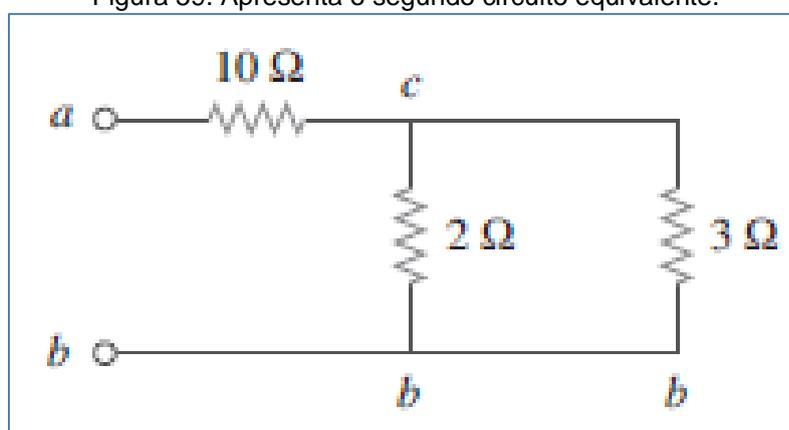
Portanto, substituímos o circuito da Figura 55 pelo circuito da Figura 58 em que associamos os resistores de $2\ \Omega$ e $3\ \Omega$ em paralelo para obter.

$$2\ \Omega // 3\ \Omega = \frac{2 \cdot 3}{2 + 3} = 1,2\ \Omega \quad (24)$$

A Figura 59 mostra o circuito equivalente final da figura, dessa forma esse resistor de $1,2\ \Omega$ está em série com o resistor de $10\ \Omega$, de modo que:

$$R_{ab} = 10 + 1,2 = 11,2\ \Omega \quad (25)$$

Figura 59. Apresenta o segundo circuito equivalente.



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

Circuito impresso

Os circuitos impressos, em inglês denominados com as siglas PCB e PCBA, foram criados em substituição às antigas pontes de terminais onde se fixavam os componentes eletrônicos, em montagem conhecida no jargão de eletrônica como montagem "aranha", devido à aparência final que ele tomava, principalmente onde existiam válvulas eletrônicas e seus múltiplos pinos terminais do soquete de fixação. Eles suportam mecanicamente e conectam eletricamente componentes eletrônicos usando trilhas.

O circuito impresso consiste de uma placa isolante de fenolite, fibra de vidro, fibra de poliéster, filme de poliéster, filmes específicos à base de diversos polímeros, etc; que possuem a superfície com uma, duas ou mais faces, revestida por fina película de cobre, constituindo as trilhas condutoras, revestidas por ligas à base de ouro, níquel, estanho chumbo, ou verniz orgânico (OSP), entre outras, que

representam o circuito onde serão soldados e interligados os componentes eletrônicos.

DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO PARA MEDIR A RESISTÊNCIA EQUIVALENTE EM CIRCUITOS ELÉTRICOS

Nesse experimento são abordados os princípios de circuitos elétricos de um modo geral e em particular a resistência e os tipos de associações em que um circuito pode ser encontrado.

A placa é o componente onde serão acoplados o Arduíno, o display LCD e os pinos para inserção das resistências. Esta será composta pelos seguintes itens, todos apresentados na Tabela 3 com seus respectivos preços.

Tabela 3. Material utilizado na construção da placa

Material	Preço (R\$)
1 Placa fenolite 15x25 cm	19,00
1 Placa Arduino Uno R3 + cabo USB	55,00
1 Display LCD 16x2 cm	18,00
2 Barras de pinos 1x40 cm 180 graus	4,00
2 Barras de pinos 1x40 torneadas 180 graus	9,00
1 Potenciômetro Trimpot 1K vertical 3296W	2,00
1 Ferro de soldar	30,00
500g de Percloroeto de ferro	25,00
1 Resistor de 330Ω	0,20
1 Perfurador de placa de circuito impresso	45,00
250g Fio de estanho	30,00

Fonte: Autor da pesquisa

Na confecção e montagem do experimento são utilizados componentes eletrônicos e materiais específicos imprescindíveis à sua realização. Pode-se observar na tabela 3, a seguir, as funções correspondentes de cada material utilizado.

Tabela 4. Imagem e função de cada material.

IMAGEM DO MATERIAL	FUNÇÃO
 <p>Placa fenolite</p>	<p>Servir como suporte mecânico e trilha condutora nos circuitos impressos.</p> <p>Interagir com seu ambiente computacionalmente.</p>

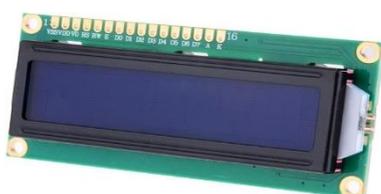


Placa Arduino Uno R3



Cabo USB

Conectar o Notebook ou PC a placa Arduino.



Display LCD 16x2cm

Apresentar a resposta de dados do Arduino.



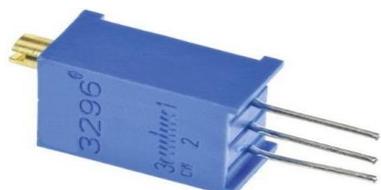
Barra de pinos 1x40 180 graus

Permitir a prototipagem e o empilhamento de outros componentes.



Barra de pinos 1x40 Torneada 180 graus.

Disponibilizar aos conectores uma prototipagem do tipo macho e fêmea.



Potenciômetro Trimpot 1K vertical 3296W

Variar a resistência dos terminais.



Ferro de soldar

Utilizada para as soldagens das conexões elétricas com estanho.

Usado para corrosão da placa de fenolite para o circuito impresso (CI).



Percloroeto de ferro



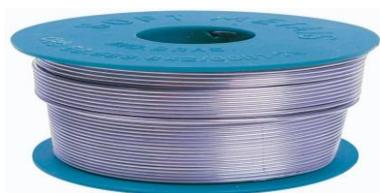
Resistor de 330Ω

Limita a corrente elétrica que passa pelo circuito.



Perfurar a placa de fenolite.

Perfurador de placa de circuito impresso.



Rolo de fio de estanho

Produzir liga metálica utilizada para recobrir outros metais e protegê-los da corrosão.

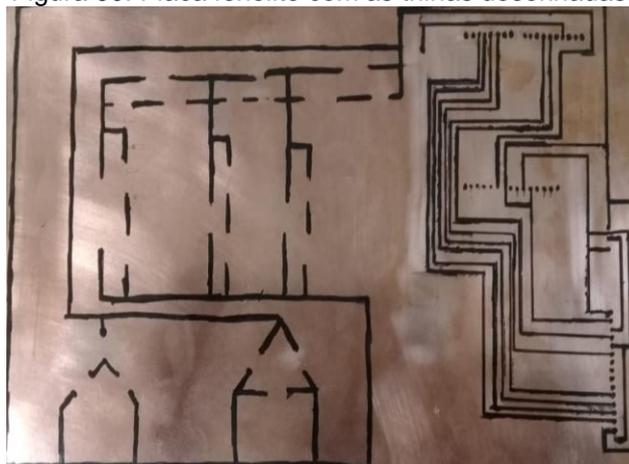
Fonte: Autor da pesquisa

Portanto todos os materiais descritos na tabela 3, são facilmente encontrados no site descrito na fonte da tabela.

Primeiro passo

Utilizou-se a placa de fenolite e foi realizado uma raspagem com uma palha de aço assolan Nº 1, (ou esponja antiaderente dupla face e sanitária de 110mm x 75mm x 20mm) e detergente, retirando qualquer camada de gordura da placa, pois facilita a fixação da tinta, após raspa-la desenhou-se as trilhas na placa fenolite. As trilhas constituem o caminho por onde a corrente elétrica será conduzida. A placa fenolite é também conhecida como placa cobreada, pois sua superfície é toda de cobre. Para desenhar as trilhas usou-se um pincel permanente na cor preta como mostra a Figura 60.

Figura 60. Placa fenolite com as trilhas desenhadas.



Fonte: Autor da pesquisa

Após desenhar as trilhas na placa, colocou-se a placa em uma bacia com água como mostra a Figura 61, o nível da água estava de maneira a cobrir a placa. Agora que somente o circuito encontra-se na placa, foi necessário adicionar uma proporção de 1:2,5 (por exemplo: 400g de percloroeto (O **percloroeto de ferro anidro** é uma composição química de 98% de *Cloreto Férrico* ($FeCl_3$) para 1 litro de água). Utilizou-se luvas para proteção e mantendo o cuidado de nunca jogar a água no recipiente com percloroeto, e sim o contrário. Colocou-se a placa no ácido e com o tempo de 10 minutos o cobre que não estava coberto com a tinta começa a dissolver-se, para que todo o cobre em volta do circuito dissolva-se, retirou-se a placa da solução, Fez-se um furo em uma das extremidades da placa, prendeu-se um fio, e para agilizar a corrosão, mexeu-se a placa em forma circular dentro da bacia.

Por se tratar de produto químico e tóxico, é preciso ter bastante cuidado durante o manuseio do material, em especial com os olhos, e evitar possíveis ingestões, bem como o descarte deve seguir a norma proposta na Resolução N.º 257 DE 30 DE JUNHO DE 1999 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 1999).

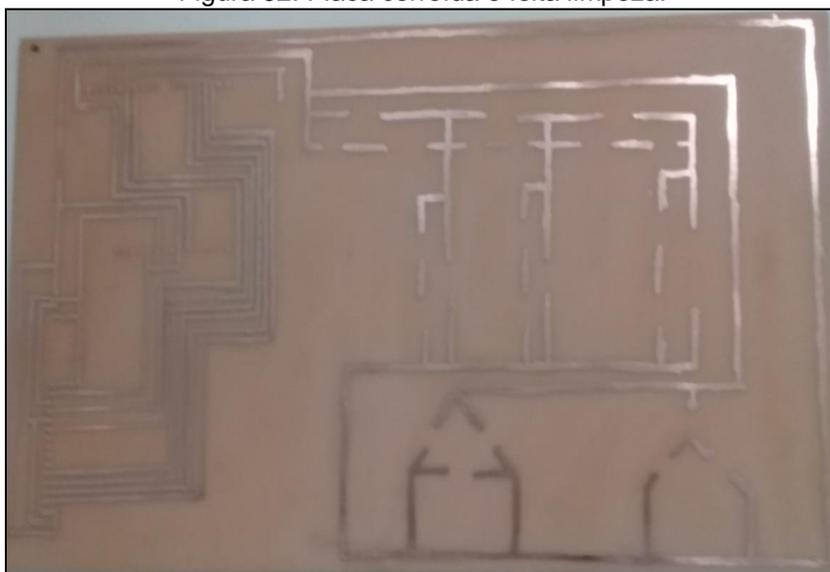
Figura 61. Placa de circuito impresso dentro da solução ácida.



Fonte: Autor da pesquisa.

Após a corrosão do cobre a placa ficou na forma como mostra a Figura 62, limpou-se a placa retirando a tinta de todo o circuito. Para evitar futuras corrosões do cobre passou-se estanho em todo o circuito, como o processo é caseiro, é comum surgir pequenos defeitos nas placas, como trilhas corroídas e trilhas cortadas. Então, teve-se que testar todas as suas trilhas. Sem a necessidade de fazer nenhuma conexão com *jumpers*.

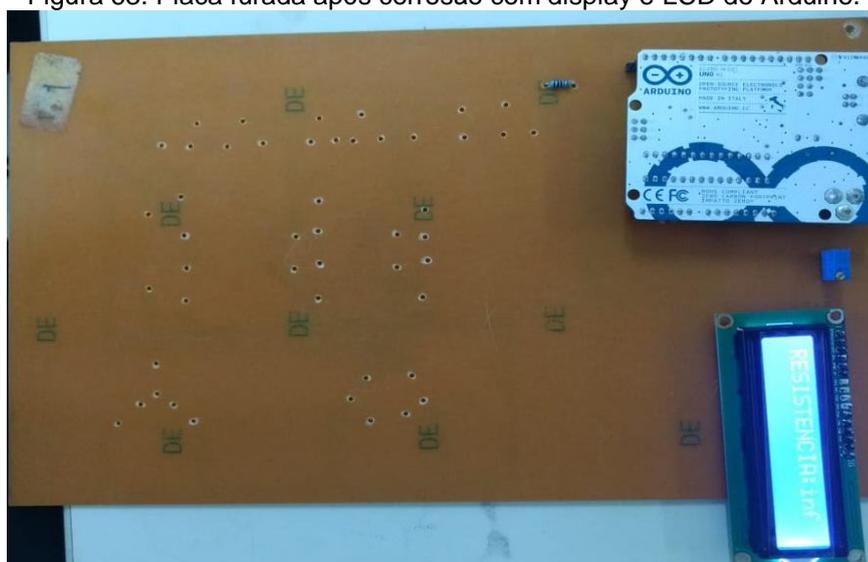
Figura 62. Placa corroída e feita limpeza.



Fonte: Autor da pesquisa

Após a corrosão e limpeza da placa os pontos foram furados nos locais de encaixe do display LCD, o Arduíno e os pinos torneados. Observe Figura 63.

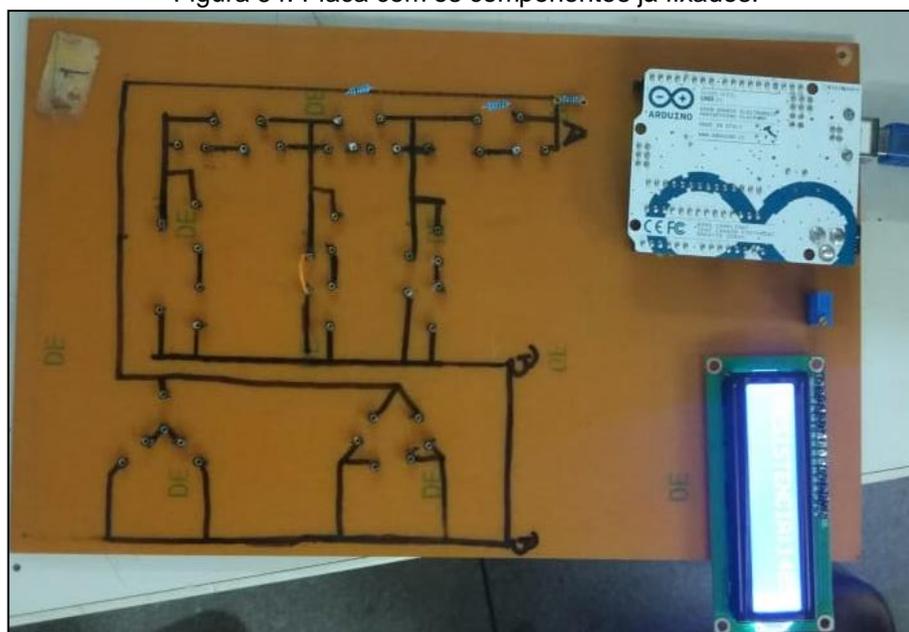
Figura 63. Placa furada após corrosão com display e LCD do Arduino.



Fonte: Autor da pesquisa

Em seguida, com os furos já realizados soldou-se as barras de pino 180 graus para acoplar o display LCD e o Arduino, em seguida, os pinos torneados nos furos do circuito para que fosse realizada a medida da resistência equivalente, para finalizar fixa-se a resistência de 330Ω . Fixados os componentes na placa desenhou-se com o pincel atômico cor preta as trilhas do circuito novamente, conforme Figura 64.

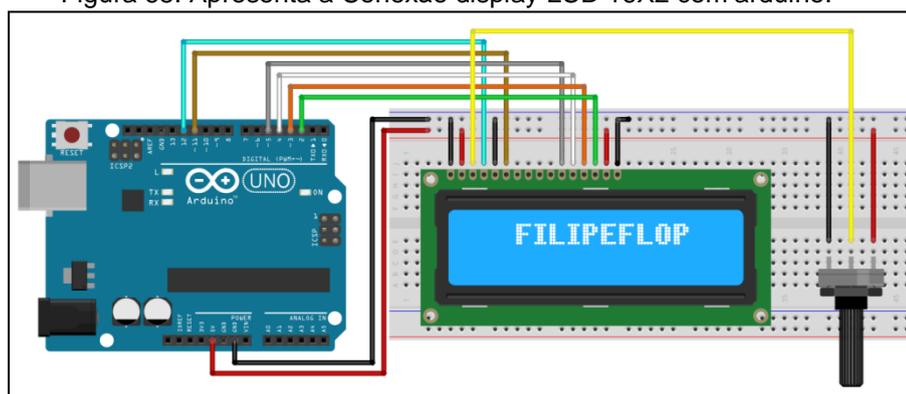
Figura 64. Placa com os componentes já fixados.



Fonte: Autor da pesquisa

Para conexão do display LCD 16 x 2 com o Arduino, potenciômetro e resistência 330Ω as trilhas devem seguir o esquema, como mostra a Figura 65.

Figura 65. Apresenta a Conexão display LCD 16X2 com arduino.



Fonte: filipeflop.com-Arduino¹⁹.

- Os pinos Vss, RW e K do display devem ser ligados no pino GND do Arduino;
- Os pinos Vdd e A do display devem ser ligados no pino 5V do Arduino;
- O pino V0 do display deve ser ligado no pino central do potenciômetro;
- O pino RS do display deve ser ligado no pino 12 do Arduino;
- O pino E do display deve ser ligado no pino 11 do Arduino;
- O pino D4 do display deve ser ligado no pino 5 do Arduino;
- O pino D5 do display deve ser ligado no pino 4 do Arduino;
- O pino D6 do display deve ser ligado no pino 3 do Arduino;
- O pino D7 do display deve ser ligado no pino 2 do Arduino;
- O pino A₀ do Arduino deve ser ligado em uma das pernas do resistor de 330 Ω e a outra perna deve ser ligada no pino GND do Arduino.
- Um pino lateral do potenciômetro deve ser ligado no GND do Arduino e o outro pino lateral deve ser ligado no 5 V do Arduino.

Ao desenhar as trilhas mediram-se as distâncias dos pinos do Arduino, pois poderia ocorrer de não encaixar nos pinos da barra de pinos de 180 graus. As trilhas restantes foram desenhadas para permitir configurações de associações em série, paralelo e ligação estrela e triângulo.

SOFTWARE

Código fonte utilizado no experimento

De acordo com a Figura 66, tratando-se da programação no Arduino, o código divide-se em três partes, a primeira delas é a parte destinada a declaração de variáveis, a segunda é a de definição dos parâmetros das portas e por fim a terceira

¹⁹ Disponível em: <https://www.filipeflop.com-arduino>. Acesso em: 06 de jun. de 2019.

parte refere-se ao bloco ou estrutura de comandos. O Arduino apresenta facilidade de programação, ou seja, não há necessidade de que o professor, o aluno, ou qualquer pessoa possuir conhecimentos avançados de programação, além disso, estão disponíveis na internet inúmeros códigos prontos dos mais variados experimentos e compartilhados pelos milhares de usuários e desenvolvedores.

Figura 66. Código fonte utilizado no experimento.

```

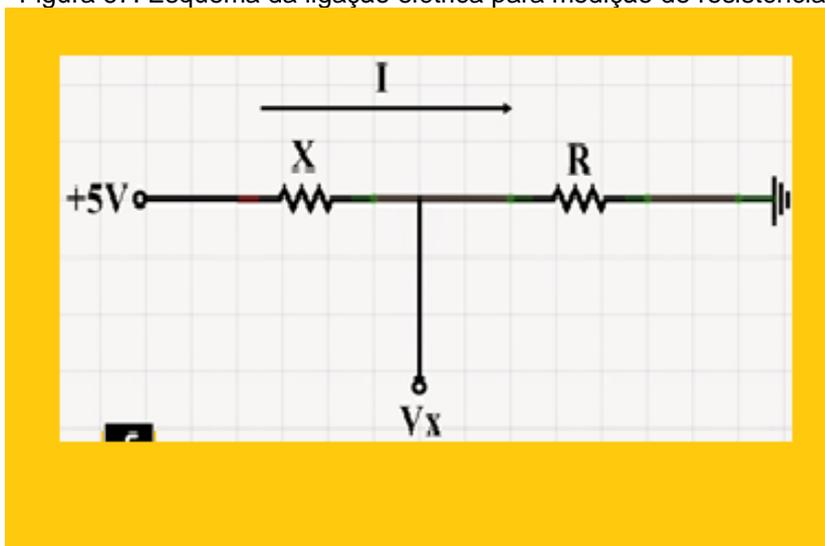
1 #include <Arduino.h> // Inclusão a biblioteca para o funcionamento do
2 // display LCD
3
4 #define Crystal 10 // Definição a função de cada pino do Arduino em
5 // relação ao display
6 #define gnd 0 // Pino para a leitura dos valores da tensão Vx
7 // Utilizei para armazenar o valor medido pela entrada
8 // analógica (Pino entre 0 e 5V)
9 #define R 330 // Variável para armazenar o valor lido pela entrada analógica entre 0 e 5 volts
10 int R = 330; // Variável para receber o valor do resistor de referência
11 float resistencia = 0.0; // Variável para calcular o valor do resistor
12
13 void setup() {
14   pinMode(Crystal, OUTPUT); // Define o display sendo 16 colunas por 2 linhas
15   pinMode(gnd, INPUT); // Configuração do pino de leitura como entrada de dados
16 }
17
18 void loop() {
19
20   leitura = analogRead(gnd); // Medição do valor no pino A0 (valor entre 0 e 1023)
21   Vx = (5.0 * leitura) / 1023.0; // Passo de 5 para conversão do valor no pino A0
22   resistencia = (R * R) / Vx - R; // Cálculo da resistência equivalente
23   digitalWrite(Crystal, HIGH); // Liga o display LCD
24   delay(100); // Delay de 100ms no display LCD
25   digitalWrite(Crystal, LOW); // Desliga o display LCD
26   delay(100); // Delay de 100ms no display LCD
27   digitalWrite(Crystal, HIGH); // Liga o display LCD
28   delay(100); // Delay de 100ms no display LCD
29 }

```

Fonte: filipeflop.com-arduino.²⁰

A porta analógica do Arduino mede a tensão que é aplicada nela. Baseado nisso o cálculo da resistência equivalente é baseado no seguinte esquema, como mostra a figura 67.

Figura 67. Esquema da ligação elétrica para medição de resistência



Fonte: Print do simulador Multisim 13.0

V_x é a tensão que foi medida pelo Arduino, no pino A_0 . R é a resistência de referência que em nosso caso tem o valor de 330Ω . A resistência do pino A_0 é muito

²⁰ Disponível em: <https://www.filipeflop.com-arduino>. Acesso em: 06 de jun. de 2019.

grande. Portanto, a corrente que passa pela resistência X é a mesma que passa pela resistência de referência R. Logo, o pino A₀ mede a tensão sobre a resistência de referência R (V_x).

A resistência X é desconhecida, podemos calcular a corrente I através da resistência de referência R. Logo:

$$I = \frac{V_x}{R} \quad (26)$$

Pela lei de Ohm, temos:

$$V - V_x = X \cdot I \quad (27)$$

Onde V_x é a tensão fornecida pelo Arduino, que vale 5 V.

Fazendo as substituições temos:

$$\begin{aligned} V - V_x &= X \cdot \frac{V_x}{R} & (28) \\ V &= X \cdot \frac{V_x}{R} + V_x \\ V &= \left(\frac{X}{R} + 1 \right) \cdot V_x \\ \frac{V}{V_x} &= \frac{X}{R} + 1 \\ \frac{X}{R} &= \frac{V}{V_x} - 1 \\ X &= \frac{V \cdot R}{V_x} - R \end{aligned}$$

Logo:

Portanto, para medir a resistência desconhecida basta conhecer a tensão V_x, que é a tensão medida pelo pino A₀, pois V e R são conhecidos (5 V e 330 Ω).

O programa fez a medição da tensão V_x e realizou o cálculo, baseado na equação acima, para determinar o valor da resistência desconhecida, ou seja, a resistência equivalente do circuito.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A atividade definida na proposta didática foi realizada no laboratório de robótica do Instituto Federal do Pará (IFPA), no período vespertino das 13h00 às 17h30 com a turma do 3^a Ano A do ensino médio, no período compreendido entre 01 de maio de 2019 e 26 de junho de 2019.

Em função do nível e grau de compreensão a respeito de alguns assuntos, as atividades propostas para o 3^a ano foram realizadas nos dias 14 a 26 de maio com 25 alunos. Antes de qualquer atividade experimental, o primeiro passo na realização

dessa atividade foi alinhar a sequência didática aos objetivos da proposta. Atualmente, poucos professores de Física utilizam sequências didáticas em suas aulas. Nesse trabalho, a sequência didática foi utilizada na turma 3º Ano A, em que foi desenvolvida a atividade experimental e constam em apêndices desse material instrucional.

Ainda os roteiros desempenham um papel importantíssimo para qualquer atividade. Neles estão descritos os materiais utilizados na atividade experimental, além do procedimento metodológico de apoio ao professor, ou seja, durante toda a atividade seguiu-se na íntegra o roteiro específico para cada turma.

A utilização do roteiro durante o experimento tem como principal objetivo manter a organização do espaço e do experimento, a padronização da instrumentalização utilizada durante a atividade e a hierarquização das etapas de sua realização.

O questionário avaliativo também desempenha um papel imprescindível na coleta de informações sobre o nível de compreensão dos estudantes a respeito de determinado tema.

Aqui será descrita sucintamente as etapas desenvolvidas na atividade por intermédio do guia de atividade, nele estarão contidas todas as informações a respeito das etapas de execução da proposta didática.

GUIA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Etapa I

Aplicado no 3ª Ano e antes de qualquer atividade de cunho pedagógico orienta-se submeter os estudantes ao preenchimento do Questionário Avaliativo I a respeito dos conteúdos. Dessa forma, é possível determinar o nível de compreensão dos estudantes a respeito do assunto.

Após o preenchimento do questionário avaliativo a respeito dos conteúdos prévios dos estudantes, procedeu-se as aulas expositivas. Nessas aulas foram abordados os conteúdos específicos da turma e as noções sobre o Arduino de um modo geral: circuito impresso, componentes (sensores, *jumpers* etc.), aplicações e principais funções. Na tabela 4, de modo sucinto, as atividades da Etapa 1 do experimento.

Tabela 5. Atividade Etapa 1 do Experimento

Momentos	Tempo (min)	Procedimentos Metodológicos
1º	10	Aplicar o Questionário Avaliativo I sobre conteúdo. Preenchimento individual.
2º	05	Recolher o Questionário Avaliativo I sobre conteúdo. Preenchimento individual.
3º	45	Apresentar por intermédio de aula expositiva a fundamentação teórica sobre os conteúdos que serão abordados no experimento.
4º	15	Intervalo
5º	45	Apresentar por intermédio de aula expositiva as noções básicas acerca do Arduino e do experimento.

Fonte: Autor da pesquisa

A tabela 4 mostra de forma detalhada cada etapa de aplicação suas funções e o tempo previsto para realização de cada uma delas.

Etapa II

No segundo dia de atividade com os estudantes, retomou-se sobre o Arduino e acerca do experimento e em seguida dividiu-se a turma em cinco grupos (A, B, C, D, E) de 5 alunos em cada grupo. O objetivo do trabalho coletivo foi inserir os alunos dispersos durante a etapa anterior, além disso, facilitar o fluxo de estudantes a mesa onde se encontrava o aparato experimental.

A montagem do aparato experimental é importante. Desenhou-se os circuitos nas placas, e em seguida continuou-se seguindo rigorosamente o roteiro.

A partir daí orientações aos estudantes foram diretas e propostas no roteiro: o relator de cada grupo anotou os dados produzidos no experimento tais como registro das resistências equivalentes mostradas no display. Por seguinte solicitou-se aos estudantes que correlacionassem os valores obtidos teoricamente com os valores experimentais e verificassem a taxa de erro nos registros.

A tabela 6 apresenta as atividades da Etapa 2 do experimento.

Tabela 6. Atividades da Etapa II do experimento.

Momentos	Tempo (min)	Procedimentos Metodológicos
1º	10	Retomar brevemente sobre as noções de Arduino. Circuito impresso, circuito em série, paralelo e misto.
2º	05	Dividir a turma em 05 grupos de 05 estudantes.
3º	10	Montar o aparato experimental.
4º	45	Executar o experimento e coleta de dados.
5º	25	Solicitar aos estudantes a correlação dos dados.
6º	15	Intervalo

Fonte: Autor da pesquisa

Na tabela 6, apresenta-se os momentos e o tempo previsto para realização das atividades especificadas com seus respectivos procedimentos metodológicos.

Como esse experimento requer um pouco de tempo para montagem, é recomendável que algumas etapas do aparato experimental sejam realizadas previamente.

REFERÊNCIAS

Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. (2013). *Fundamentos de circuitos elétricos*. AMGH Editora.

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

BRAGA, N.C. **aprenda a usar o MULTISIM**. Saber. 2009.p.7.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Investigar e aprender ciências**. São Paulo: Sarandi, 2013.

HALLIDAY, Resnick; RESNICK, Robert; KRANE, K. S. Física 3. 4ª edição. **Rio de Janeiro. Editora LTC**, 1996.

HALLYDAY & RESNICK. **Fundamentos da Física-9º**. Edição-Vol. 03 Rio de Janeiro-Editora LTC, 2013.

Introdução aos microcontroladores. Disponível em <<http://www.eletronica/Mario>>. Acesso em 19/12/2019.

MCALLISTER, Willy. **Superposição**. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-dc-circuit-analysis/a/ee-superposition>>. Acesso em: 16 de maio de 2019.

O que é o MULTISIM. Disponível em: <<http://digital.ni.com>>. acesso em 14/05/2019.

OLIVEIRA, Eduardo Sylvestre. **Experiência 6: TEOREMA DA SUPERPOSIÇÃO DE FONTES**. Marabá: 2018, p. 3.

OMALLEY, John. *Análise de circuitos*. Bookman Editora, 1993.

PORTNOI, Marcos. **Técnicas de Análise de Circuitos: Teoremas de Rede**. Disponível em: <<https://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/circuitos-linearidade-superposicao.html>>. Acesso em 3 de maio de 2019.

Rodrigues, R. F. **Arduino para físicos: uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2014.

SADIKU, Matthew N. O.; ALEXANDER, Charles. **Fundamentos de Circuitos Elétricos**. 5ª edição. AMGH Editora Ltda., 2013.



APÊNDICE B - Roteiro Experimental

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO I – EXPERIMENTO (3ª SÉRIE)

Prezado (a) Aluno (a), utilize o questionário e avalie cada alternativa com as suas respectivas escalas.

ALUNOS: _____ TURMA: _____

NOME DO EXPERIMENTO:

OBJETIVOS DA EXPERIÊNCIA:

Aqui devem constar principais objetivos da experiência.

MATERIAL UTILIZADO:

Aqui devem constar equipamentos utilizados, componentes e acessórios.

PARTE EXPERIMENTAL:

Descrever como foi executada a prática (colocar fotos, gráficos, etc.).
teoria

APÊNDICE C - Questionário Aplicado com Discentes: Resistores

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO I – EXPERIMENTO (3ª SÉRIE)

Prezado (a) Aluno (a), utilize o questionário e avalie cada alternativa com as suas respectivas escalas.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL.

Nome do aluno (a): _____

Turma: _____

Data: _____

Tema da Aula: Atividade experimental usando o Arduino

Este questionário enquadra-se numa investigação no âmbito do curso de mestrado no ensino de Física.

Permite apreciar a valorização do uso de circuitos elétricos para uma melhor compreensão do mundo ao seu redor. O estudo destina-se as turmas de 3.º ano na Escola Municipal de ensino fundamental e médio Albertina Barreiros.

Os dados obtidos são confidenciais e serão exclusivamente utilizados no âmbito desta investigação.

A tua resposta é fundamental para o êxito deste trabalho. Desde já agradeço a tua colaboração.

Responde a todas as questões com bastante atenção.

Prezado (a) Aluno (a), Utilize o questionário e avalie cada alternativa com as suas respectivas escalas.

Perguntas?	Não	Talvez	Nunca	Mais ou menos	Sim
1. Os experimentos ou atividades experimentais são importantes para a eficácia do seu aprendizado?	1	2	3	4	5
2. Você acha que os experimentos ajudam a esclarecer os conteúdos teóricos?	1	2	3	4	5
3. Você consegue identificar na atividade experimental a diferença entre circuito em série e em paralelo?	1	2	3	4	5
4. É possível a partir dos dados apresentados no experimento definir a resistência equivalente?	1	2	3	4	5
5. Você já tinha ouvido falar de atividades	1	2	3	4	5

experimentais utilizando micro controlador tal como o Arduino?					
6. Você acha importante utilizar o micro controlador para o ensino de conteúdos teóricos?	1	2	3	4	5
7. Com a atividade experimental os conteúdos ministrados em sala ficaram mais claros para você?	1	2	3	4	5
8. O experimento apresentou evidências substanciais sobre o conceito de resistência equivalente em circuitos elétricos?	1	2	3	4	5
9. O simulador Multisim ajudou na compreensão das aulas teóricas sobre circuitos elétricos?	1	2	3	4	5
10. A partir do seu ponto de vista, as atividades experimentais usando o Arduino e simulação contribui significativamente para o seu aprendizado?	1	2	3	4	5

Obrigado pela tua colaboração.