



**INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS
COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NO ESTUDO DE CIRCUITOS
ELÉTRICOS NO ENSINO MÉDIO**

Glauco Denes Galvão Maia

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Wagner Antônio da Silva Nunes

**Manaus
Novembro / 2015**

INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS
COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS
NO ENSINO MÉDIO

Glauco Denes Galvão Maia

Orientador:

Prof. Dr. Wagner Antônio da Silva Nunes

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas no Curso de 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:



Prof. Dr. Wagner Antônio da Silva Nunes
Presidente - IFAM



Prof. Dr. Débora Coimbra Martins
Membro Externo - UFU



Prof. Dr. Denilson da Silva Borges
Membro Interno - UFAM

Manaus
Novembro / 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

M217i Maia, Glauco Denes Galvão

Integração entre Atividades Computacionais e Experimentais como Estratégia Pedagógica no Estudo de Circuitos Elétricos no Ensino Médio / Glauco Denes Galvão Maia – Manaus: UFAM/IFAM, 2015.

xii, 143f.: il.; 30cm

Orientador: Wagner Antônio da Silva Nunes

Dissertação (mestrado) – UFAM/IFAM / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2015.

Referências Bibliográficas: f. 88-91.

1. Ensino de Física. 2. Circuitos Elétricos: experimentos. 3. Multisim I. Nunes, Wagner Antônio da Silva. II. Universidade Federal do Amazonas, Instituto Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

A memória de meu pai João Bosco
Maia, que me ensinou as primeiras letras
sem as quais não chegaria aqui.

Aos meus adorados filhos Brian Gabriel
e João Victor que dão significado às
minhas palavras.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado numa época marcante de minha vida, que oscilou entre períodos extremamente tristes e angustiantes a felizes e especiais.

Contudo, é nos momentos de maior crise que você descobre os seus verdadeiros amigos. Este é o momento de agradecê-los. Deixar registrado a minha profunda gratidão.

Aos meus pais João Bosco Maia e Virgínia Galvão Maia que sempre me incentivaram, me amaram, se dedicaram e que me deram todas as oportunidades para hoje eu estar completando este trabalho.

Ao Professor Dr. Wagner Antônio da Silva Nunes, pela orientação do projeto, por acreditar em mim antes mesmo de eu próprio o fazer.

Aos colegas de curso, pela convivência e troca de experiências.

Aos amigos professores e colaboradores da Fundação Nokia, em especial, Diretora de Ensino e Pesquisa Ana Rita Fadel Arruda, Diretora Executiva Fabiola da Cunha Bazi, Gerente Técnico Edirley de Medeiros Castro por me ajudarem na hora do aperto e permitir a conclusão desta dissertação.

A todos os professores do Programa Nacional de Mestrado em Ensino de Física, por seus ensinamentos e contribuições valiosas.

A CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

À meus alunos, razão de meu esforço e sem os quais este trabalho não teria sentido.

Aos meus tesouros, Lilian da Silva Bentes, Brian Gabriel Bentes Maia e João Victor Bentes Maia, por me darem a razão de não desistir.

A todos vocês “Muito Obrigado”.

RESUMO

INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO ENSINO MÉDIO

Glauco Denes Galvão Maia

Orientador:

Prof. Dr. Wagner Antônio da Silva Nunes

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

A presente pesquisa objetiva investigar como a realização de atividades computacionais e experimentais contribuem para o desenvolvimento do processo de aprendizagem. A proposta é trabalhar com atividades que possibilitem mostrar que é possível aprender circuitos elétricos utilizando a integração do software Multisim com práticas experimentais. O trabalho é fundamentado pela Teoria dos Campos Conceituais, estabelecida por Gérard Vergnaud, como referencial teórico, pois se trata de uma teoria que melhor apresenta elementos para análise do sujeito-em-ação, foco de nossa investigação. Para esse autor, o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do aprendiz, vai acontecendo ao longo de um extenso período de tempo, por meio da experiência, maturidade e aprendizagem (MOREIRA, 2002). Planejou-se e aplicou-se uma sequência de ensino, produto didático, orientada para responder às características dessa pesquisa. A aplicação da sequência ocorreu em uma Escola Estadual no Município de Manaus – AM, com uma turma de 3º ano do ensino médio. Foi trabalhado o conteúdo de circuitos elétricos utilizando o software Multisim, considerado gratuito, concomitante à prática experimental, a fim de torná-las complementares. Em todas as atividades, foram utilizados instrumentos de coletas de dados do tipo: respostas e relatos subjetivos dos alunos nos roteiros das atividades computacionais e experimentais; no pré- teste e pós-teste; nos questionários de avaliação das ferramentas pedagógicas e no questionário de avaliação da prática pedagógica. A análise dos resultados revelam que, a integração proposta entre atividades utilizando o Multisim e práticas experimentais pode proporcionar aos alunos uma visão epistemológica mais adequada sobre os modelos teóricos em Física, promovendo a interatividade e seu engajamento no próprio aprendizado, transformando a sala de aula em um ambiente propício para a aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizagem; Atividade computacional; Atividade experimental; Circuitos elétricos; Multisim.

Manaus
Novembro / 2015

Abstract

INTEGRATION BETWEEN COMPUTER AND EXPERIMENTAL ACTIVITIES AS EDUCATIONAL STRATEGY IN THE ELECTRICAL CIRCUITS STUDY IN HIGH SCHOOL

Glauco Denes Galvão Maia

Supervisor:

Prof. Dr. Wagner Antônio da Silva Nunes

Abstract of master's thesis submitted to the program of Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas and the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas by the course of Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Master in Ensino de Física.

This research aims to investigate how the realization of computational and experimental activities contribute to the development of the learning process. The proposal is to work with activities that can show that it is possible to learn electrical circuits using the integration of Multisim software with experimental practices. The work is based on the Theory of Conceptual Fields, established by Gérard Vergnaud, as a theoretical framework, because it is a theory that best presents elements for analysis of the subject-in-action, the focus of our investigation. For this author, knowledge is organized into conceptual fields whose domain on the part of the learner, is happening over a long period of time, through experience, maturity and learning (MOREIRA, 2002). It is planned and applied an educational sequence, educational product, targeted to meet the characteristics of this research. The application of the sequence took place in a state school in the city of Manaus - AM, with a 3rd year high school class. The content of electrical circuits was worked using Multisim software, considered free, concomitant to the experimental practice in order to make them mutually. In all activities, instruments of data collection were used such as: responses and subjective reports of the students in the scripts of computational and experimental activities; in pre-test and post-test; in the evaluation questionnaires of teaching tools and in the evaluation questionnaire of pedagogical practice. The results show that the proposed integration between activities using Multisim and the experimental practices can provide students a better insight into the epistemological theoretical models in physics, promoting interactivity and their engagement in their own learning, transforming the classroom into an enabling environment for learning.

Keywords: Learning; Computational activity; Experimental activity; Electric circuits; Multisim.

Manaus
November / 2015

Lista de Figuras

Figura 1 – Cronograma de Atividades.....	25
Figura 2 - Versão do Multisim que utilizaremos neste guia.....	31
Figura 3 - Tela inicial do ambiente do Multisim.....	31
Figura 4 - Circuitos analógicos.....	34
Figura 5 - Circuitos lógicos digitais, microcontroladores e FPGAs.....	35
Figura 6 - Sistemas e eletrônica de potência.....	35
Figura 7 - Projetos de pesquisa e projetos dos estudantes.....	36
Figura 8 – Fotos do alunos respondendo ao PRÉ-TESTE.....	55
Figura 9 – Fotos do alunos trabalhando com o Multisim.....	56
Figura 10 – Foto dos alunos montando circuitos elétricos no laboratório.....	58
Figura 11 – Circuito Série.....	92
Figura 12 – Circuito série com resistor.....	92
Figura 13 – Circuito paralelo com resistor.....	93
Figura 14 – Circuito série com interruptor.....	93
Figura 15A – Circuito série.....	94
Figura 15B – Circuito série.....	94
Figura 16 – Circuito série com resistor e interruptor.....	94
Figura 17 – Circuito série com caixa preta.....	95
Figura 18 – Circuito misto.....	95
Figura 19 – Circuito misto sem L3.....	96
Figura 20 – Circuito misto.....	97
Figura 21 – Circuito misto com interruptor.....	97

Figura 22 - Versão do Multisim que utilizaremos neste guia.....	112
Figura 23 - Tela inicial do ambiente do Multisim.....	112
Figura 24 - Circuito simples.....	115
Figura 25 - O ambiente Multisim.....	116
Figura 26 - Ambiente do Multisim. "Place Basic".....	116
Figura 27 - Caixa de diálogo "Selecione um Componente".....	117
Figura 28 - Colocando um símbolo de Terra (Ground).....	118
Figura 29 - Projeto até o momento.....	119
Figura 30 - Conecte um resistor.....	119
Figura 31 - Conecte os componentes.....	120
Figura 32 - Complete o esquemático.....	120
Figura 33 - Barra de ferramentas de Instrumentos.....	121
Figura 34 - Multímetro configurado como voltímetro.....	121
Figura 35 - Pronto para simular.....	121
Figura 36 - Barra de ferramentas de Simulação.....	122
Figura 37 - Visualizando a simulação no multímetro.....	122
Figura 38 – Multímetro.....	123
Figura 39 – Ohmímetro.....	124
Figura 40 – Voltímetro.....	124
Figura 41 – Amperímetro.....	125
Figura 42 – Circuitos.....	126
Figura 43 – Circuitos.....	127
Figura 44 – Circuito.....	128

Figura 45 – Circuito.....	129
Figura 46 - O ambiente Multisim.....	130
Figura 47 - Circuito série.....	131
Figura 48 - Pronto para simular.....	131
Figura 49 - O ambiente Multisim.....	132
Figura 50 - Circuito paralelo.....	133
Figura 51 - Pronto para simular.....	133
Figura 52 – Circuito.....	134
Figura 53 – Circuito.....	134
Figura 54 – Circuito.....	135
Figura 55 – Circuito.....	136
Figura 56 - O ambiente Multisim.....	137
Figura 57 - Circuito misto.....	138
Figura 58 - Pronto para simular.....	139
Figura 59 – Circuito.....	140
Figura 60 – Circuito.....	141
Figura 61 – Circuito.....	142
Figura 62 – Circuito.....	143
Figura 63 – Movimento de Cargas.....	144
Figura 64 – Movimento ordenado dos elétrons em um fio.....	144
Figura 65 – Trabalho da Força Elétrica.....	145
Figura 66 – Linhas de campo elétrico (linhas cheias) e seções retas de superfícies equipotenciais (linhas tracejadas) (a) para um campo elétrico uniforme (b) para uma carga pontual (c) para um dipolo elétrico.....	146

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Pré-teste e Pós-teste.....	62
Gráfico 2 – Diferença entre Pré-teste e Pós-teste.....	62
Gráfico 3 – Índice de rendimento por aluno.....	63
Gráfico 4 – Primeira atividade realizada.....	64
Gráfico 5 – Nível de dificuldade da atividade teórica.....	64
Gráfico 6 – Nível de dificuldade da atividade computacional.....	65
Gráfico 7 – A primeira atividade ajudou na segunda.....	66
Gráfico 8 – Se as atividades tivessem sido realizadas na ordem inversa.....	66
Gráfico 9 – As atividades ajudaram no aprendizado dos conteúdos circuito série e circuito paralelo.....	67
Gráfico 10 – Trabalhar com o Multisim ajudou a ter uma nova visão no estudo de circuitos elétricos.....	68
Gráfico 11 – Se acha em condições de resolver qualquer problema de circuito série e circuito paralelo.....	68
Gráfico 12 – Conteúdo em que teve maior facilidade.....	69
Gráfico 13 – Os conteúdos se relacionam.....	70
Gráfico 14 – A aprendizagem ocorreria da mesma forma se não houvesse o Multisim...	70
Gráfico 15 – Solução dos problemas utilizando o Multisim.....	71
Gráfico 16 – Comparando prática experimental com o Multisim.....	72
Gráfico 17 – A primeira atividade ajudou na segunda.....	72
Gráfico 18 – Atividade mais trabalhosa.....	73
Gráfico 19 – Atividade utilizando prática experimental.....	73
Gráfico 20 – Atividade utilizando o Multisim.....	74

Gráfico 21 – Sobre circuitos elétricos.....	74
Gráfico 22 – Sobre circuitos elétricos.....	75
Gráfico 23 – Sobre circuitos elétricos.....	75
Gráfico 24 – Sobre circuitos elétricos.....	76
Gráfico 25 – Sobre circuitos elétricos e o aprendizado.....	76
Gráfico 26 – Sobre a aprendizagem utilizando o Multisim.....	77
Gráfico 27 – Sobre a aprendizagem utilizando prática experimental.....	78
Gráfico 28 – Sobre os circuitos elétricos. Se for continuar a trabalhar.....	78
Gráfico 29 – Qual escola cursou o Ensino Fundamental.....	80
Gráfico 30 – Sobre o material utilizado ao longo da prática pedagógica.....	80
Gráfico 31 – Sobre o encadeamento dos assuntos ao longo da prática pedagógica.....	81
Gráfico 32 – O professor teve total domínio dos conteúdos ministrados na prática pedagógica.....	81
Gráfico 33 – Sobre o meu interesse pela prática pedagógica.....	82
Gráfico 34 – A prática pedagógica para a sua aprendizagem foi.....	82
Gráfico 35 – Na prática pedagógica, o que mais colaborou para a sua aprendizagem.....	83

Lista de Quadros

Quadro 1 – Pontuação dos alunos brasileiros na avaliação PISA, nos anos de 2000, 2003, 2006, 2009 e 2012.....	19
Quadro 2 - Síntese das dificuldades conceituais e concepções alternativas de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2006, p 489)	38
Quadro 3 – Organização da Sequência Didática.....	43
Quadro 4 – Cartão respostas.....	98
Quadro 5 – Organização da Sequência Didática.....	109

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Pré-teste e Pós-teste.....	61
Tabela 2 - Tabela de leitura de valores das resistências.....	126
Tabela 3 - Tabela de leitura de valores das tensões.....	126
Tabela 4 - Tabela de leitura de valores das tensões nos circuitos.....	127
Tabela 5 - Tabela de leitura de valores das tensões no circuito.....	127
Tabela 6 - Tabela de leitura de valores das correntes no circuito.....	128
Tabela 7 - Tabela de leitura de valores das correntes no circuito.....	129
Tabela 8 - Tabela de leitura de valores da resistência no circuito.....	134
Tabela 9 - Tabela de leitura de valores de correntes no circuito.....	135
Tabela 10 - Tabela de leitura de valores de tensões no circuito.....	135
Tabela 11 - Tabela de leitura de valores da resistência no circuito.....	135
Tabela 12 - Tabela de leitura de valores de correntes no circuito.....	136
Tabela 13 - Tabela de leitura de valores de tensões no circuito.....	136
Tabela 14 - Tabela de leitura de valores da resistência no circuito.....	140
Tabela 15 - Tabela de leitura de valores de correntes no circuito.....	141
Tabela 16 - Tabela de leitura de valores de tensões no circuito.....	141
Tabela 17 - Tabela de leitura de valores das correntes no circuito.....	142
Tabela 18 - Tabela de leitura de valores das correntes no circuito.....	142
Tabela 19 - Tabela de leitura de valores das correntes e tensões no circuito.....	143

Lista de Abreviaturas e Siglas

CA - Corrente Alternada

CC - Corrente Contínua

FPGA - Field Programmable Gate Array

NI - National Instruments

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PCI - Placa de Circuito Impresso

PISA - Programme International Students Assessment

PWM - Pulse Wave Modulation

SD - Sequência Didática

SPICE - Simulated Program with Integrated Circuit Empahsis

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

VHDL – **V**-Very High Speed Integrated Circuit – **HDL**-Hardware Description Language

Sumário

Capítulo 1 – Introdução	18
1.1 Objetivo Geral.....	21
1.2 Objetivos Específicos.....	21
1.3 Justificativa.....	21
1.4 Metodologia.....	23
1.5 Cronograma.....	25
1.6 Estrutura da Dissertação.....	26
Capítulo 2 - Fundamentação Teórica	27
2.1 A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.....	27
2.2 O Software Multisim.....	31
Capítulo 3 – Análise sobre Trabalhos Relacionados	34
3.1 Aplicações do Multisim.....	34
3.1.1 Aplicações em Ensino: Onde o Multisim está sendo usado?	34
3.2 Dificuldades de Aprendizagem em Circuitos Elétricos.....	37
3.3 Integração de Atividades Computacionais com Atividades Experimentais.....	39
Capítulo 4 – Planejamento da Intervenção Pedagógica	41
4.1 Sequência Didática.....	41
4.2 Organização da Sequência Didática.....	42
Capítulo 5 – Planejamento do Estudo de Caso	47
5.1 Problema de Pesquisa.....	47
5.2 Questões de Pesquisa.....	48
5.3 Sujeitos da Pesquisa.....	48
5.4 Objeto da Pesquisa.....	48
5.5 Recursos Utilizados.....	48
5.6 Unidade de Análise.....	49
5.7 Procedimentos para Coletas de Dados.....	49
5.8 Avaliação da Validade.....	50
5.9 Planejamento da Execução.....	51
Capítulo 6 – Descrição da Intervenção Pedagógica e Análise dos Resultados	53
6.1 Descrição da Intervenção Pedagógica.....	53
6.2 Análise dos Resultados.....	60
6.2.1 Comparação da Atividade Teórica com Atividade Computacional.....	63

6.2.2 Comparação da Atividade Computacional com Atividade Experimental.....	71
6.3 Avaliação dos Alunos sobre a Intervenção Pedagógica.....	79
Capítulo 7 – Considerações Finais.....	86
Referências.....	88
Apêndices.....	92
Apêndice A - Teste de Concepções Alternativas.....	92
Apêndice B - Atividade Teórica x Atividade Computacional.....	99
Apêndice C - Atividade Computacional x Atividade Experimental.....	101
Apêndice D - Questionário de Avaliação da Prática Pedagógica.....	103
Apêndice E - Guia de Atividades Práticas.....	105
Apêndice F – Carga Elétrica, Corrente Elétrica e Diferença de Potencial Elétrico....	144

Capítulo 1 - Introdução

A educação é reconhecida como uma das bases sobre as quais se assenta o desenvolvimento político, social e econômico das sociedades modernas. No Brasil o aumento da escolaridade média da população, assim como a melhoria da qualidade do ensino constituem grandes desafios a serem superados. Em grande medida esses desafios são afetados por desigualdades de várias ordens, dentre elas a grande diversidade das escolas brasileiras sob os aspectos cultural, étnico, gênero, política, entre outros. Concomitante a essa diversidade, quanto ao ensino de física, nos deparamos com o desafio de como é possível favorecer verdadeiramente a aprendizagem dos alunos.

O principal desafio da educação brasileira, de modo que se possa avançar ainda mais na área social é a melhoria da qualidade do ensino. O Brasil continua apresentando péssimos resultados em programas internacionais de avaliação do ensino. Citando-se o PISA- Programme International Students Assessment, que é um programa para medir competências e habilidades em leitura, matemática e ciências, aplicado tri anualmente em mais de cinquenta países desde 2001 e patrocinado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), verifica-se que uma das áreas mais deficitárias é a da educação científica. A correção desse déficit, segundo Cachapuz *et al* (2005, p 20) e citando a Conferência Mundial sobre a Ciência para o século XXI, realizada em Budapeste, Hungria, em 1999, foi considerado: “[...] imperativo estratégico para os países, de modo que estes consigam satisfazer as necessidades fundamentais da sua população”. Em virtude da importância que o conhecimento científico apresenta, o acesso ao mesmo foi considerado uma das necessidades básicas de aprendizagem dos jovens na conferência mundial de educação para todos, realizada em Jomtien na Tailândia em 1990, de acordo com Werthein (2003).

Embora o conhecimento científico na sociedade seja muito importante, o que se pode constatar no Brasil é um fracasso da educação científica no ensino básico, atestado pelos dados de avaliações como o PISA. Em recentes edições da referida avaliação, nos anos de 2000, 2003, 2006, 2009 e 2012, o Brasil pouco avançou na educação científica. O Quadro 1 mostra a trajetória do nível de pontuação que os estudantes brasileiros apresentaram nas referidas edições:

Quadro 1 – Pontuação dos alunos brasileiros na avaliação PISA, nos anos de 2000, 2003, 2006, 2009 e 2012.

	Pisa 2000	Pisa 2003	Pisa 2006	Pisa 2009	Pisa 2012
Número de alunos participantes	4.893	4.452	9.295	20.127	18.589
Leitura	396	403	393	412	410
Matemática	334	356	370	386	391
Ciências	375	390	390	405	405

Fonte: <http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-resultados>

Apesar do Quadro 1 apresentar um crescimento no desempenho dos alunos entre as edições de 2000 e 2012, no qual a pontuação saltou de 375 pontos para 405 pontos, isto ainda não pode ser considerado algo significativo em termos de melhoria da educação brasileira na área de Ciências. Segundo Waiselfisz (2009), a avaliação de 2006 revelou que 60% dos estudantes brasileiros não apresentaram um nível mínimo de proficiência em ciências, assim como em Matemática e em sua própria língua nativa. Estes resultados mostram que os estudantes brasileiros possuem dificuldade de aprendizagem em leitura, interpretação e cálculo, os quais comprometem dramaticamente a aprendizagem de Ciências e limitam o desenvolvimento de suas potencialidades.

Na edição de 2012 do PISA, os estudantes brasileiros continuaram a apresentar um dos mais baixos níveis de proficiência em ciências no contexto das inúmeras nações avaliadas, marcando apenas 405 pontos, o que contribuiu para posicionar o Brasil na 58ª colocação, dentre 65 países avaliados.

Em sua maioria, pesquisadores como Cachapuz et al (2005) e Carvalho (2004) dentre outros, afirmam que as atuais propostas pedagógicas de educação científica devem passar por uma reformulação, de modo que se promova a alfabetização científica, configurando-se como uma das alternativas possíveis para a superação do quadro deficitário brasileiro na área da educação científica. Para Carvalho (2004) a promoção da alfabetização científica deve ser arquitetada de tal modo que leve os estudantes a: “[...] construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão [...]” (2004, p3). Carvalho

(2004) também afirma que para viabilizar a alfabetização científica, um dos elementos essenciais é a experimentação (MENCK; VENTURA, 2007).

As práticas experimentais detêm um papel importante no desenvolvimento de inúmeras competências e habilidades de raciocínio científico como: capacidade de relacionar teoria com prática; realizar medidas e cálculo de erros experimentais; analisar dados representados por meio de gráficos e tabelas; etc (BORGES, 2002; MARINELLI; PACCA, 2006; SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003), principalmente se forem concebidas como verdadeiras investigações científicas, ao invés de simples execução de procedimentos escritos em roteiros fortemente estruturados (BORGES, 2002; LABURÚ, 2006).

Outro meio possível para o desenvolvimento da alfabetização científica é incorporar recursos das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) às práticas pedagógicas. De acordo com Almeida e Valente (2011), o computador pode ser usado de modo inteligente para que o aluno construa sua aprendizagem de forma mais facilitada. A partir disso, Ribeiro et al (2008b, p 356) afirmam que:

O uso do computador, por meio de softwares educativos, possibilita a inserção de: material instrucional contendo textos (teorização fenomenológica, manipulação e solução analítica e numérica de formulações matemáticas), a realização de animações e variação de parâmetros. Também permite a documentação de sessões de experimentação científica, registrada através de filmagens ou fotografias ou arquivos de áudio, disponibilizando narrativas e a busca em sites específicos.

Nas últimas décadas, o computador vem sendo empregado de forma mais abrangente na educação científica, principalmente por meio do uso de softwares de simulação e modelagem computacionais. Pesquisas relatam que o uso de softwares pode proporcionar inúmeros benefícios para a aprendizagem de ciências, como: facilitar a construção de conceitos; tratamento de dificuldades de aprendizagem; permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses; agregar os estudantes em tarefas com maior grau de interatividade, etc (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002; SENA DOS ANJOS, 2008; VEIT; TEODORO, 2002; DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2006).

Devido a importância do laboratório de experimentação, bem como os benefícios que os softwares de simulação e modelagem computacionais apresentam para a

aprendizagem de ciências, pesquisadores como Ribeiro et al (2008a, b), Teixeira (2005) apud Teixeira (2008), Dorneles, Araújo e Veit (2006, 2007) defendem propostas pedagógicas voltadas para a aprendizagem de física, ciências e matemática, através da integração entre atividades experimentais de bancada (MENCK; VENTURA, 2007) e softwares de simulação e modelagem computacionais (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2006, 2007).

Esta dissertação caracteriza como uma de suas metas, investigar de que modo a integração de atividades experimentais e computacionais pode contribuir, qualitativa e quantitativamente, para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos do 3^o ano do ensino médio, no conteúdo de circuitos elétricos em uma escola da rede pública de ensino, numa das regiões mais carentes da cidade de Manaus.

1.1 Objetivo Geral

- Investigar como a realização de Atividades Computacionais e Experimentais, contribuem para o desenvolvimento do processo de aprendizagem no ensino de Física do Ensino Médio.

1.2 Objetivos Específicos

- Mapear as concepções científicas dos alunos sobre corrente elétrica em circuitos simples, visando conceber estratégias pedagógicas que possam superar eventuais obstáculos de aprendizagem.
- Conceber uma estratégia pedagógica e realizá-la previamente às práticas laboratoriais, incorporando-se o apoio pedagógico do software Multisim.
- Avaliar por meio de um estudo de caso a aprendizagem dos alunos sobre Circuitos Elétricos utilizando a Integração entre atividades computacionais e experimentais.

1.3 Justificativa

O produto do trabalho desta dissertação é um material instrucional que contempla o estudo de circuitos elétricos. Esse material pretende auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos dessa área, buscando que os conceitos sejam compreendidos a partir da

interação com o Software Multisim e do manuseio de componentes e instrumentos elétricos.

Aplicou-se este trabalho a alunos da disciplina de Física do 3º ano do Ensino Médio. Pretendeu-se, como motivação, criar, a partir do software MULTISIM (BRAGA, 2011), as condições para o estudo e aprendizagem em um ambiente para experimentos de circuitos elétricos que permita aos alunos a criação e a análise de circuitos elétricos reais.

Trabalhando há muitos anos como professor de Física e Eletricidade e, em especial, com o conteúdo de circuitos elétricos, foi possível perceber as dificuldades que os alunos encontram em entender e articular os conceitos envolvidos nesse conteúdo. Há uma grande confusão entre os discentes na percepção de diferenças, por exemplo, entre tensão, resistência e corrente elétrica. Muitas vezes, as concepções que os alunos trazem (ou que deixam de trazer) dificultam novos entendimentos e eles acabam tendo uma visão distorcida dos conceitos, fixando-os de maneira incorreta. É preciso que o professor mostre aos alunos de modo mais palpável e atraente os conceitos que se pretende ensinar, formando uma visão mais ampliada e contextualizada para fixação correta. Pode-se dizer também que a linguagem do dia a dia não colabora para a aquisição de novos conceitos científicos, pois, muitas vezes os sentidos usuais diferem dos conceituais científicos.

Pode-se notar também que, no ensino de Física, encontra-se um discurso no uso de atividades práticas que na realidade não tem evoluído, pois no fim das contas o professor acaba utilizando “quadro-negro e giz”. Segundo Moreira (2005), o uso de estratégias instrucionais distintas que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam um ensino centrado no aluno é fundamental para facilitar uma aprendizagem significativa crítica. Pretende-se investigar se o aprendizado pode ser obtido por meio de uma abordagem que integre atividades de simulações computacionais e experimentais.

Consideramos que a importância que o desenvolvimento desta pesquisa representa está baseada nos seguintes fatos:

Primeiro, devido à necessidade de renovação das propostas de ensino-aprendizagem de ciências/física, que este trabalho possa produzir resultados que contribuam para a melhoria da aprendizagem de física.

Segundo, a pequena quantidade de pesquisas nacionais que tratem do tema integração pedagógica e operacional entre atividades de experimentação científica e uso de tecnologias educacionais (RIBEIRO et al, 2011; RIBEIRO, 2012), existindo assim a necessidade de se produzir maior conhecimento sobre o assunto para diminuir as defasagens do cenário da educação científica e matemática brasileiras.

Terceiro, ao nível da pesquisa, o caráter contributivo que este trabalho eventualmente possa representar, ao investigar a realização de práticas experimentais, apoiada por simulação computacional, durante o desenvolvimento do processo de motivação e facilitação da aprendizagem.

1.4 Metodologia

Visando o cumprimento dos objetivos propostos, estamos adotando os seguintes procedimentos metodológicos:

- ✓ Revisão da literatura. Esta é uma atividade contínua que se encerrará apenas com a entrega da dissertação. O objetivo desta atividade é conhecer a literatura que trata dos conceitos sobre A teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, Software Multisim, Eletrodinâmica, dificuldades de Aprendizagem em Circuitos Elétricos, Integração de Atividades Computacionais e Experimentais, Planejamento de Ensino e estudo empírico por meio de estudo de caso. Assuntos que fundamentam esta proposta e orientam na execução da pesquisa;
- ✓ Estudo do Software Multisim. Esta atividade tem por objetivo investigar as possibilidades de aplicação do software consoante aos objetivos de aprendizagem do conteúdo Circuitos Elétricos;
- ✓ Elaboração do Planejamento de Ensino. Nesta atividade será desenvolvida a sequência didática que será utilizada para a intervenção pedagógica junto aos alunos do 3º ano do Ensino Médio;

- ✓ Planejamento do Estudo de Caso. Diz respeito ao planejamento da investigação empírica a ser realizada para avaliar os resultados de aprendizagem dos alunos em virtude da execução do planejamento de ensino;
- ✓ Escrita e defesa da qualificação. Teve por objetivo a escrita e defesa pública da proposta de pesquisa. O documento apresentado na qualificação integrou as atividades citadas anteriormente;
- ✓ Preparação para a realização do Estudo de Caso. Visa preparar as condições para a execução do estudo de caso, tais como, instalação de equipamentos, impressão dos recursos didáticos, etc;
- ✓ Execução do Estudo de Caso. Visa à execução do planejamento de ensino em uma escola pública do município de Manaus, utilizando-se de técnicas de observação e coleta de dados própria da pesquisa empírica do tipo estudo de caso;
- ✓ Análise dos dados obtidos no Estudo de Caso. Tem por objetivo a tabulação, análise dos dados e descrição dos resultados da pesquisa;
- ✓ Escrita e defesa da Dissertação.

1.5 Cronograma

O cronograma proposto contempla o conjunto de atividades que foram planejadas e/ ou realizadas nos anos de 2014 e 2015.

Figura1 – Cronograma de Atividades

CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DO MESTRADO - 2014												
ATIVIDADES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
REVISÃO DA LITERATURA												
ESTUDO DO SOFTWARE MULTISIM												
ELABORAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE ENSINO												
PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE CASO												
ESCRITA DA QUALIFICAÇÃO												

CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DO MESTRADO - 2015												
ATIVIDADES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ESCRITA E DEFESA DA QUALIFICAÇÃO												
CONCLUSÃO DO PLANEJAMENTO DE ENSINO												
REVISÃO DA LITERATURA												
PREPARAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO												
EXECUÇÃO DO ESTUDO DE CASO												
ANÁLISE DOS DADOS DO ESTUDO DE CASO												
ESCRITA E DEFESA DA DISSERTAÇÃO												

Fonte: Produção própria

1.6 Estrutura da Dissertação

A dissertação está organizada em sete capítulos. No Capítulo 2, apresentamos os fundamentos e aspectos teóricos que embasam esta pesquisa. O Capítulo está organizado em seções que tratam sobre A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e do software Multisim. No Capítulo 3, é feita uma análise sobre trabalhos realizados sobre o Software Multisim, sobre as dificuldades de aprendizagem em circuitos elétricos e da integração de atividades computacionais e experimentais. No Capítulo 4, apresentamos as etapas e diretrizes do planejamento da intervenção pedagógica, organizando e detalhando a sequência didática. O Capítulo 5 apresenta o planejamento do estudo de caso realizado, visando avaliar a aprendizagem dos alunos em virtude da integração de atividades computacionais e experimentais. Os métodos, procedimentos e critérios para validade da investigação empírica serão também apresentados neste capítulo. No Capítulo 6, apresentamos a descrição da intervenção pedagógica e a análise dos resultados. Por fim, apresentamos as considerações finais.

Capítulo 2 - Fundamentação Teórica

Neste capítulo, apresentamos os fundamentos teóricos que embasam este trabalho: A teoria dos campos conceituais, de Vergnaud, (1990) como forma de facilitar a aprendizagem e O Software Multisim (BRAGA, 2011).

2.1 A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud

Para Vergnaud, existe a premissa de que o conhecimento está organizado em campos conceituais. E, segundo ele:

Campo conceitual é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição (VERGNAUD, apud MOREIRA, 2004, p.8).

As palavras-chave da teoria dos campos conceituais são: campo conceitual, conceito, situação, esquema, invariante operatório e representações (teoremas-em-ação ou conceitos-em-ação).

Teoremas-em-ação são proposições que o sujeito acredita serem verdadeiras sobre a realidade. Conceitos-em-ação são propriedades, categorias, atributos que o sujeito acredita serem pertinentes a uma dada situação. A teoria dos campos conceituais considera a conceitualização o âmago do desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 2002).

Segundo Moreira (2005), a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, diferenciado, e mais elaborado em termos de significados e adquire mais estabilidade (MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 1999, 2000). Deve-se estar atento para as concepções alternativas trazidas pelos alunos. Estas podem ancorar os novos conhecimentos. Não se pode esquecer que o aluno pode absorver novos conhecimentos sem abandonar suas concepções e, neste caso, não se pode penalizá-lo. A utilização de recursos modernos e interativos dá continuidade a essa ferramenta. Dessa forma, está-se criando continuamente um ambiente que favoreça a aprendizagem significativa do aluno. Moreira (2005) afirma que, na Aprendizagem

Significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso, ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos.

Sabe-se igualmente que a aprendizagem significativa é progressiva, isto é, os significados vão sendo captados e internalizados progressivamente; e, nesse processo, a linguagem e a interação pessoal são muito importantes (MOREIRA; CABELLERO; RODRÍGUEZ PALMERO, 2004).

As situações propostas visam a que o conceito faça sentido na compreensão do estudante. De outro modo, pode-se dizer que a compreensão do conceito faz com que seja possível se dar conta de novas situações, ou seja, há uma relação dialética entre situações e conceitos. São as situações que dão sentido aos conceitos, mas a conceitualização permite dar conta de novas situações.

Segundo Moreira (2004), a teoria dos campos conceituais destaca que a aquisição de conhecimento tem, portanto, muitas características contextuais. Assim, muitas de nossas concepções vêm das primeiras situações que fomos capazes de dominar ou de nossa experiência tentando modificá-las (1996, p. 117). No entanto, existe provavelmente um lacuna considerável entre os invariantes que os sujeitos constroem ao interagir com o meio e os invariantes que constituem o conhecimento científico.

A teoria dos campos conceituais, de Gérard Vergnaud, é uma teoria psicológica de conceitos (VERGNAUD, 1990, p. 147), uma teoria cognitivista do processo de conceitualização do real, como ele próprio diz (op. cit., p. 133). É uma teoria pragmática no sentido de que pressupõe que a aquisição do conhecimento é moldada por situações, problemas e ações do sujeito nessas situações (VERGNAUD, 1994, p. 42, apud SOUZA; FÁVERO, 2002). As situações são postas na forma de problemas e, dessa forma, os conceitos começam a se tornar claros ao estudante. É também uma teoria complexa ou uma teoria da complexidade cognitiva, pois contempla o desenvolvimento de situações progressivamente dominadas, dos conceitos e teoremas necessários para operar eficientemente nessas situações e das palavras e dos símbolos que podem eficazmente representar esses conceitos e essas operações para o indivíduo, dependendo de seu nível cognitivo (VERGNAUD, 1994, p. 43, apud SOUZA; FAVERO, 2002).

Vergnaud define os conceitos a partir de três conjuntos:

- ✓ O conjunto de situações que vão dar sentido ao conceito, que ele simboliza por S;
- ✓ O conjunto de invariantes operatórios (objetos, propriedades e relações), que o indivíduo vai utilizar para analisar e compreender as situações do primeiro conjunto, que ele simboliza por I;
- ✓ O conjunto das representações simbólicas (linguagem natural, símbolos, gráficos, diagramas), que o indivíduo vai utilizar para representar as relações nas situações. Vergnaud representa esse conjunto por R;

Para o desenvolvimento de um conceito e o seu uso, ao longo da aprendizagem, necessita-se considerar-se os três conjuntos, simultaneamente.

As situações planejadas no presente trabalho propõem inicialmente o estudo dos circuitos elétricos por meio de simulação, com a ideia de facilitar a compreensão dos conceitos envolvidos. Os conceitos de circuitos elétricos como integrantes de um dos campos conceituais da física não podem ser ensinados como conceitos isolados. A eletrodinâmica, junto com seus conceitos-chave, forma um campo conceitual mais abrangente.

Propor o estudo de situações físicas aos alunos por meio de simulações é criar condições para que eles conceitualizem e desenvolvam seus esquemas.

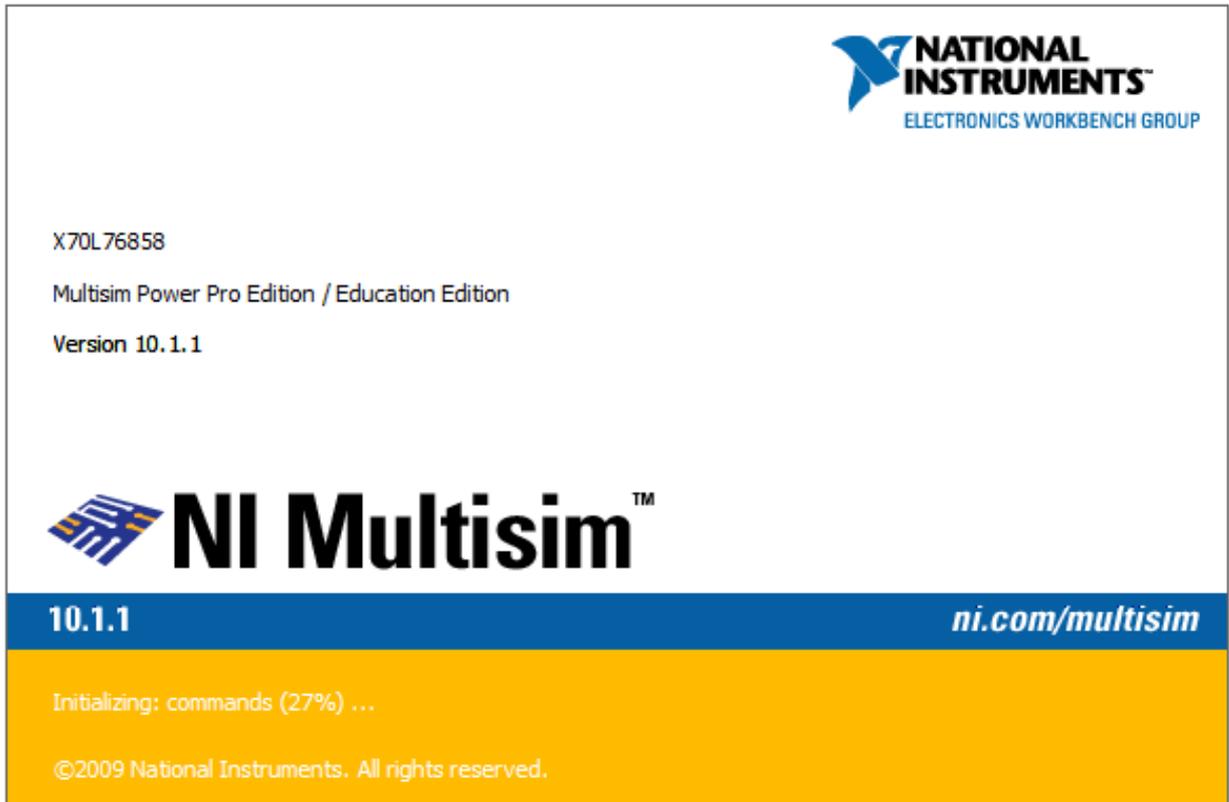
A utilização de software de simulação proporciona diversas situações para que o aluno aumente a possibilidade de construir seus esquemas. Dessa forma, pode-se fornecer diferentes possibilidades para que ele tenha à sua disposição diferentes situações apresentadas. Pois, na realidade, isso proporciona que ele passe repetidas vezes e de forma diferente pelo estudo de um mesmo campo conceitual. Isso ocorre pelo fato de se apresentar o mesmo circuito elétrico no software e após desenvolver as tarefas em um atividade real. Dessa forma, supõe-se que os conceitos sejam progressivamente assimilados. Assimilar progressivamente cada conceito é a prática para o domínio de um campo conceitual, isso por se proporcionar diferentes formas de estudar um mesmo circuito elétrico. Assim, está se proporcionando uma variedade de situações para que os conceitos tornem-se significativos. Dessa forma, é possível também verificar a forma como o progresso acontece à medida que os estudantes podem colocar em prática os esquemas por eles articulados.

Para Moreira (2004), as concepções prévias dos alunos contêm conceitos-em-ação que não são verdadeiros teoremas e conceitos científicos, mas que podem evoluir para eles. Porém o hiato entre os invariantes operatórios dos alunos e os do conhecimento científico é grande, de modo que a mudança conceitual poderá levar muito tempo. As novas situações assimiladas pelo estudante acabam por provocar, durante o processo, uma mudança conceitual.

A teoria dos campos conceituais de Vergnaud não é uma teoria de ensino de conceitos explícitos e formalizados, mas subjacente, tem a ideia de que os conhecimentos-em-ação podem evoluir para conhecimentos científicos com a mediação do professor.

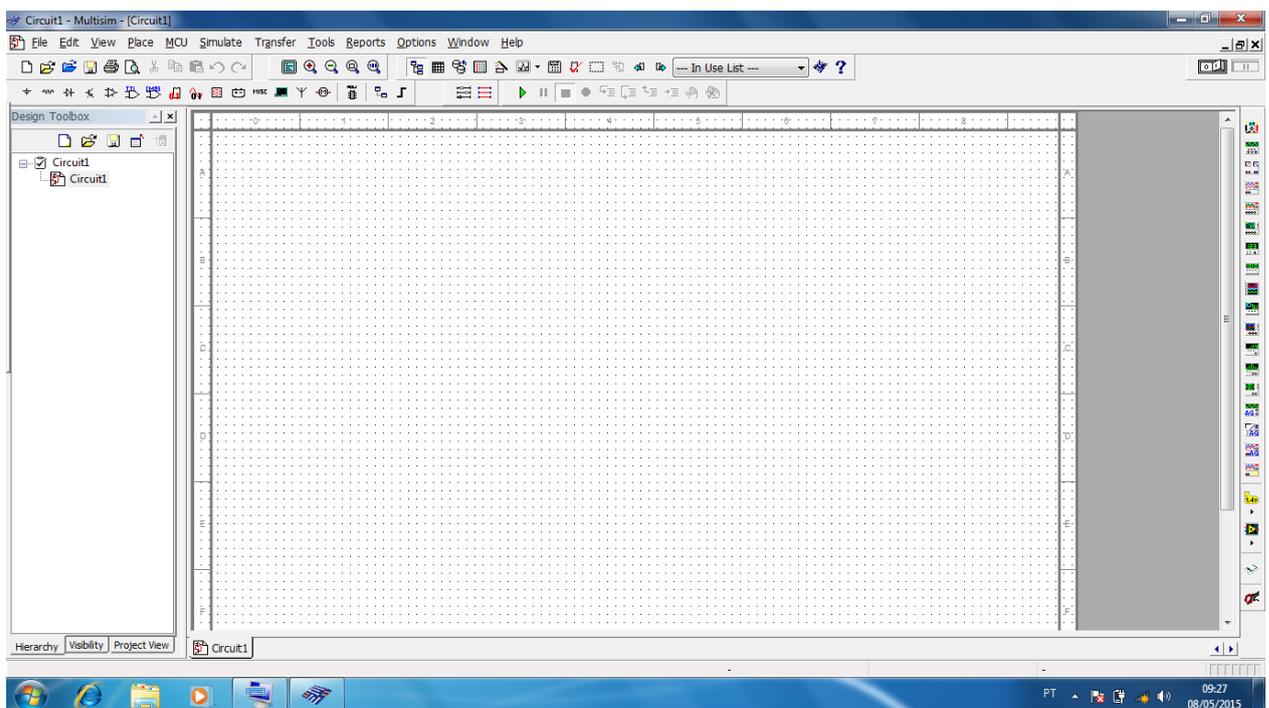
2.2 O Software Multisim

Figura 2 - Versão do *Multisim* que utilizaremos neste guia



Fonte: Próprio Autor

Figura 3 - Tela inicial do ambiente do *Multisim*



Fonte: Próprio Autor

O Multisim é um software para captura de esquemas, simulação e análise de circuitos eletrônicos. Com enfoque integrado para projetos eletrônicos de controle e potência, foi criado pela National Instruments para ajudar o profissional da área técnica a desenvolver de maneira rápida, simples e com menor custo projetos que englobam principalmente a eletrônica e o controle de automação.

O Multisim é o melhor ambiente avançado de simulação SPICE padrão da indústria. Em todo o mundo, educadores usam o Multisim para ensinar teoria eletrônica, e engenheiros o utilizam em vários segmentos da indústria para projetar e prototipar circuitos. Baixe gratuitamente uma versão de avaliação específica para sua área de conhecimento. <http://www.ni.com/multisim/pt/>

Dentro do ambiente de trabalho, a preparação para montagem e simulação dos circuitos é simples e fácil.

O Multisim é o primeiro simulador de circuitos interativo do mundo. Não é preciso ser um especialista em SPICE para poder usá-lo.

As netlists e comandos SPICE são utilizadas automaticamente sem que o operador precise conhecê-las, como ocorre com outros programas mais antigos de simulação.

Uma outra característica muito importante é que o circuito pode ser modificado durante a simulação, de modo a permitir que o projetista veja o que acontece quando isso é feito.

A simulação é interativa e animada, o que possibilita a melhor interpretação dos resultados obtidos e conseqüentemente uma aplicabilidade mais concisa do projeto.

Os instrumentos são virtuais, possibilitando a análise de gráficos e medidas de maneira fácil, barata e rápida.

O Multisim se apresenta como uma ferramenta de análise de circuitos eletrônicos, combinando recursos intuitivos e facilidades de utilização com o padrão industrial de simulação SPICE em um único ambiente integrado, abstraindo as complexidades e dificuldades de simulação tradicional (MULTISIM, 2011).

Conforme Braga (2011, p. 10):

O MULTISIM é capaz de verificar erros antes que eles se propaguem pelo projeto, essa verificação é feita através de um conjunto amplo de instrumentos virtuais que indicam formas de ondas, sinais, tensões e correntes, além da própria posta de frequência de um circuito.

Os circuitos elétricos criados no Multisim podem ser confeccionados pelos próprios alunos, numa perspectiva expressiva, quanto também os alunos podem usar os circuitos feitos pelo professor, numa perspectiva exploratória.

Capítulo 3 - Análise sobre Trabalhos Relacionados

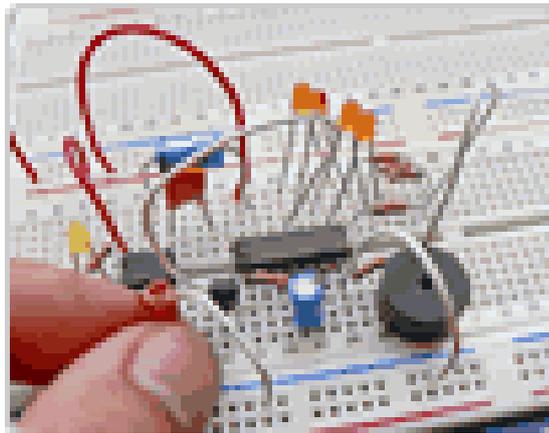
Revisamos a literatura em busca de publicações sobre aplicações do software Multisim, dificuldades de aprendizagem em circuitos elétricos e Integração de atividades computacionais com atividades experimentais.

3.1 Aplicações do Multisim

3.1.1 Aplicações em Ensino: Onde o Multisim está sendo Usado?

Os educadores usam o Multisim para ensinar tópicos básicos e avançados em seus cursos de eletrônica analógica, digital e de potência. A seguir, alguns recursos que mostram como o Multisim melhorou a aprendizagem e aumentou o interesse dos estudantes nas faculdades e universidades.

Figura 4 - Circuitos analógicos



Fonte: <http://www.ni.com/multisim/applications/edu/pt/>

Usando o ambiente gráfico intuitivo do Multisim, os estudantes podem rapidamente conectar componentes eletrônicos e simular seu comportamento, para visualizarem conceitos fundamentais na prática. A biblioteca de componentes contém resistores, capacitores, indutores, fontes de alimentação, chaves, transistores de junção bipolar e transistores de efeito de campo; o ambiente possui instrumentos de osciloscópio, pontas de prova e análises SPICE, para que os estudantes realmente desenvolvam conhecimentos técnicos em eletrônica analógica. A completa integração com as plataformas NI myDAQ

e NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS) ajuda os estudantes a aprenderem com a prática.

Figura 5 - Circuitos lógicos digitais, microcontroladores e FPGAs



Fonte: <http://www.ni.com/multisim/applications/edu/pt/>

O Multisim contém portas lógicas digitais, contadores e microcontroladores, para reforçar o ensino dos tópicos iniciais da eletrônica digital, como a álgebra booleana. Os diagramas eletrônicos especializados de dispositivos lógicos programáveis proporcionam aos estudantes a capacidade de traduzir circuitos de portas lógicas digitais em VHDL bruto implementado em targets FPGA de parceiros como a Digilent; dessa forma, eles podem implementar seus códigos no hardware para aprenderem fundamentos digitais sem terem de aprender sintaxes complexas.

Figura 6 - Sistemas e eletrônica de potência



Fonte: <http://www.ni.com/multisim/applications/edu/pt/>

Energia e eletrônica de potência são áreas essenciais nos novos cursos e pesquisas de instituições de ensino de todo o mundo. O ambiente Multisim contém uma biblioteca de componentes e análises especializadas que permitem que os estudantes explorem conceitos como a conversão CA-CC, fontes CC-CC chaveadas, fontes CC-CA para drives de motores, energias renováveis, retificadores, inversores e PWM.

Figura 7 - Projetos de pesquisa e projetos dos estudantes



Fonte: <http://www.ni.com/multisim/applications/edu/pt/>

Em combinação com o ambiente Multisim, os estudantes podem usar o ambiente de layout e roteamento NI Ultiboard para prototipar projetos de placas de circuito impresso (PCI) físicas. Os projetos e pesquisas dos estudantes podem ser PCIs isolados ou integrados, como parte de um sistema que usa o NI myDAQ ou o NI myRIO.

O Multisim vem sendo utilizado por muitos professores nas escolas técnicas estaduais e federais. Encontram-se inúmeras atividades já elaboradas nas áreas de eletrônica, mecatrônica, telecomunicações e controle de automação, porém não encontramos nenhuma publicação que utilize o Multisim no ensino de física, principalmente no ensino médio.

3.2 Dificuldades de Aprendizagem em Circuitos Elétricos

Observando o trabalho de Dorneles, Araújo e Veit (2006), apresentado em sua dissertação foi possível verificar de que forma poderia ser utilizado um software para o ensino de conteúdo de Física. Em seu trabalho Dorneles, Araújo e Veit (2006) apresentam o uso do software Modellus para o ensino de circuitos elétricos.

Os autores apresentam o passo a passo da utilização do software desde sua apresentação, passando pelos objetivos, descrição geral do modelo, os enunciados e dificuldades trabalhadas com os discentes, os conceitos desenvolvidos, as atividades de criação dos modelos, etc.

Segundo Dorneles, Araújo e Veit (2006), a eletricidade é uma das áreas da Física que possuem importantes estudos a respeito de suas dificuldades de aprendizagem, as quais foram caracterizadas após exaustivos trabalhos de pesquisa desenvolvidos com alunos de ensino médio e superior de países como os Estados Unidos, Canadá e nações europeias. Dentre estas dificuldades de aprendizagem, Dorneles, Araújo e Veit (2006) abordaram em sua pesquisa dois tipos: dificuldades conceituais e concepções alternativas¹ de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica, cuja síntese encontra-se no Quadro 2.

Quadro 2 - Síntese das dificuldades conceituais e concepções alternativas de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2006, p 489).

¹ Deduz-se a partir do trabalho de Dorneles, Araújo e Veit (2006) que o termo concepções alternativas no contexto dos circuitos elétricos simples, refere-se a raciocínios sem base científica, sobre os conceitos e propriedades dos circuitos elétricos que os alunos apresentam.

Conceitos	Dificuldades conceituais	Concepções Alternativas: os alunos...
1-Corrente elétrica	<p>1- Compreender que a intensidade da corrente elétrica em um circuito depende das características da fonte, mas também da resistência equivalente do que foi acoplado entre os seus terminais.</p> <p>2- Considerar a conservação espacial da corrente elétrica.</p> <p>3- Reconhecer que a intensidade da corrente elétrica não depende da ordem em que se encontram os elementos no circuito e nem do sentido da corrente.</p>	<p>a) ... pensam que a bateria é uma fonte de corrente elétrica constante.</p> <p>b) ... pensam que a corrente se desgasta ao passar por uma resistência elétrica.</p> <p>c) acreditam que a ordem dos elementos no circuito e o sentido da corrente elétrica são relevantes.</p> <p>d) ... pressupõem que a fonte fornece os portadores de carga responsáveis pela corrente elétrica no circuito.</p>
2- Diferença de potencial	<p>1- Dificuldades em diferenciar os conceitos: diferença de potencial e corrente elétrica.</p> <p>2- Dificuldades em diferenciar os conceitos de diferença de potencial e potencial elétrico.</p> <p>3- Deficiência para reconhecer que uma bateria ideal mantém uma diferença de potencial constante entre seus terminais.</p> <p>4- Calcular a diferença de potencial entre pares de pontos ao longo do circuito.</p>	<p>e) ... pensam que a bateria é uma fonte de corrente elétrica constante e não como uma fonte de potencial constante.</p> <p>f) ... percebem a diferença de potencial como uma propriedade da corrente elétrica.</p> <p>g) ... consideram que as diferenças de potencial entre os pares de pontos ao longo do circuito permanecem constantes.</p> <p>h) ... associam o brilho da lâmpada com o valor do potencial em um dos terminais da lâmpada.</p>
3- Resistência elétrica	<p>1- Dificuldades para distinguir resistência equivalente de uma parte do circuito e a resistência elétrica de um elemento individual.</p> <p>2- Perceber que a resistência equivalente é uma abstração útil para obter a corrente total ou a diferença de potencial em uma parte do circuito.</p> <p>3- Compreender que as divisões de correntes elétricas em um ponto de junção do circuito dependem da configuração do circuito.</p> <p>4- Entendimento da associação em série de resistores como um impedimento à passagem de corrente; e da associação em paralelo como um caminho alternativo, para a passagem de corrente.</p> <p>5- Identificar associações em série e em paralelo.</p>	<p>i) ... frequentemente pensam na resistência equivalente no circuito como se fosse uma propriedade individual do circuito.</p> <p>j) ... ao determinar como se divide a corrente elétrica em ramos paralelos de um circuito, consideram somente o número de ramos e não as resistências elétricas relativas dos vários ramos.</p> <p>l) ... pensam que se um resistor reduz a corrente por x, dois resistores vão reduzi-la por $2x$, independentemente do arranjo dos resistores.</p> <p>m) ...consideram que resistores associados em série estão associados em série que haja uma junção ou não entre eles e que resistores associados geometricamente em paralelo, mesmo se há uma bateria no ramo.</p>

No contexto desta dissertação delimitou-se, em seu campo de pesquisa, analisar as dificuldades de aprendizagem relativas aos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica.

O interesse pelas referidas dificuldades conceituais revela-se pelo fato de que as mesmas representam grande obstáculo para a aprendizagem de circuitos elétricos simples (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2006; AUSUBEL, 2003): dificuldades de aprendizagem relacionadas ao conceito de corrente elétrica, impedem que os alunos compreendam o comportamento da corrente elétrica nos circuitos simples, bem como determinar o valor da corrente elétrica; dificuldades relacionadas ao conceito de diferença de potencial impossibilitam o raciocínio dos alunos com relação ao cálculo de tensão elétrica entre os pontos de um circuito, bem como sobre um resistor específico; dificuldades relacionadas ao uso do conceito de resistência elétrica limitam o desenvolvimento do raciocínio dos alunos quanto à tarefa de obtenção do valor da resistência equivalente, e compreensão dos conceitos de associação em série e paralelo e explorar as respectivas propriedades de tais circuitos.

Para se diagnosticar algumas das dificuldades de aprendizagem como descritas no Quadro 5, Dorneles, Araújo e Veit (2006), tomando como referência pesquisas internacionais concernentes a dificuldades de aprendizagem no estudo de eletricidade, sugerem que se aplique testes aos alunos, na forma de resolução de problemas envolvendo circuitos resistivos.

3.3 Integração de Atividades Computacionais com Atividades Experimentais

Outras produções foram utilizadas como referencial para a pesquisa, como é o caso do trabalho de Luís Moreira (2014) intitulado Estudo de circuitos elétricos: utilizando simulação computacional para preparar o uso de circuitos reais.

Essa dissertação bem atual traz como colaboração para a presente pesquisa o seguinte fato: Luís Moreira (2014) afirma que aulas experimentais, o ambiente do laboratório, são essenciais para o aprendizado de Física e que vários já foram os

softwares criados como esse objetivo, sanar as dificuldades de aprendizado de conceitos reais a partir de simulações em computador. Segundo ele os estudantes aprendem com mais facilidade quando são levados a experimentar através de atividades de simulações computacionais, pois exercitam um preentendimento de conceitos relacionados a situações reais, que em aulas tradicionais sem a possibilidade dessa metodologia didática não seria possível. A ideia é que a simulação computacional não substitua as aulas conceituais, mas que esta seja incorporada como mais uma ferramenta que beneficia o aprendizado.

O autor faz um levantamento sobre estudos realizados envolvendo essa temática entre os anos de 1979 a 2010, apresentando uma revisão de literatura importante para quem se interessa pelo tema.

Nesse sentido o trabalho de Luís Moreira (2014) é um dos orientadores para esta pesquisa, não só do ponto de vista da reflexão, mas também do formato acadêmico a ser utilizado como modelo.

A pesquisa realizada por ele também mostra a necessidade de se pesquisar mais sobre esse tema relacionado ao ensino médio. No período que compreende de 2004 a 2010 são poucos os trabalhos que discutem a temática direcionada para o ensino médio. O que demonstra um campo promissor e convidativo para a pesquisa acadêmica.

Capítulo 4 - Planejamento da Intervenção Pedagógica

Neste Capítulo, apresentamos o planejamento de nossa intervenção pedagógica visando a inserção de atividades computacionais e experimentais na Aprendizagem de Conceitos Físicos, mais especificamente, para a aprendizagem de Circuitos Elétricos por alunos do 3º Ano do Ensino Médio.

Iniciamos apresentando a Sequência Didática (SD) e em seguida uma visão geral da sua organização, esclarecendo sobre os elementos pedagógicos nela presentes, a forma de organização das etapas de ensino, os detalhes de composição dos módulos e a carga horária proposta.

4.1 Sequência Didática

A SD é um instrumento de fortalecimento das práticas desenvolvidas em sala de aula onde o professor desempenha importante papel ao elaborar atividades de ensino, que podem ser instrumentos mediadores, por meio do qual o aluno consegue estabelecer relações entre teoria e prática, através de problematizações para o ensino e para a aprendizagem. As sequências ainda oportunizam a produção personalizada, adequada à realidade, à prática e à vivência do aluno auxiliando no aprendizado. Com base em Leal (2013, p.7):

A sequência didática é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes. Lembra um plano de aula, entretanto é mais amplo que este por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência de vários dias (LEAL, 2013, p. 7).

Nosso trabalho apresenta uma proposta de SD que é um conjunto de atividades interligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, organizada de acordo com os objetivos que o professor deseja alcançar para a aprendizagem dos estudantes. Envolve atividades de aprendizagem e avaliação e tem a finalidade de tornar mais eficiente o processo de aprendizagem.

4.2 Organização da Sequência Didática

A SD proposta foi organizada em um conjunto de aulas agrupadas em módulos. A concepção de cada módulo levou em consideração além dos conteúdos de Eletrodinâmica, as ferramentas de atividades computacionais (software Multisim) e experimentais (instrumentos e componentes reais). A ideia central é que as ferramentas se complementem com o ambiente virtual se misturando ao ambiente real e proporcionando ao aluno visões diferentes de um mesmo assunto. Os módulos propostos foram concebidos temporalmente de modo a contemplar uma ou duas horas aulas.

Além das atividades de ensino próprias de cada módulo, realizamos um pré-teste (concepções alternativas), um pós-teste e ainda uma avaliação ao final de cada aula. Estas atividades nos proporcionaram feedback sobre a aprendizagem dos alunos e nos ajudaram a compor os resultados da intervenção pedagógica. Desta forma, SD ficou organizada conforme está descrito no Quadro 3.

Quadro 3 – Organização da Sequência Didática

MÓDULO – I		CARGA HORÁRIA: 05h.
AULA 1	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Software Multisim e Circuito Simples. DURAÇÃO: 2 horas/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentar uma pequena introdução passo a passo do Software Multisim; ✓ Simular o funcionamento de um circuito elétrico simples utilizando o Software Multisim; ✓ Perceber a corrente elétrica como consequência da diferença de potencial e da resistência elétrica; ✓ Relacionar o aumento da corrente elétrica no circuito à diminuição da resistência elétrica equivalente; ✓ Verificar de que forma as grandezas físicas resistência elétrica, diferença de potencial e corrente elétrica se relacionam. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Computador; ✓ Projetor multimídia. <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Estudo prático dirigido em laboratório de Informática.</p> <p>AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 2	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Multímetro. DURAÇÃO: 2 horas/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilizar o Multímetro para medidas de resistência elétrica, corrente elétrica e tensão elétrica; ✓ Familiarizar com o instrumento e suas escalas. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord; ✓ Pilhas: 1,5 V (quatro); ✓ Resistores: 4,7 Ω, 47 Ω, 56 Ω, 100 Ω, 220 Ω, 330 Ω, 680 Ω, 1k Ω, 2,2k Ω, 8,2k Ω, 18k Ω, 68k Ω, 270k Ω, 390k Ω e 1,2M Ω; <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, fazendo medidas de resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica.</p> <p>AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 3	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Lei de Ohm. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar a lei de Ohm; ✓ Determinar a resistência elétrica através dos valores de tensão elétrica e corrente elétrica. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord; ✓ Resistores: 470 Ω, 1k Ω, 2,2k e 3,9k Ω; ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 12 V). <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, montando um circuito simples e fazendo medidas de resistência elétrica.</p> <p>AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	

MÓDULO – II		CARGA HORÁRIA: 04h.
AULA 4	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Software Multisim e Circuito Série. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir um circuito série utilizando o Software Multisim; ✓ Simular o funcionamento de um circuito série utilizando o Software Multisim; ✓ Analisar, utilizando o simulador, as medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica do circuito série; ✓ Perceber que a corrente que circular pelos resistores é a mesma; ✓ Perceber que a resistência equivalente aumenta quando mais um resistor é associado em série. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Computador; ✓ Projetor multimídia. <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Estudo prático dirigido em laboratório de Informática. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 5	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Software Multisim e Circuito Paralelo. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir um circuito paralelo utilizando o Software Multisim; ✓ Simular o funcionamento de um circuito Paralelo utilizando o Software Multisim; ✓ Analisar, utilizando o simulador, as medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica do circuito paralelo; ✓ Perceber que a diferença de potencial entre os extremos dos resistores é a mesma; ✓ Perceber que a resistência equivalente diminui quando mais um resistor é associado em paralelo. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Computador; ✓ Projetor multimídia. <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Estudo prático dirigido em laboratório de Informática. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 6	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Circuito Série e Circuito Paralelo. DURAÇÃO: 2 horas/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar a resistência equivalente de um circuito série e de um circuito paralelo; ✓ Constatar, experimentalmente, as propriedades relativas à tensão elétrica e corrente elétrica de cada circuito; ✓ Perceber que é necessário tratar os circuitos elétricos como um sistema. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord. ✓ Resistores: 200 Ω, 470 Ω, 820 Ω e 1,2k Ω; ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 12 V). <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, montando circuitos série e paralelo e fazendo medições das grandezas físicas. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	

MÓDULO – III		CARGA HORÁRIA: 03h.
AULA 7	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Software Multisim e Circuito Misto. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir um circuito misto utilizando o Software Multisim; ✓ Simular o funcionamento de um circuito misto utilizando o Software Multisim; ✓ Analisar, utilizando o simulador, as medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica do circuito misto; ✓ Identificar o comportamento da diferença de potencial nas extremidades dos resistores; ✓ Identificar qual é a corrente elétrica que passa em cada resistor. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Computador; ✓ Projetor multimídia. <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Estudo prático dirigido em laboratório de Informática. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 8	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Circuito Misto. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar em um circuito as associações série e paralelo; ✓ Determinar a resistência equivalente de um circuito misto; ✓ Identificar o comportamento da diferença de potencial nas extremidades dos resistores; ✓ Identificar qual é a corrente elétrica que passa em cada resistor; ✓ Tratar o circuito como um sistema. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord. ✓ Resistores: 120 Ω, 330 Ω, 390 Ω, 470 Ω, 680 Ω e 1,2k Ω; ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 12 V). <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, montando um circuito misto e fazendo as medições das grandezas físicas. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 9	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Potência Elétrica. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Plotar a curva da potência elétrica em função da corrente elétrica de um resistor; ✓ Observar o Efeito Joule. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord; ✓ Resistores: 100 Ω / 1, 15 W e 100 Ω / 5 W; ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 10 V). <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, montando um circuito e plotando a curva da potência elétrica em função da corrente elétrica de um resistor. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	

Para avaliar os efeitos desta intervenção pedagógica na aprendizagem dos alunos realizaremos um estudo de caso na Escola Estadual Ernesto Penafort do Município de Manaus-AM. O planejamento deste estudo será apresentado no próximo Capítulo.

Capítulo 5 - Planejamento do Estudo de Caso

Apresentamos o plano de investigação experimental que será executado para avaliação de nossa intervenção pedagógica na aprendizagem de estudantes do Ensino Médio. Adotamos o estudo de caso como método de investigação empírica. Trata-se de um método de pesquisa cujo foco se concentra no estudo de fenômenos sociais contemporâneos, inseridos em algum contexto da vida real. Este método não gera relacionamentos causais como o experimento, mas provê o entendimento do fenômeno em estudo. Segundo YIN (2010), o estudo de caso é um método de pesquisa que permite que os pesquisadores retenham as características holísticas e significativas dos eventos da vida real – como os ciclos individuais da vida, o comportamento dos pequenos grupos, os processos organizacionais e administrativos, a mudança de vizinhança, o desempenho escolar, as relações internacionais e a maturação das indústrias. Independentemente de sua área de aplicação, o estudo de caso normalmente surge da necessidade de se compreender os fenômenos sociais complexos.

Nesta perspectiva, o estudo de caso proposto neste trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos da integração entre atividades computacionais e experimentais na aprendizagem de circuitos elétricos por alunos do ensino médio de 3º ano, em uma escola pública. Além disto, o estudo permitirá capturar informações úteis para a melhoria da própria intervenção pedagógica em aplicações futuras.

Seguiremos apresentando o planejamento do estudo de caso, que inclui desde a definição do problema e das questões de pesquisa até os critérios de validade do estudo.

5.1 Problema de Pesquisa

A inserção de atividades computacionais e experimentais pode melhorar a aprendizagem de Circuitos Elétricos, no que diz respeito a dificuldades de aprendizagem de conceitos físicos como: diferença de potencial, resistência elétrica e corrente elétrica por estudantes no Ensino Médio do 3º ano?

5.2 Questões de Pesquisa

O uso de Atividades Computacionais e Experimentais possibilitou aos alunos melhorarem o seu entendimento sobre Circuitos Elétricos?

O uso de Atividades Computacionais e Experimentais pode auxiliar os alunos na superação das dificuldades de aprendizagem sobre diferença de potencial, resistência elétrica e corrente elétrica?

O uso de Atividades Computacionais e Experimentais pode promover a predisposição do aluno para aprender?

Quais as dificuldades mais frequentes dos alunos ao lidarem com Atividades Computacionais e Experimentais na Aprendizagem de Circuitos Elétricos?

5.3 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos desta pesquisa foram os alunos do 3º ano de uma turma composta por 23 discentes, sem nenhuma experiência com o uso do software Multisim e com Instrumentos de laboratório de Física, da Escola Estadual Ernesto Penafort do município de Manaus – AM.

5.4 Objeto de Pesquisa

Este trabalho tem como objeto de pesquisa investigar o desempenho de alunos que trabalharam com atividades computacionais e experimentais no estudo de circuitos elétricos.

5.5 Recursos Utilizados

Para a realização do estudo de caso utilizamos:

- ✓ Roteiro impresso de atividades práticas;

- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Computadores;
- ✓ Multímetros;
- ✓ Protobords;
- ✓ Fontes variáveis;
- ✓ Resistores diversos;
- ✓ Lâmpadas;
- ✓ Interruptores.
- ✓ Calculadora.

5.6 Unidade de Análise

As atividades nos laboratórios e a realização das avaliações serão feitas de forma individual. Desta forma a unidade de análise será o aluno.

5.7 Procedimentos para Coletas de Dados

Para a avaliação dos sujeitos da pesquisa e dos resultados do estudo, são previstos a aplicação dos seguintes instrumentos para coletas de dados.

- ✓ Pré-teste de concepções alternativas a fim de verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples;
- ✓ As atividades computacionais e experimentais ao longo das aulas;
- ✓ A avaliação ao final de cada aula a fim de verificar se o aluno desenvolveu cada item proposto no roteiro de atividade;
- ✓ Pós-teste de concepções alternativas utilizado como mais um instrumento para avaliar a aprendizagem dos alunos e que será confrontado com os resultados do pré-teste;
- ✓ Questionários de avaliação a fim de saber de que forma o aluno trabalha com cada ferramenta e como se comporta com as mudanças entre elas;
- ✓ Questionário de avaliação concernente a prática pedagógica a fim de coletar a opinião dos alunos sobre a experiência de aprendizagem em Circuitos Elétricos com o uso de Atividades Computacionais e Experimentais.

5.8 Avaliação da Validade

Para o estudo de caso realizado, consideramos o tratamento de quatro tipos de validade: interna, externa, de conclusão e de construção

Validade Interna. Tem por objetivo estabelecer a relação causal pela qual se acredita que determinadas condições levem a outras condições (Yin, 2010). Em síntese, procura estabelecer uma relação entre a inserção de Atividades computacionais e Experimentais e a melhoria na aprendizagem dos alunos. Para isto, adotamos alguns cuidados a fim de evitar ameaças a validade interna. Estes cuidados são listados a seguir:

- ✓ Identificar, caso existam, alunos que tenham tido alguma experiência prévia com o software Multisim;
- ✓ Garantir que todos os alunos tenham acesso igualitário as orientações e recursos no decorrer do estudo de caso.

Validade Externa. Trata da definição do domínio para o qual as descobertas do estudo podem ser generalizadas (Yin, 2010). Assim, quanto a validade externa consideramos:

a) Não haverá condições de obter amostras com tamanho mais significativos no tempo disponível para a pesquisa;

b) Embora os resultados sejam limitados e, portanto, não permita generalizações, acreditamos que o estudo fornecerá dados relevantes que permitam avaliar os efeitos de atividades computacionais e experimentais na aprendizagem de Circuitos Elétricos, considerando o contexto em que foi inserido. Além disso, o estudo poderá auxiliar outros professores na execução de futuros estudos e, assim, obter resultados mais gerais.

Validade de Conclusão. Tem por objetivo o relacionamento estatístico, com uma dada relevância. Considerando, que trata-se de um estudo de caso em que não há um grupo de controle, faremos apenas o tratamento da estatística descritiva.

Validade de Construção. Trata da identificação das medidas operacionais corretas para os conceitos sendo estudados (Yin, 2010). A fim de evitar ameaças a esta validade, tomaremos os seguintes cuidados:

a) Uso de várias fontes de dados com o objetivo de aumentar a confiança e minimizar as opiniões subjetivas;

b) Garantir que foram controladas as situações de interferência no estudo, como o conhecimento prévio do software Multisim;

c) Planejamento de variáveis e métricas de avaliação dos artefatos, a fim de garantir que a avaliação de cada aluno seguirá o mesmo padrão.

5.9 Planejamento da Execução

Conforme estabelecido no cronograma apresentado no Capítulo 1, a execução do estudo realizou-se nos meses de junho e julho nos dias de quartas e sextas à tarde, contabilizando um total de 12h aula.

No estudo executado, consideramos as seguintes atividades:

Aplicação do Pré-Teste de concepções alternativas: com a finalidade de observar se os alunos possuem concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples, realizamos um pré-teste respondido de forma individual.

Desenvolvimento dos Conteúdos, Conforme Planejamento dos Módulos Mostrados no Quadro 1 – Proposta da Intervenção Pedagógica: conforme planejado, serão realizadas as atividades específicas para cada aula da sequência didática.

Aplicação do Pós Teste de concepções alternativas: com a finalidade para avaliar a aprendizagem dos alunos em contraste com o pré-teste, realizamos um pós-teste respondido de forma individual.

Aplicação dos Questionários de Avaliação das Ferramentas Pedagógicas: instrumento de coleta de dados que terá por objetivo saber de que forma o aluno trabalha com cada ferramenta e como se comporta com as mudanças entre elas.

Aplicação do Questionário de Avaliação Concernente a Prática Pedagógica: instrumento de coleta de dados com objetivo de capturar as opiniões dos alunos sobre a experiência de aprendizagem em Circuitos Elétricos com o uso de Atividades

Computacionais e Experimentais, para ações de feedback e proposição de melhorias no planejamento proposto.

Capítulo 6 - Descrição da Intervenção Pedagógica e Análise dos Resultados

Neste capítulo, descrevemos o desenvolvimento das atividades executadas ao longo do período em que foi colocado em prática o produto desta dissertação. Fizemos um levantamento das etapas da forma como ocorreram, a descrição do comportamento dos alunos nas diferentes fases em que foi aplicada a intervenção e análise do pré-teste e pós-teste aplicados, além das respostas dos alunos aos questionários, especialmente elaborados a fim de verificar o seu comportamento frente às diferentes ferramentas utilizadas.

6.1 Descrição da Intervenção Pedagógica

O desenvolvimento da intervenção pedagógica ocorreu em uma Escola Estadual do Município de Manaus - AM. A instituição é voltada para discentes do Ensino Médio, e funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno, tendo em média 45 alunos por turma, sendo 20 turmas de 1º ano, 15 turmas de 2º ano e 13 turmas de 3º ano.

O programa de Física do Ensino Médio, em linhas gerais, contempla os seguintes conteúdos: Mecânica (1º ano), Termologia, Ondas e Ótica (2º ano), Eletricidade, Magnetismo e Tópicos de Física Moderna (3º ano). Quanto aos tópicos de Física, as turmas do 3º ano já haviam estudados os seguintes tópicos: Cargas Elétricas, Eletrização, e Lei de Coulomb, Campo Elétrico, Potencial Elétrico, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica e Lei de Ohm, sendo que naquele momento, estavam estudando o tópico associação de resistores elétricos.

Após análise das turmas de 3º ano dos turnos vespertino e noturno com quem o pesquisador trabalha, escolheu-se desenvolver a intervenção pedagógica com a turma do 3º ano 06 do turno vespertino, uma vez que a mesma possuía menor quantidade de alunos dentre as oito turmas existentes (apenas 23 alunos), o que eventualmente representava para o pesquisador a oportunidade de uma maior proximidade com os pesquisados, o que potencialmente poderia contribuir para o desenvolvimento e acompanhamento da intervenção pedagógica junto aos alunos.

Escolhida a turma, o pesquisador apresentou-se para os alunos, sucedendo-se um processo de diálogo, os indagou sobre o que achavam das aulas de Física: se gostavam desta matéria, se possuíam dificuldades de aprendizagem quanto à mesma, se gostariam de promover alguma mudança nas aulas de Física, se haviam utilizado algum software para auxiliar a aprendizagem de Física, se já haviam executado alguma atividade prática experimental durante o estudo de Física e se tais práticas eram executadas com frequência.

Os alunos, em sua maioria, relataram que gostavam de estudar Física, que as aulas de Física eram boas, mas que deveriam sofrer mudanças, de modo que não se resumisse apenas a parte teórica. Também relataram que ainda não tinham utilizado software como ferramenta de aprendizagem e que pouco havia participado de práticas experimentais. Em virtude destes relatos, o pesquisador procurou convencer os alunos a participar da pesquisa, apresentando sua proposta de intervenção pedagógica e as novidades que a mesma contemplava para a aprendizagem de Física.

Após a ocorrência da adesão voluntária de todos os alunos da referida turma de 3º ano, pode-se estabelecer um acordo de participação dos mesmos. Isto foi feito aos explica-los de forma mais detalhada em que consistia a pesquisa, como ela seria desenvolvida e o qual papel eles irão desempenhar. A intervenção pedagógica foi desenvolvida em cinco semanas, dividida em atividades, descritas a seguir:

Figura 8 – Fotos do alunos respondendo ao PRÉ-TESTE



Fonte: Próprio Autor

Em razão do tópico de Física que os alunos estavam estudando, a atividade pré-intervenção pedagógica desenvolvida foi a aplicação de um PRÉ-TESTE (Figura 8) adaptado, construído e validado por SILVEIRA, MOREIRA E AXT (1989), transcrito no Apêndice A, com o objetivo de verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. Cada item do teste possui quatro alternativas: uma delas é coerente com a concepção científica, duas são coerentes com concepções alternativas, principalmente com o modelo não conservativo, segundo o qual a corrente elétrica é consumida em cada componente do circuito e uma diz “não sei responder” com objetivo de obter a informação do nível de conhecimento do aluno.

A discussão detalhada dos resultados será apresentada na próxima seção, porem adianta-se que foram detectadas um conjunto de dificuldades de aprendizagem relativas ao tópico circuitos elétricos simples.

Figura 9 – Fotos do alunos trabalhando com o Multisim



Fonte: Próprio Autor

Após o PRÉ-TESTE, foi aplicada a primeira atividade (aula 1 – Quadro 3), apresentando uma pequena introdução do software Multisim (Figura 9) fora do conteúdo de circuitos elétricos como uma forma de os alunos tomarem conhecimento dele (o roteiro da respectiva atividade computacional encontra-se no Apêndice E – Guia de Atividades Práticas). Durante essa atividade, foi possível perceber que os alunos rapidamente se familiarizaram com a utilização desse software.

O conteúdo considerado introdutório às atividades planejadas é Leis de Ohm. O objetivo da primeira atividade era simular o funcionamento de um circuito simples para que os alunos entendam a interação entre as grandezas diferença de potencial, resistência elétrica e corrente elétrica.

A segunda atividade (aula 2 – Quadro 3), explorou-se com os alunos uma atividade experimental (o roteiro da respectiva atividade experimental encontra-se no Apêndice E – Guia de Atividades Práticas), em que os mesmos deveriam utilizar o multímetro para medidas de resistência elétrica, corrente elétrica e tensão elétrica.

Na segunda semana da intervenção pedagógica, foi aplicada a terceira atividade (aula 3 – Quadro 3), trabalhou-se com os alunos uma atividade experimental (Apêndice E

– Guia de Atividades Práticas). Nesta atividade os alunos trabalharam com os instrumentos de medidas elétricas: multímetro e fonte de tensão variável, a fim de determinar os valores das resistências através dos valores de tensão e corrente elétricas, verificando a Lei de Ohm.

Na terceira semana, foi aplicada a quarta atividade (aulas 4 e 5 – Quadro 3). Explorou-se com os alunos uma atividade computacional utilizando o software Multisim (Apêndice E – Guia de Atividades Práticas), mas desta vez com uma pequena diferença em relação a atividade da aula 1, em que o Multisim estava sendo usado de uma forma estática. O objetivo dessa atividade era desenvolver conhecimentos relativos a propriedades das associações em série e em paralelo de resistores e o desenvolvimento de habilidades de medição elétrica, com o uso do voltímetro, amperímetro e ohmímetro utilizando o software Multisim.

Nesta atividade os alunos foram além de simplesmente utilizar uma simulação. Eles alteravam parâmetros relacionados aos elementos que compõem os circuitos, tais como: valores de resistores e fonte de tensão, posições de interruptores entre outros elementos, o que possibilitou e facilitou a compreensão das leis, conceitos, propriedades e funcionamento dos circuitos elétricos simples.

O software Multisim permite simular e modelar circuitos elétricos contendo elementos como: fios, resistores, baterias e lâmpadas que podem ter seu valor numérico de resistência variado, baterias (que também podem ter sua tensão variada), chaves e medidores elétricos de tensão e corrente. Na tela do software é possível clicar e arrastar os elementos e com criatividade construir e visualizar o funcionamento do circuito desejado na área de trabalho, a qual é semelhante a de dispositivos elétricos reais, de uma bancada experimental do laboratório de Física.

Figura 10 – Foto dos alunos montando circuitos elétricos no laboratório



Fonte: Próprio Autor

A quinta atividade (aula 6 – Quadro 3) foi experimental (Apêndice E – Guia de Atividades Práticas). Os alunos fizeram a montagem de um circuito série e um circuito paralelo e realizaram medidas de: resistência equivalente de cada circuito, corrente elétrica e tensão elétrica em cada resistor e anotaram os resultados em seus roteiros. Esta atividade experimental (Figura 10) teve o propósito de desenvolver competências e habilidades de medição elétrica e de fazer com que os alunos consigam relacionar e interpretar os conceitos de diferença de potencial, resistência e corrente elétricas, ao observarem e analisarem as variações de comportamento do circuito.

Na quarta semana, foi aplicada a sexta atividade (aula 7 e 8 – Quadro 3). Explorou-se com os alunos a integração de atividades computacionais e experimentais, utilizando o software Multisim, os instrumentos de medição e componentes reais (Apêndice E – Guia de Atividades Práticas). Nesta atividade os alunos construíram o circuito misto, simulando o seu funcionamento no Multisim e analisaram medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica. Identificaram o comportamento da diferença de potencial e da corrente elétrica nas extremidades dos resistores e registraram os resultados no roteiro. Em seguida, montavam o circuito no protobord, realizavam as medições e comparavam os resultados experimental com os resultados simulados no Multisim.

Na sétima atividade (aula 9 – Quadro 3), explorou-se com os alunos outra atividade experimental (Apêndice E – Guia de Atividades Práticas). Nela os alunos montaram o circuito elétrico no protobord, realizaram as medições de resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica e fizeram o registro. Com os dados coletados e usando papel milimetrado, construíram a curva da potência elétrica em função da corrente elétrica no resistor e observaram o efeito Joule.

Na quinta semana foram realizadas três atividades avaliativas. A primeira foi a aplicação do PÓS-TESTE adaptado, construído e validado por SILVEIRA, MOREIRA E AXT (1989) (Apêndice A), com o objetivo de avaliar a aprendizagem dos alunos em contraste com o pré-teste. A segunda foi aplicação dos questionários de avaliação das ferramentas pedagógicas (Apêndices B e C), que tinha como objetivo saber de que forma os alunos trabalham com cada ferramenta e como se comportavam com as mudanças entre elas. A terceira e última atividade foi a aplicação do questionário de avaliação concernente a prática pedagógica (Apêndice D), que tinha com o objetivo capturar as opiniões dos alunos sobre a experiência de aprendizagem em Circuitos Elétricos com o uso de Atividades Computacionais e Experimentais, bem como verificar indícios de avanços e dificuldades surgidas.

Como já foi mencionado, o projeto foi aplicado em cinco semanas, Dessa forma, houve condições de fazer ajustes em textos e roteiros. Mesmo estando atentos às modificações que necessitavam ser realizadas, nunca se perdeu o foco na aprendizagem dos alunos no conteúdo Circuitos Elétricos. Procurou-se introduzir uma ferramenta sempre isolada da outra. Assim, começou-se utilizando o Multisim em uma atividade que se chama de circuito simples, de forma que se considera estática. Com os circuitos série, paralelo e misto utilizou-se o Multisim de uma forma dinâmica. A introdução das práticas experimentais iniciou-se com a utilização dos instrumentos de medidas elétricas, o voltímetro, amperímetro e o ohmímetro, em seguida, foram introduzidos a implementação dos circuitos série, paralelo e misto.

Notou-se poucas dificuldades com o uso do software Multisim, e uma maior dificuldade com as atividades práticas experimentais, mas não o suficiente para atrapalhar o desempenho das atividades. Por se tratar de algo real, os alunos tiveram algum receio em efetuar uma montagem inadequada que possibilitasse algum erro no funcionamento. As atividades de práticas experimentais foram feitas de forma a dar completa liberdade

aos alunos na montagem dos circuitos. Semelhante ao software Multisim, os estudantes deviam montar os circuitos utilizando componentes eletrônicos e fios.

6.2 Análise dos Resultados

Antes da aplicação das atividades, foi realizado o PRÉ-TESTE (Apêndice A), e após a realização de todas as atividades, aplicado o PÓS-TESTE (Apêndice A). Vinte e três alunos responderam o Pré-teste e o Pós-teste, que tinha como o objetivo verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. Nestas questões, os alunos deveriam empregar e relacionar conceitos de potencial elétrico, diferença de potencial, corrente elétrica e resistência elétrica, para poder resolver o problema do brilho de lâmpadas elétricas.

As questões solicitavam que os alunos conseguissem ordenar o denominado “brilho de lâmpadas elétricas”, sendo que as lâmpadas deveriam ser entendidas como resistores idênticos.

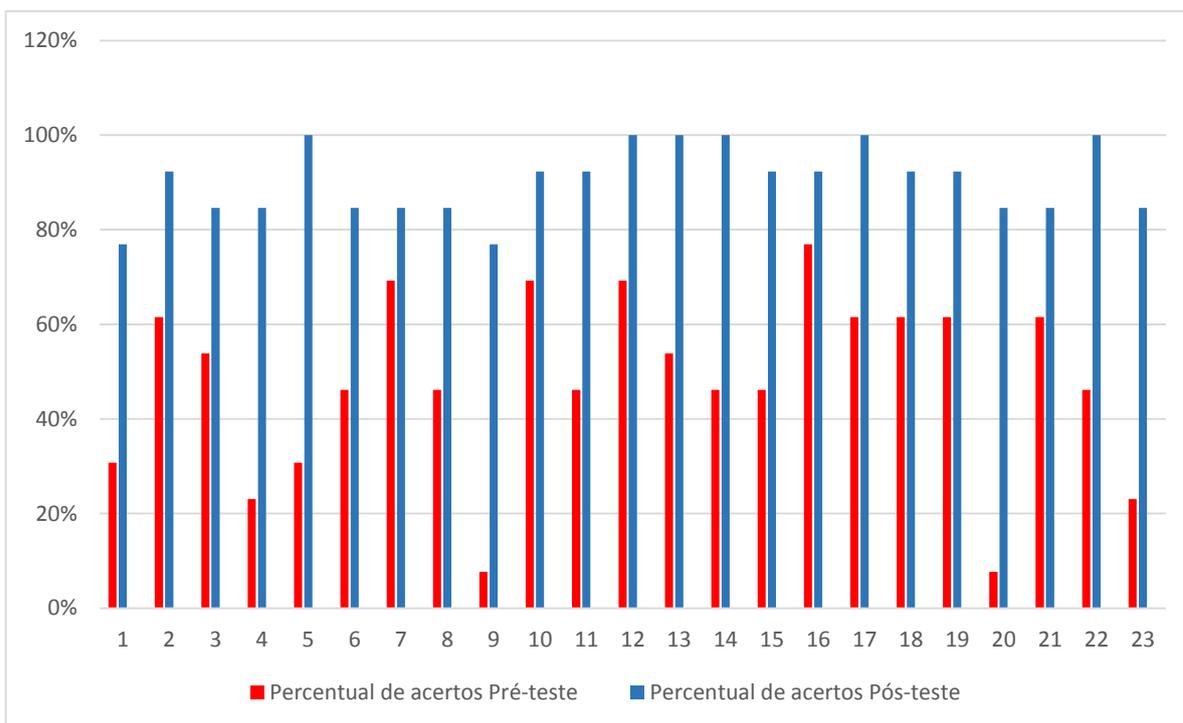
Na Tabela 1 apresentamos os resultados do número e percentual de acertos no pré-teste e no pós-teste, sua diferença e o índice de rendimento obtido por cada um dos 23 alunos que participaram da integração. Por exemplo, para o aluno 1, com comportamento inicial médio em relação aos demais, apenas 31% de suas concepções alternativas foram afirmativas no pré-teste e 69% foram negativas. Após a aplicação da integração seu índice de acertos se elevou para 77%, passando de 4 para 10 acertos, duas vezes e meia maior. Observamos que 100% dos alunos tiveram diferença positiva entre o pós-teste e o pré-teste, onde a menor diferença foi de 15% (alunos 7 e 16) e a maior foi de 77% (aluno 20). Além disso o percentual de acertos no pós-teste teve seu menor valor em 77% (alunos 1 e 9) e maior percentual de 100% (alunos 5, 12, 13, 14, 17 e 22). Visualizamos essas mudanças positivas nas concepções alternativas trazidas pelos alunos nos gráficos 1, 2 e 3 mostrados abaixo.

Tabela 1 – Pré-teste e Pós-teste

	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE			Índice de rendimento por aluno
	Nº acertos	Percentual de acertos Pré-teste	Nº acertos	Percentual de acertos Pós-teste	Diferença entre Pré-teste e Pós-teste	
Aluno 1	4	31%	10	77%	46%	Aluno 1 2,50
Aluno 2	8	62%	12	92%	31%	Aluno 2 1,50
Aluno 3	7	54%	11	85%	31%	Aluno 3 1,57
Aluno 4	3	23%	11	85%	62%	Aluno 4 3,67
Aluno 5	4	31%	13	100%	69%	Aluno 5 3,25
Aluno 6	6	46%	11	85%	38%	Aluno 6 1,83
Aluno 7	9	69%	11	85%	15%	Aluno 7 1,22
Aluno 8	6	46%	11	85%	38%	Aluno 8 1,83
Aluno 9	1	8%	10	77%	69%	Aluno 9 10,00
Aluno 10	9	69%	12	92%	23%	Aluno 10 1,33
Aluno 11	6	46%	12	92%	46%	Aluno 11 2,00
Aluno 12	9	69%	13	100%	31%	Aluno 12 1,44
Aluno 13	7	54%	13	100%	46%	Aluno 13 1,86
Aluno 14	6	46%	13	100%	54%	Aluno 14 2,17
Aluno 15	6	46%	12	92%	46%	Aluno 15 2,00
Aluno 16	10	77%	12	92%	15%	Aluno 16 1,20
Aluno 17	8	62%	13	100%	38%	Aluno 17 1,63
Aluno 18	8	62%	12	92%	31%	Aluno 18 1,50
Aluno 19	8	62%	12	92%	31%	Aluno 19 1,50
Aluno 20	1	8%	11	85%	77%	Aluno 20 11,00
Aluno 21	8	62%	11	85%	23%	Aluno 21 1,38
Aluno 22	6	46%	13	100%	54%	Aluno 22 2,17
Aluno 23	3	23%	11	85%	62%	Aluno 23 3,67

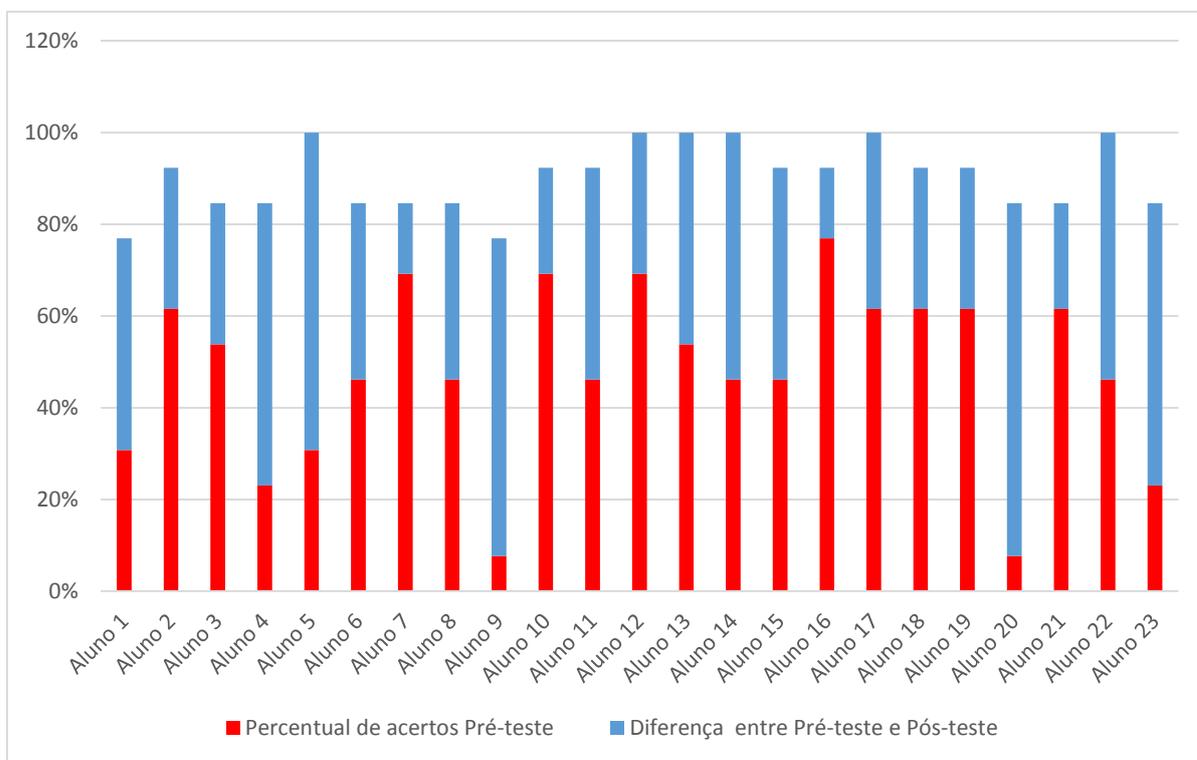
Fonte: Próprio Autor

Gráfico 1 – Pré-teste e Pós-teste



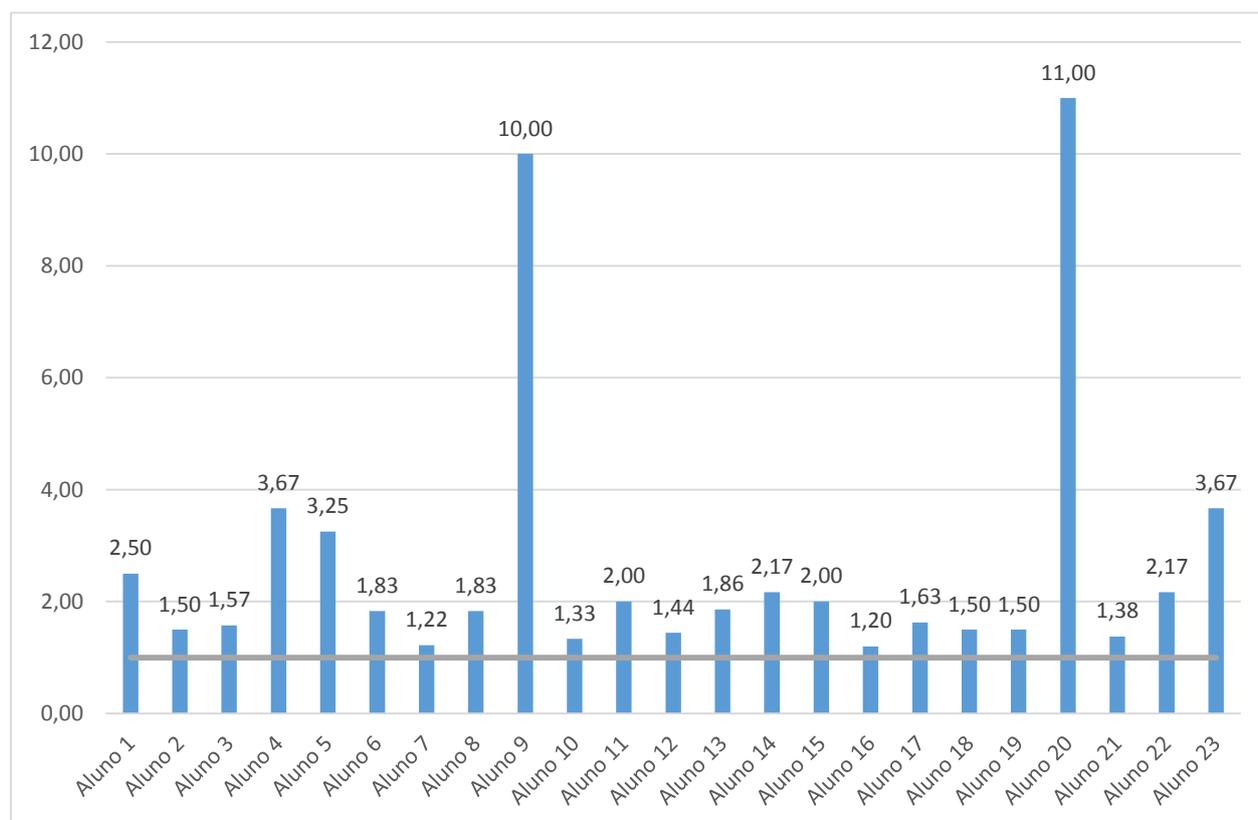
Fonte: Próprio Autor

Gráfico 2 – Diferença entre Pré-teste e Pós-teste



Fonte: Próprio Autor

Gráfico 3 – Índice de rendimento por aluno



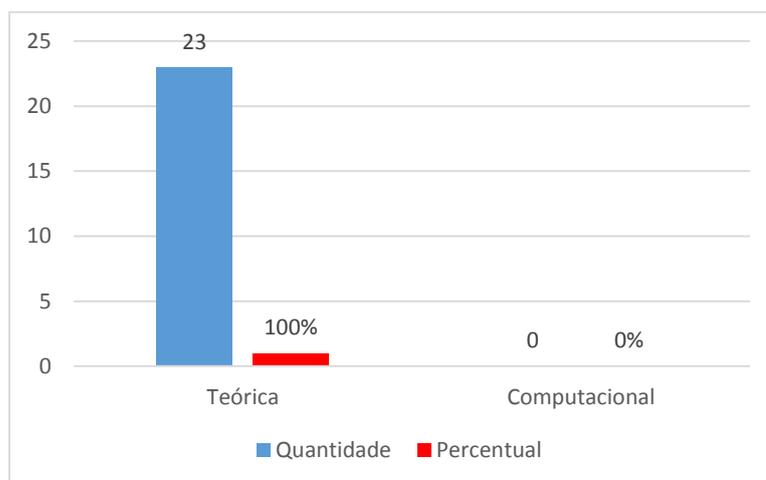
Fonte: Próprio Autor

6.2.1 Comparação da Atividade Teórica com Atividade Computacional

A fim de saber de que forma o aluno trabalhava com cada ferramenta e como se comportava com as mudanças entre elas, foram feitos alguns questionamentos com relação às atividades e ferramentas utilizadas. O primeiro questionário tinha como objetivo comparar a atividade teórica com a atividade computacional. Vinte e três alunos preencheram o questionário (Apêndice B).

A atividade teórica foi a primeira atividade realizada, todos os 23 alunos participaram, conforme Gráfico 4.

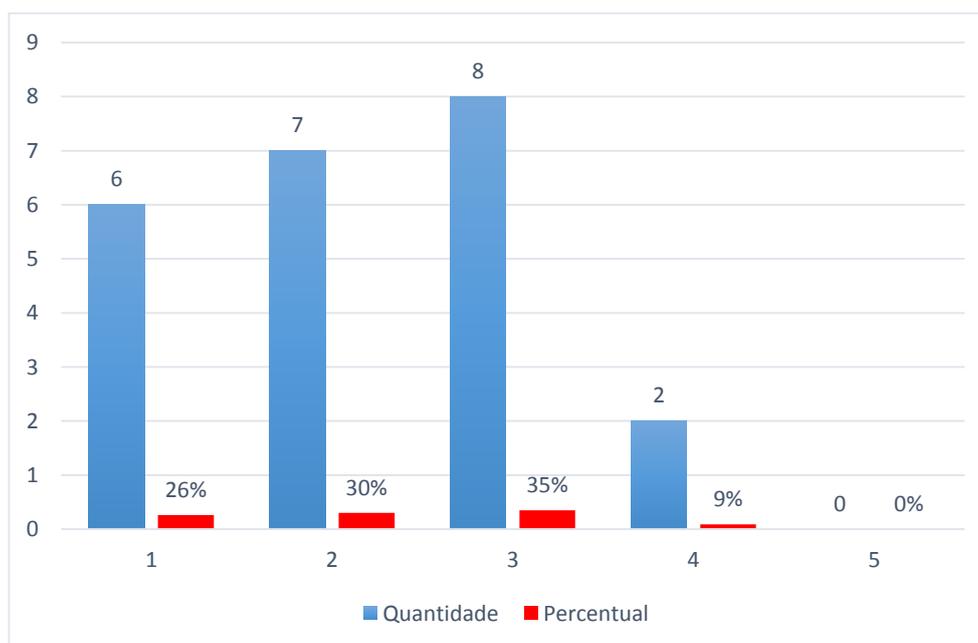
Gráfico 4 – Primeira atividade realizada



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 5 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre a dificuldade da atividade teórica (Apêndice B), seguindo a escala crescente de valores: (1) menor grau de dificuldade (muito simples) até (5) maior grau de dificuldade. Nas respostas 65% dos alunos (15 dos 23) assinalaram entre os valores (2) e (3) considerando a dificuldade da atividade como média, 9% (2 dos 23) consideraram difícil, 26% (6 dos 23) indicaram muito simples e nenhum registro foi assinalado como muito difícil.

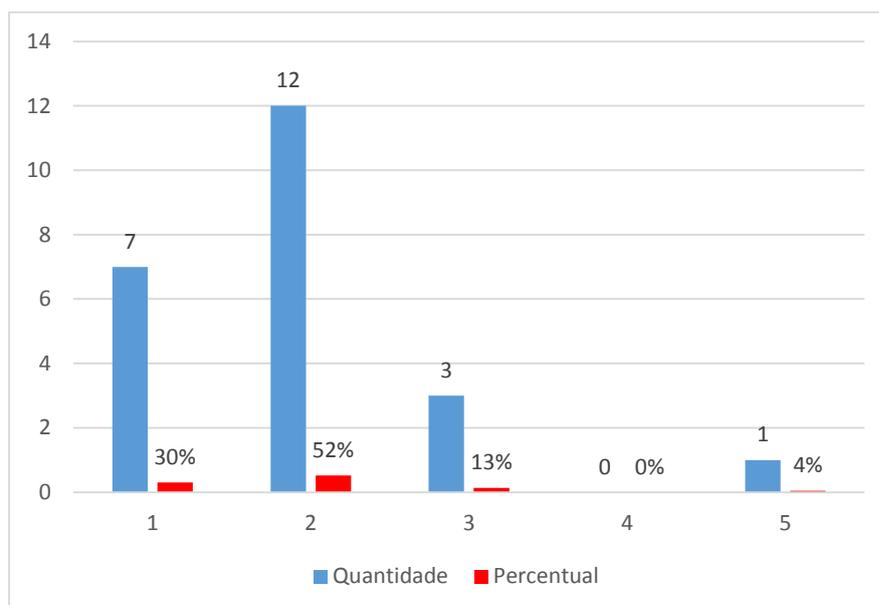
Gráfico 5 – Nível de dificuldade da atividade teórica



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 5 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre a dificuldade da atividade computacional (Apêndice B). Seguindo a mesma escala de valores observamos que: 82% (19 dos 23) dos alunos assinalaram entre os valores (1) e (2), sendo consideradas por eles como atividade fácil, 3% (3 dos 23) consideraram média e por volta de 1% (1 dos 23) como muito difícil.

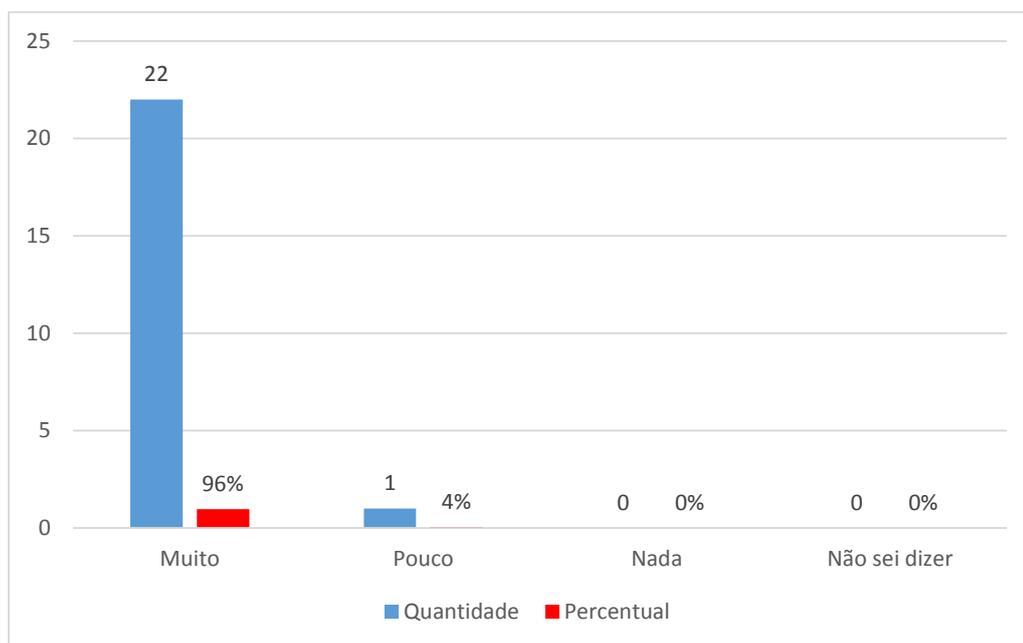
Gráfico 6 – Nível de dificuldade da atividade computacional



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 7 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta se a atividade teórica ajudou o desenvolvimento da atividade computacional (Apêndice B). 96% (22 dos 23) dos alunos responderam que a primeira ajudou muito o desenvolvimento da segunda e 4% (1 dos 23) assinalaram que ajudou pouco.

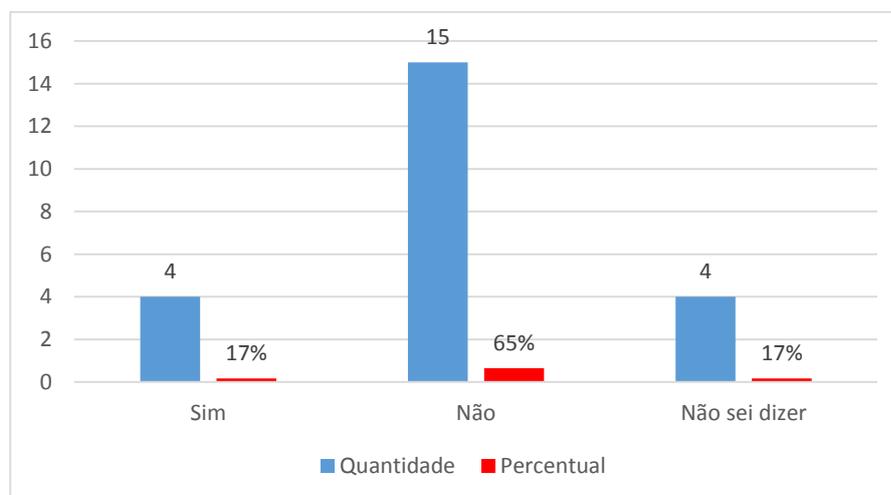
Gráfico 7 – A primeira atividade ajudou na segunda



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 8 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre a inversão na ordem das atividades teórica e computacional (Apêndice B). Dentre as opções, sim, não e não sei dizer, 65% (15 dos 23) dos alunos responderam que se tivessem realizado as atividades na ordem inversa não conseguiriam o mesmo resultado e por volta de 35% assinalaram entre sim e não sei dizer.

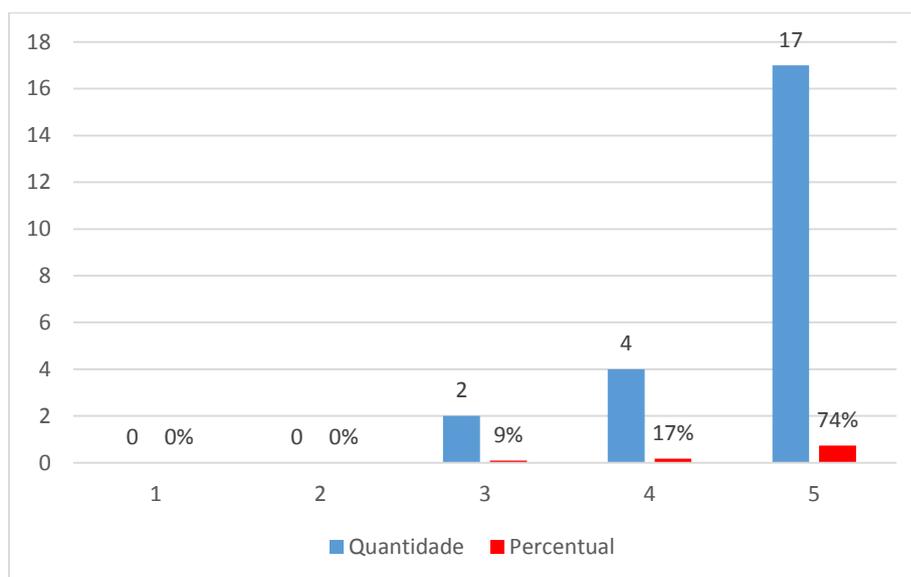
Gráfico 8 – Se as atividades tivessem sido realizadas na ordem inversa



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 9 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre se as atividades ajudaram no aprendizado dos conteúdos circuito série e circuito paralelo (Apêndice B) com as opções de (1) a (5) com (1) representando a mais baixa: 91% (21 dos 23) responderam com as opções (4) ou (5) considerando grande a relevância das atividades no aprendizado.

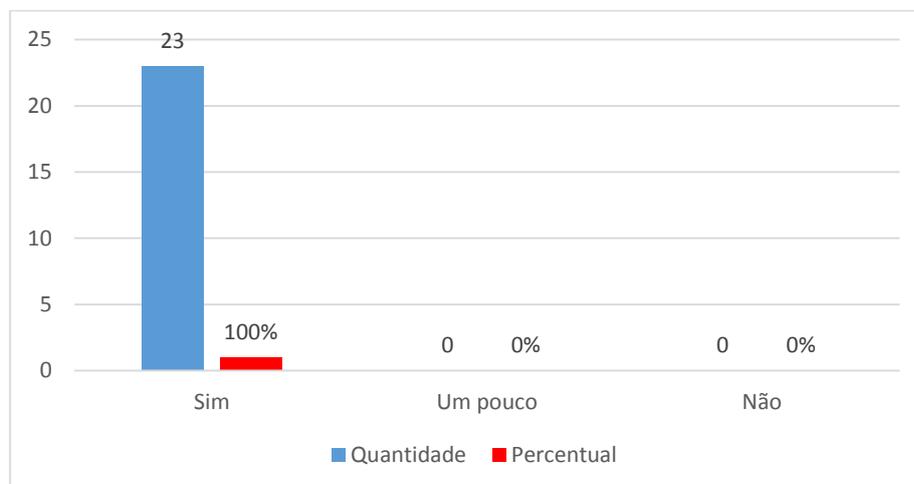
Gráfico 9 – As atividades ajudaram no aprendizado dos conteúdos circuito série e circuito paralelo



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 10 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre se trabalhar com o Multisim ajudou a ter uma nova visão no estudo de circuitos elétricos (Apêndice B) com as opções sim, um pouco e não: 100% responderam a opção sim.

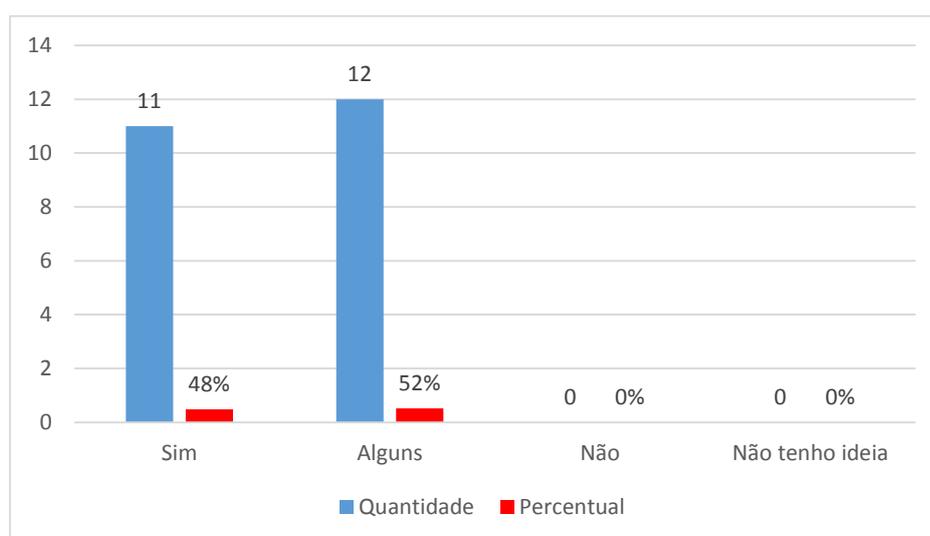
Gráfico 10 – Trabalhar com o Multisim ajudou a ter uma nova visão no estudo de circuitos elétricos



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 11 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre se, se achavam em condições de resolver qualquer problema de circuito série e circuito paralelo (Apêndice B) com as opções sim, alguns, não e não tenho ideia: 48% responderam sim e 52% responderam que poderiam resolver alguns, sugerindo um alto grau de confiança entre os alunos, pois, nenhum respondeu à pergunta de forma negativa.

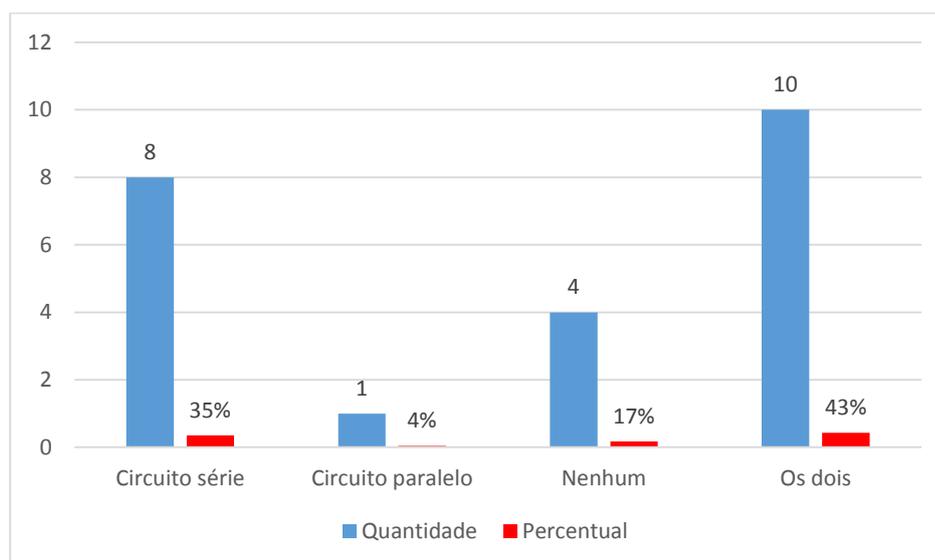
Gráfico 11 – Se acha em condições de resolver qualquer problema de circuito série e circuito paralelo



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 12 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre qual conteúdo, circuito série, paralelo, nenhum e os dois, tiveram maior facilidade (Apêndice B): apenas 17% dois alunos não se sentiram à vontade quanto a resolução dos circuitos elétricos.

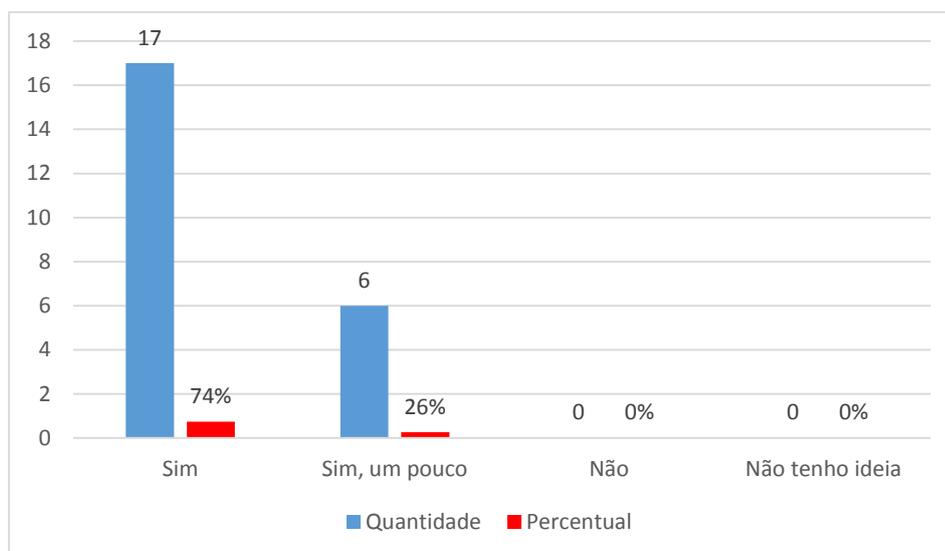
Gráfico 12 – Conteúdo em que teve maior facilidade



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 13 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre se os conteúdos se relacionavam de alguma maneira (Apêndice B) com as opções sim, sim um pouco, não e não tenho ideia: 100% responderam visualizaram relação entre os conteúdos trabalhados.

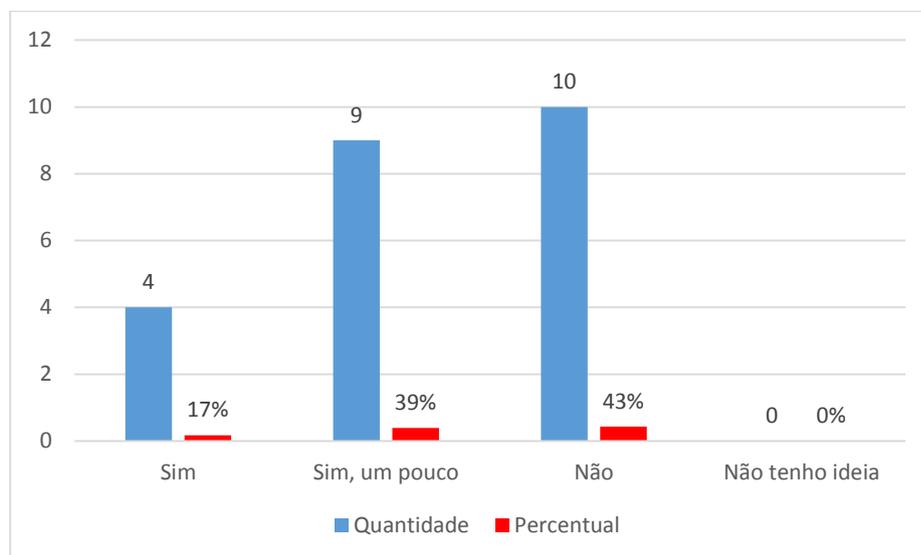
Gráfico 13 – Os conteúdos se relacionam



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 14 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta se a forma de aprendizagem seria a mesma sem o uso do Multisim (Apêndice B): 43% responderam que não.

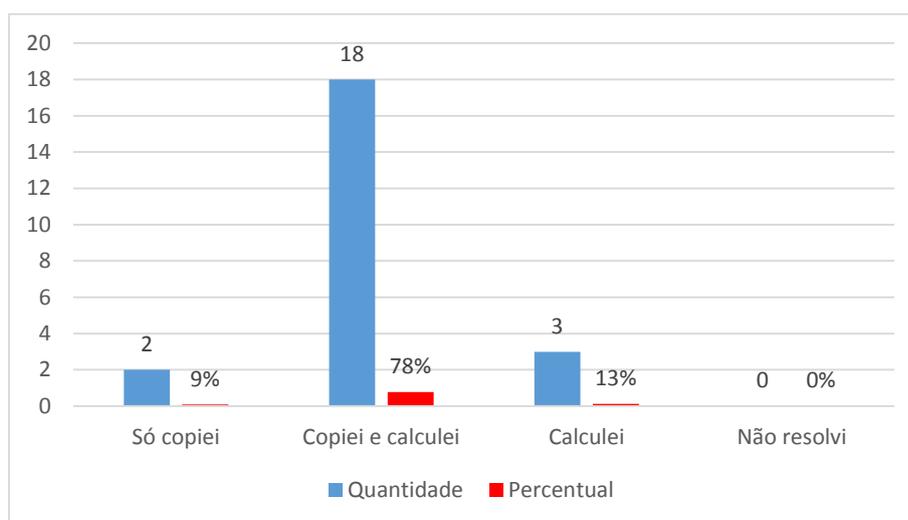
Gráfico 14 – A aprendizagem ocorreria da mesma forma se não houvesse o Multisim



Fonte: Próprio Autor

No Gráfico 15, verifica-se que a maioria dos alunos utilizaram o Multisim para resolver os problemas que tradicionalmente estavam acostumados a resolver no papel.

Gráfico 15 – Solução dos problemas utilizando o Multisim



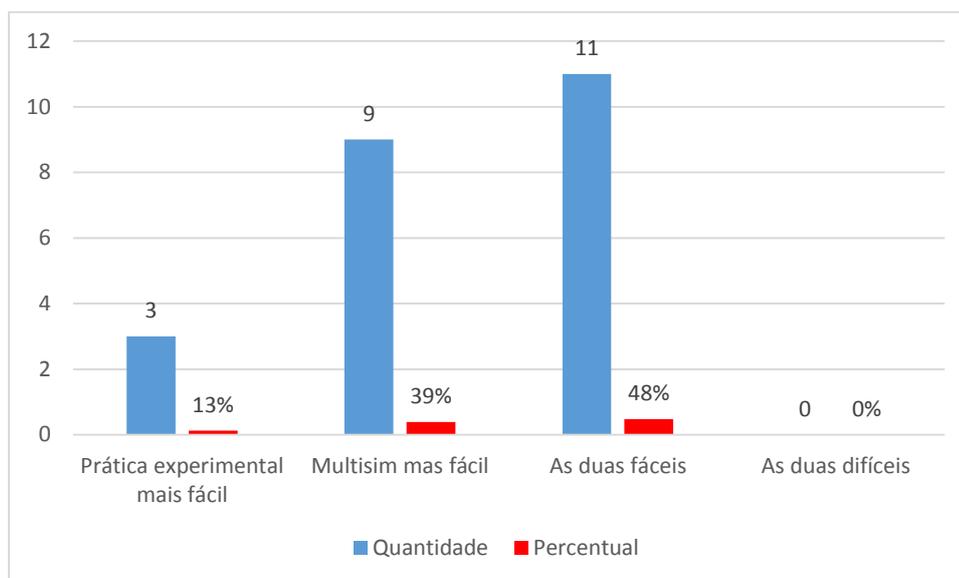
Fonte: Próprio Autor

6.2.2 Comparação da Atividade Computacional com Atividade Experimental

O segundo questionário tinha como objetivo comparar a atividade computacional com a atividade experimental. Vinte e três alunos preencheram o questionário (Apêndice C).

No gráfico 16 consta os dados das respostas dos alunos referente a comparação da facilidade entre a prática experimental e o Multisim.

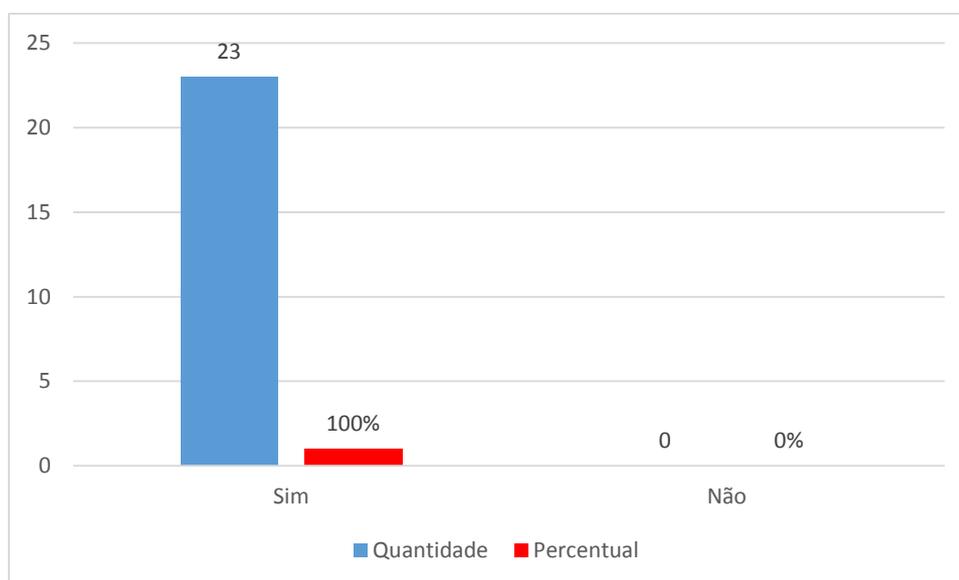
Gráfico 16 – Comparando prática experimental com o Multisim



Fonte: Próprio Autor

No gráfico 17 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre se, a primeira atividade (uso do Multisim) ajudou a segunda (atividade experimental).

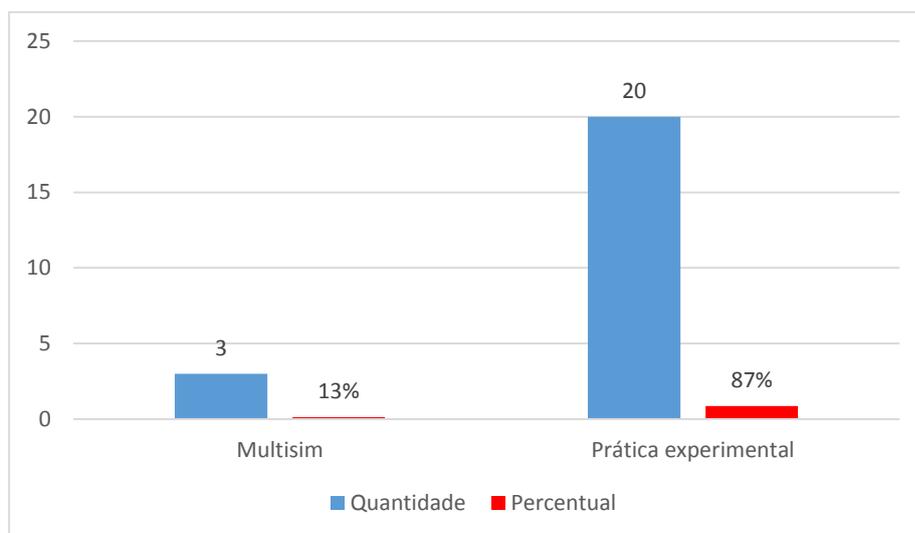
Gráfico 17 – A primeira atividade ajudou na segunda



Fonte: Próprio Autor

Dentre as duas atividades: simulação e prática experimental, a segunda foi considerada mais trabalhosa, como se vê no Gráfico 19.

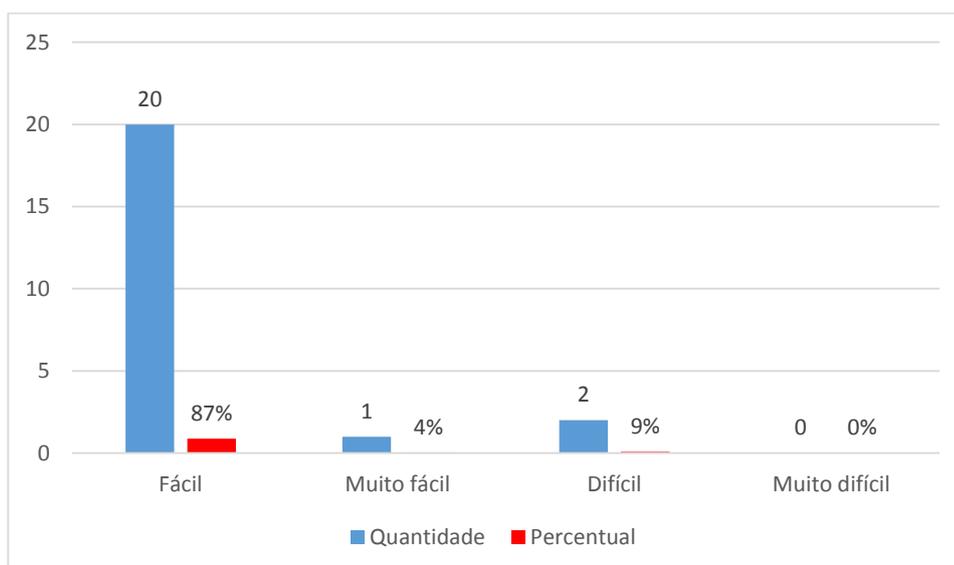
Gráfico 18 – Atividade mais trabalhosa



Fonte: Próprio Autor

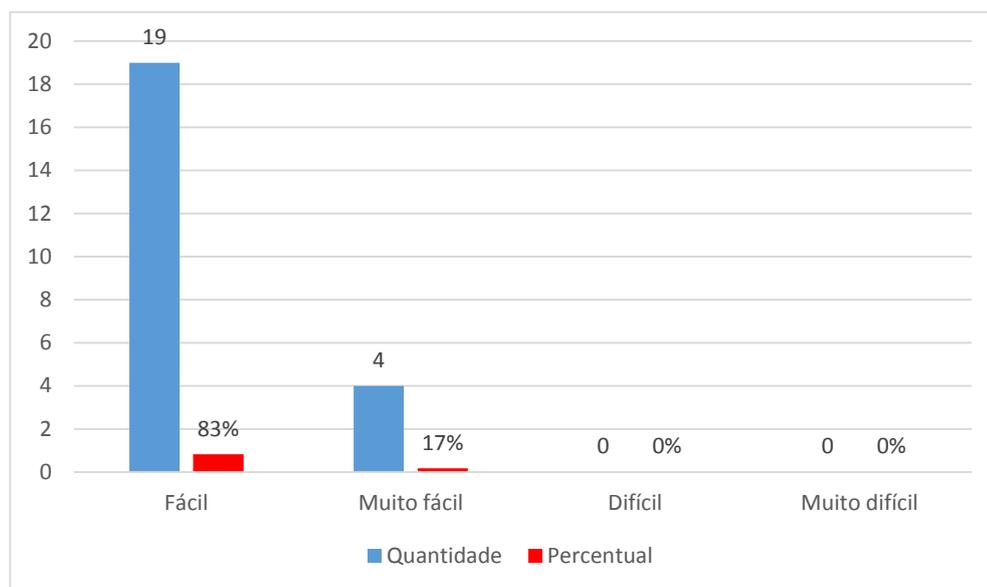
No gráfico 19 consta os dados das respostas dos alunos referente à pergunta sobre a prática experimental: apenas 9% dos alunos tiveram alguma oposição à prática experimental e a maioria se sentiu à vontade com a prática. E de forma semelhante sobre a simulação (gráfico 20).

Gráfico 19 – Atividade utilizando prática experimental



Fonte: Próprio Autor

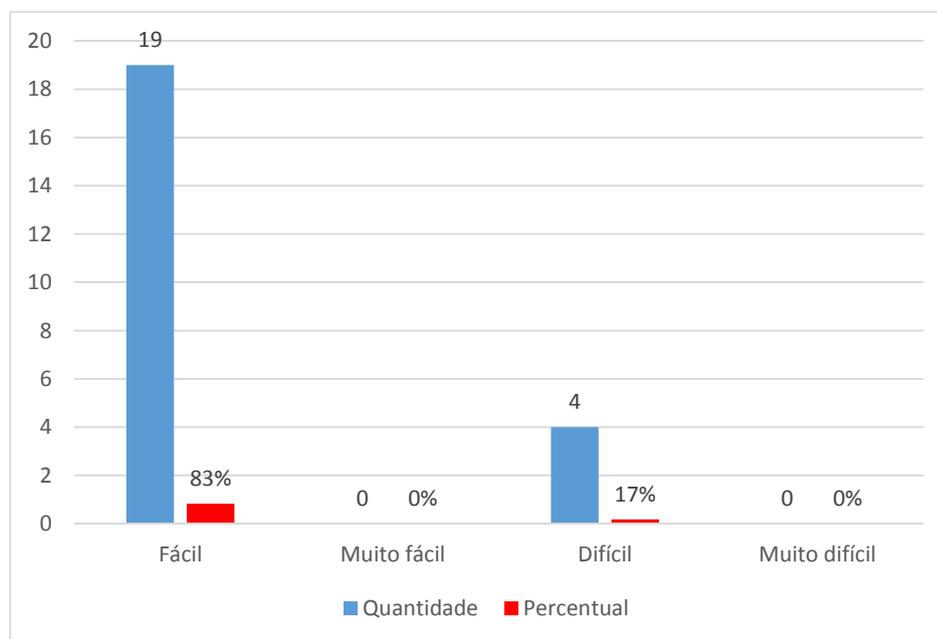
Gráfico 20 – Atividade utilizando o Multisim



Fonte: Próprio Autor

Quanto a facilidade do conteúdo circuitos elétricos, construímos o Gráfico 21.

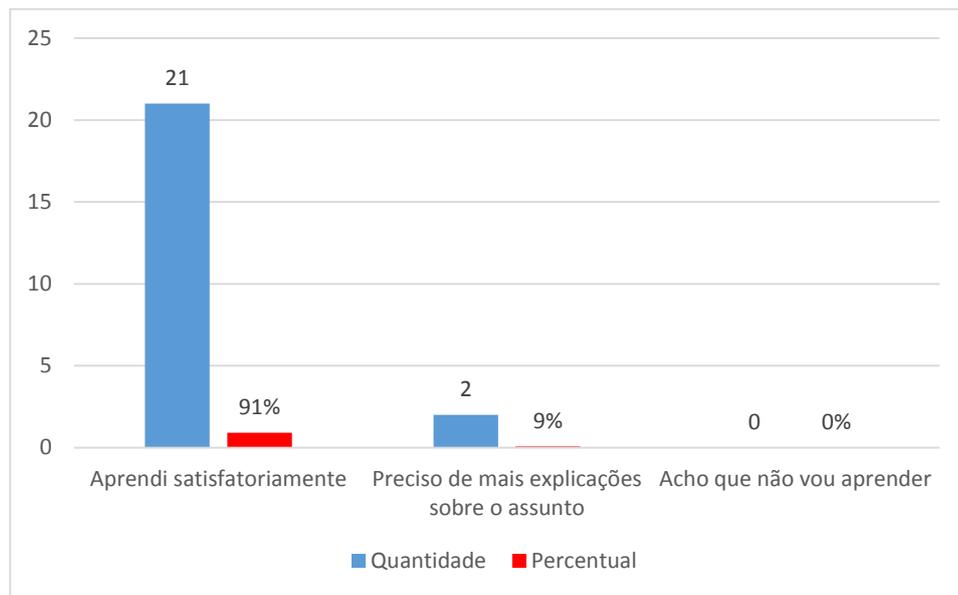
Gráfico 21 – Sobre circuitos elétricos



Fonte: Próprio Autor

Ainda sobre circuitos elétricos, a grande maioria dos alunos (91%) afirmaram que aprenderam satisfatoriamente, como aparece no Gráfico 22.

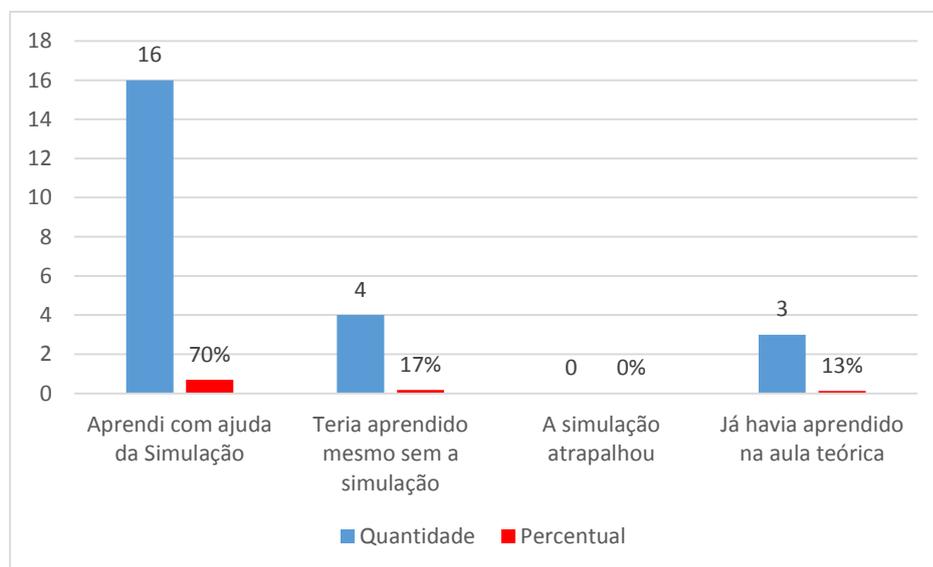
Gráfico 22 – Sobre circuitos elétricos



Fonte: Próprio Autor

A maioria dos alunos (70%) consideraram que a simulação ajudou na aprendizagem de circuitos elétricos, 4% (Gráfico 23) não e 13% aprenderam apenas com a parte teórica.

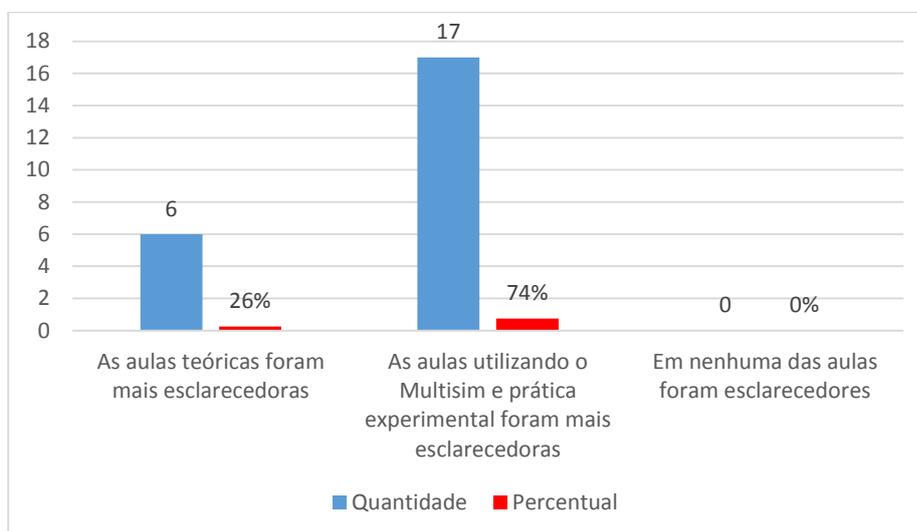
Gráfico 23 – Sobre circuitos elétricos



Fonte: Próprio Autor

Questionados sobre o conteúdo circuitos elétricos a maioria dos alunos consideraram que as atividades computacionais e experimentais foram mais esclarecedoras do que as aulas teóricas (Gráfico 24).

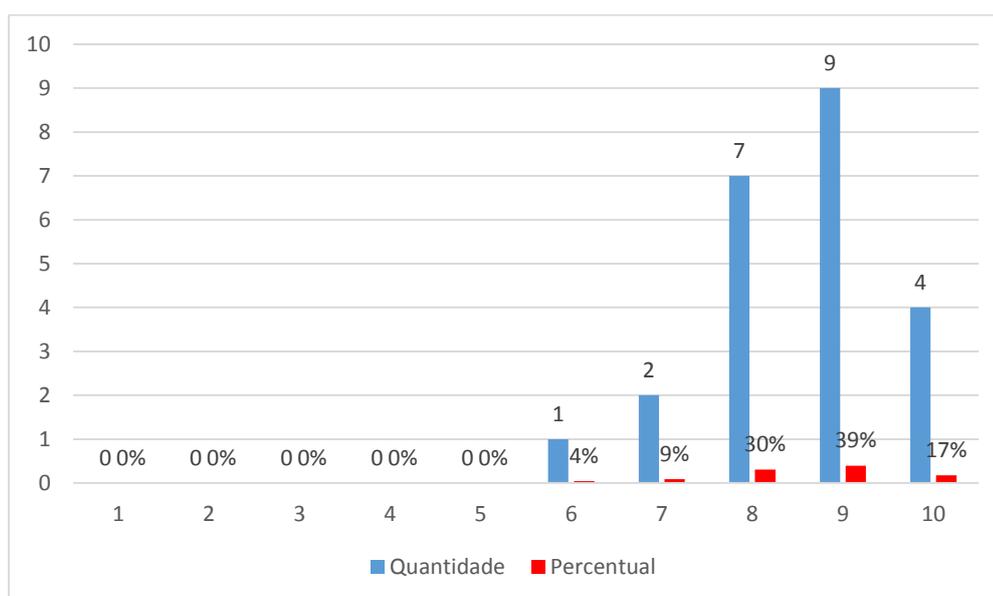
Gráfico 24 – Sobre circuitos elétricos



Fonte: Próprio Autor

Sobre a nota (1 a 10) dada pelo aluno à sua própria aprendizagem em circuitos elétricos, 69% dos alunos indicaram valores entre 7 e 9 para esse item.

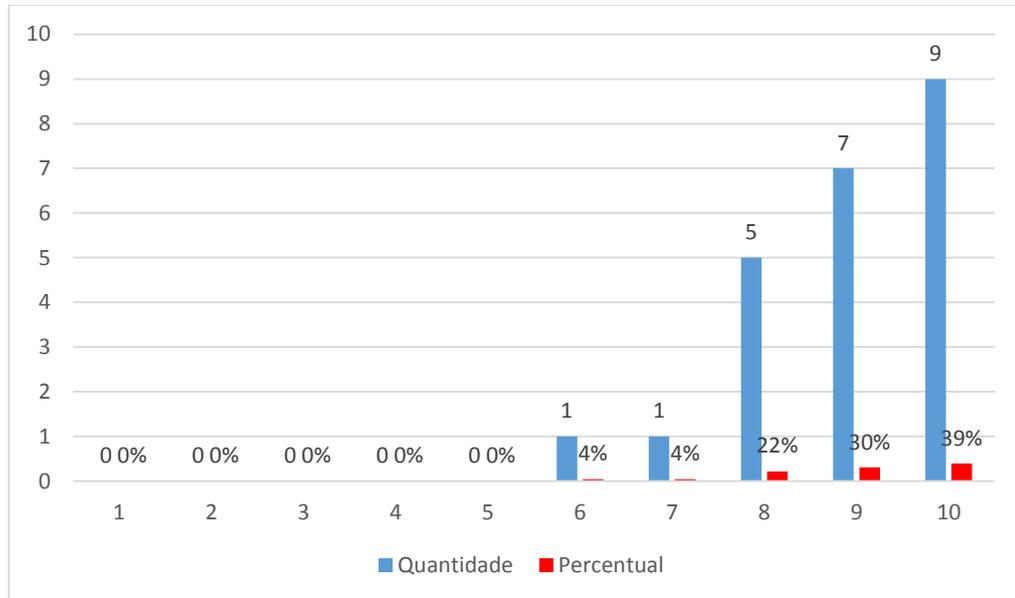
Gráfico 25 – Sobre circuitos elétricos e o aprendizado



Fonte: Próprio Autor

Sobre a nota (1 a 10) dada pelo aluno à sua própria aprendizagem em circuitos elétricos utilizando o Multisim, 69% dos alunos indicaram valores entre 7 e 10 para esse item.

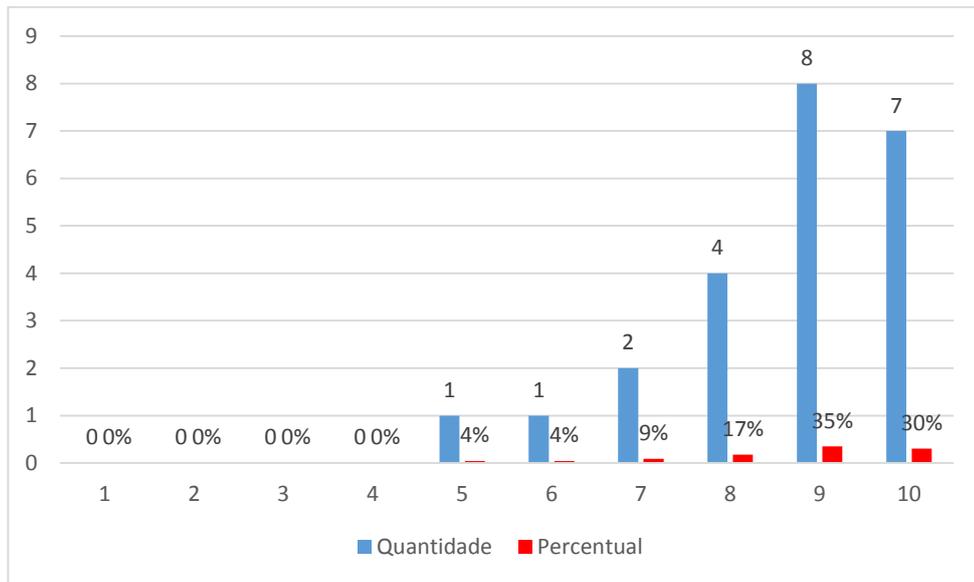
Gráfico 26 – Sobre a aprendizagem utilizando o Multisim



Fonte: Próprio Autor

Sobre a nota (1 a 10) dada pelo aluno à sua própria aprendizagem em circuitos elétricos utilizando a prática experimental, 65% dos alunos indicaram valores entre 9 e 10 para esse item.

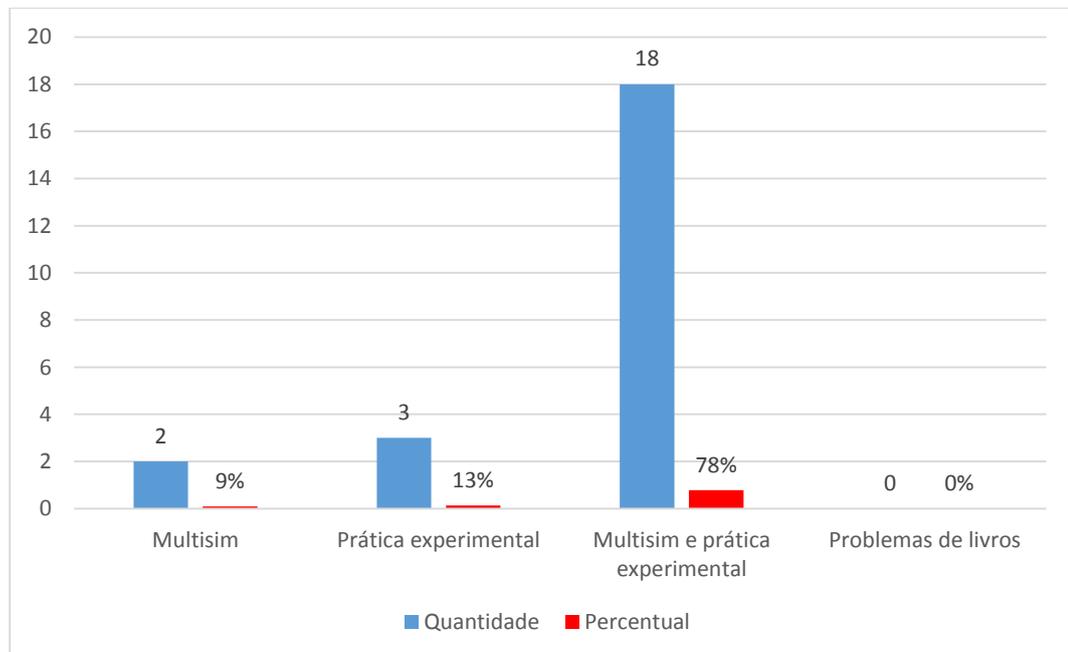
Gráfico 27 – Sobre a aprendizagem utilizando prática experimental



Fonte: Próprio Autor

Diante da opções, no estudo de circuitos elétricos, exclusivamente o Multisim ou prática experimental, Multisim e prática experimental ou uso de livros didáticos, 78% preferem o uso em conjunto do Multisim e prática experimental.

Gráfico 28 – Sobre os circuitos elétricos. Se for continuar a trabalhar



Fonte: Próprio Autor

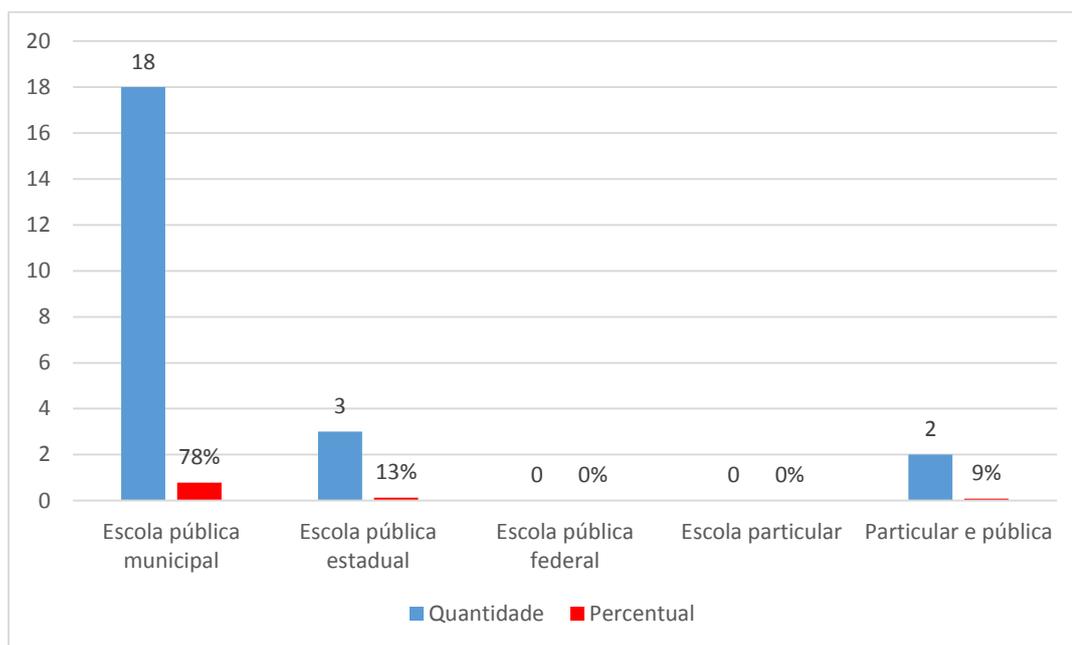
Durante as cinco semanas, em que foi desenvolvida a intervenção pedagógica, foi possível verificar, por meio da análise dos alunos acerca das ferramentas utilizadas nas atividades desenvolvidas, que houve diferentes formas de interação com os conteúdos. Segundo eles, todos os formatos influenciaram positivamente no seu aprendizado. Ficou evidente também que as ferramentas se ajudaram mutuamente. Com isso, verifica-se que uma simulação computacional pode ajudar em uma atividade experimental, e o contrário também é verdadeiro. Não se pode esquecer de que as atividades desenvolvidas foram atividades totalmente novas para eles, uma vez que na sua maioria não haviam trabalhado com atividades computacionais e experimentais. Levando-se em consideração que começaram a prática pedagógica com muitas concepções alternativas, pode-se afirmar através da análise do questionário que houve contribuição na formação de novos conceitos.

6.3 Avaliação dos Alunos sobre a Prática Pedagógica

Após a intervenção pedagógica, foi aplicado aos alunos um questionário que tinha como objetivo coletar a opinião dos mesmos sobre a experiência de aprendizagem em Circuitos Elétricos com o uso de Atividades Computacionais e Experimentais. Vinte e três alunos preencheram o questionário (Apêndice D).

Questionados sobre qual escola cursou o ensino fundamental, conforme Gráfico 29, pode-se observar que a maioria dos alunos cursaram o ensino fundamental na escola pública estadual e municipal.

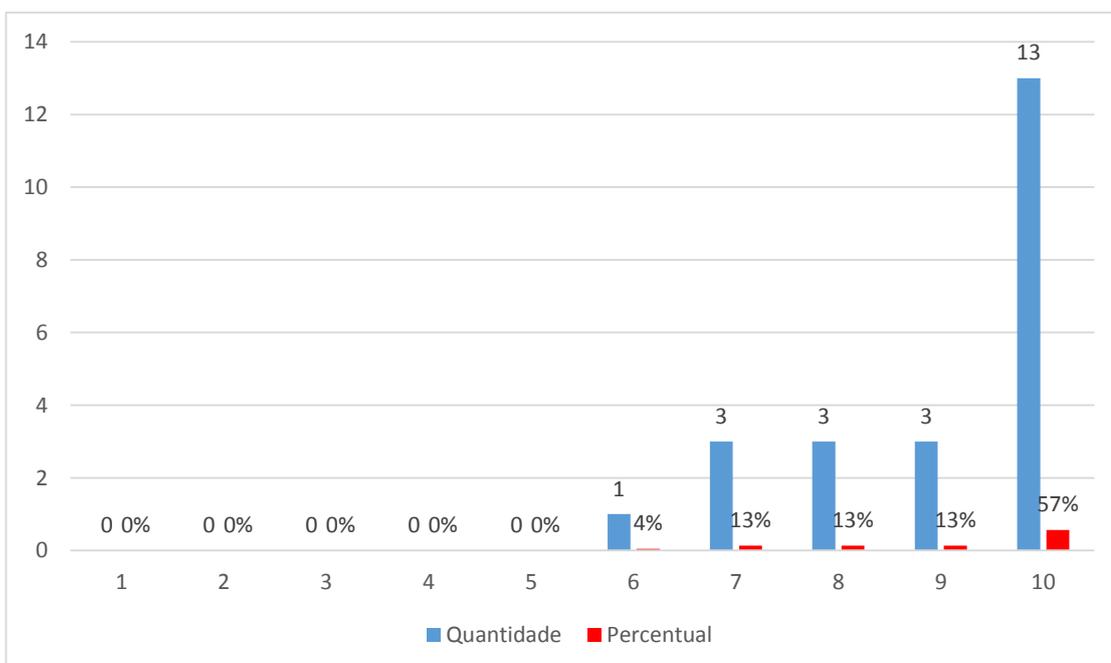
Gráfico 29 – Qual escola cursou o Ensino Fundamental



Fonte: Próprio Autor

Sobre a apreciação do material didático utilizado nas aulas ao longo da prática pedagógica, conforme Gráfico 30, houve aceitação pela grande maioria.

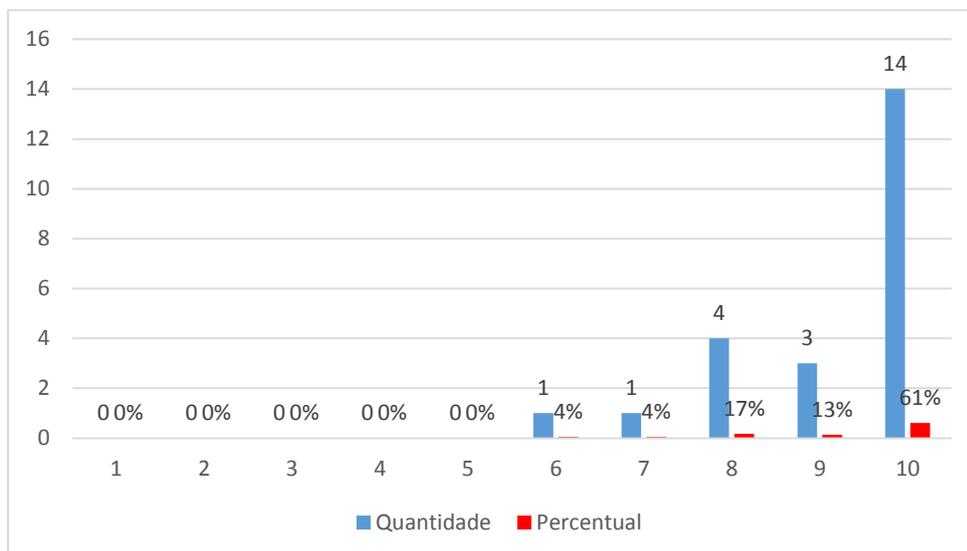
Gráfico 30 – Sobre o material utilizado ao longo da prática pedagógica



Fonte: Próprio Autor

Conforme Gráfico 31, a maioria dos alunos viram algum encadeamento entre os conteúdos ao longo da prática pedagógica.

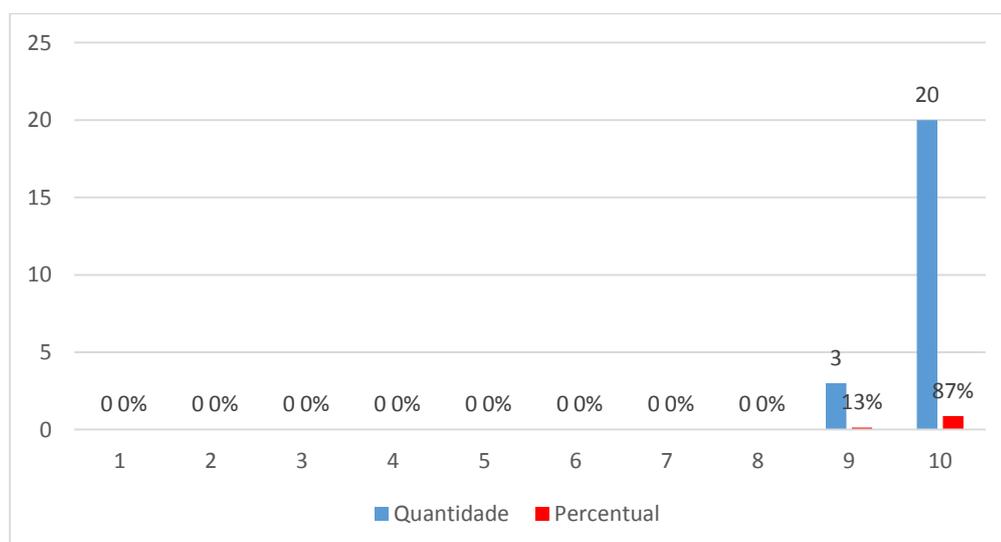
Gráfico 31 – Sobre o encadeamento dos assuntos ao longo da prática pedagógica



Fonte: Próprio Autor

Questionados se o professor teve total domínio dos conteúdos ministrados na prática pedagógica (Gráfico 32) a grande maioria dos alunos consideraram que o professor teve total domínio dos conteúdos trabalhados.

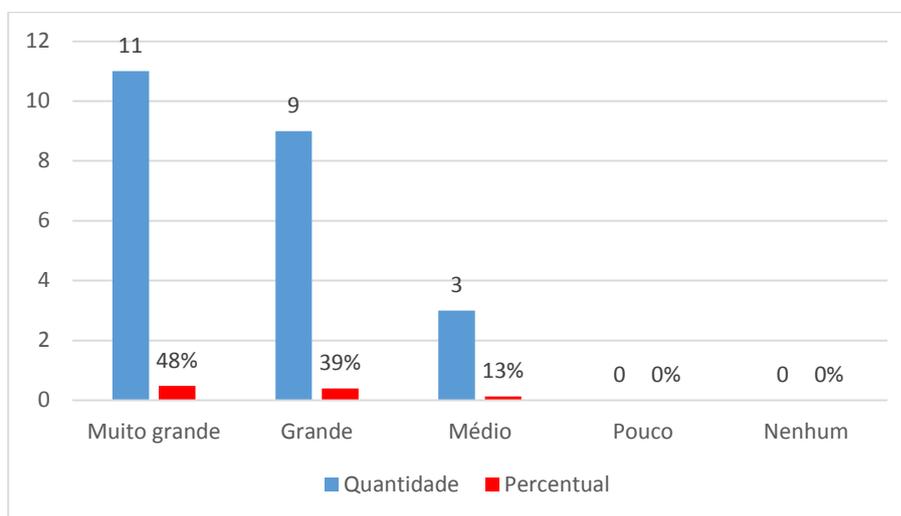
Gráfico 32 – O professor teve total domínio dos conteúdos ministrados na prática pedagógica



Fonte: Próprio Autor

Verificou-se (Gráfico 33) que existe um grande interesse da maioria dos alunos em aprender os conteúdos ministrados na prática pedagógica, o que pode representar a facilidade que tiveram em desenvolver as atividades.

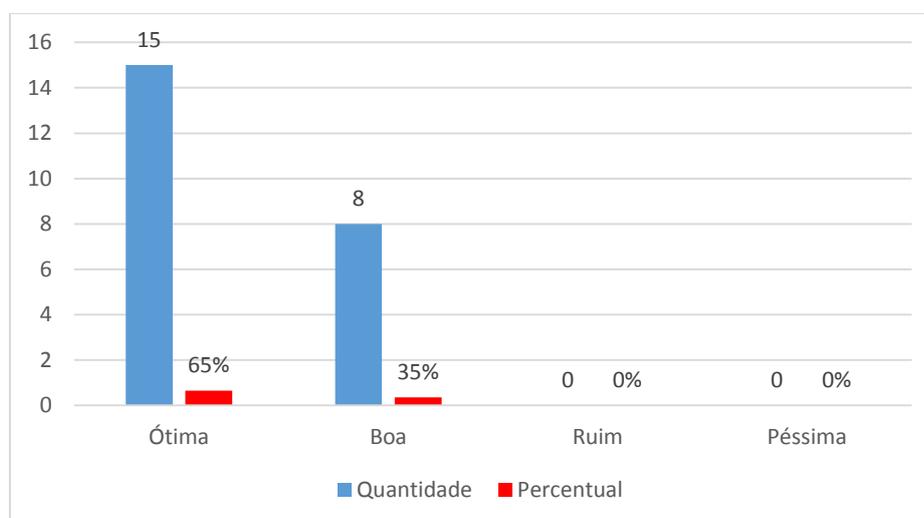
Gráfico 33 – Sobre o meu interesse pela prática pedagógica



Fonte: Próprio Autor

Analisando-se o Gráfico 34, a maioria dos alunos acharam a prática pedagógica ótima (65%) ou então boa (35%) para o desenvolvimento da aprendizagem. Isto representa um indicio preliminar que a experiência vivenciada pelos alunos pode ter contribuído para o desenvolvimento da aprendizagem dos mesmos.

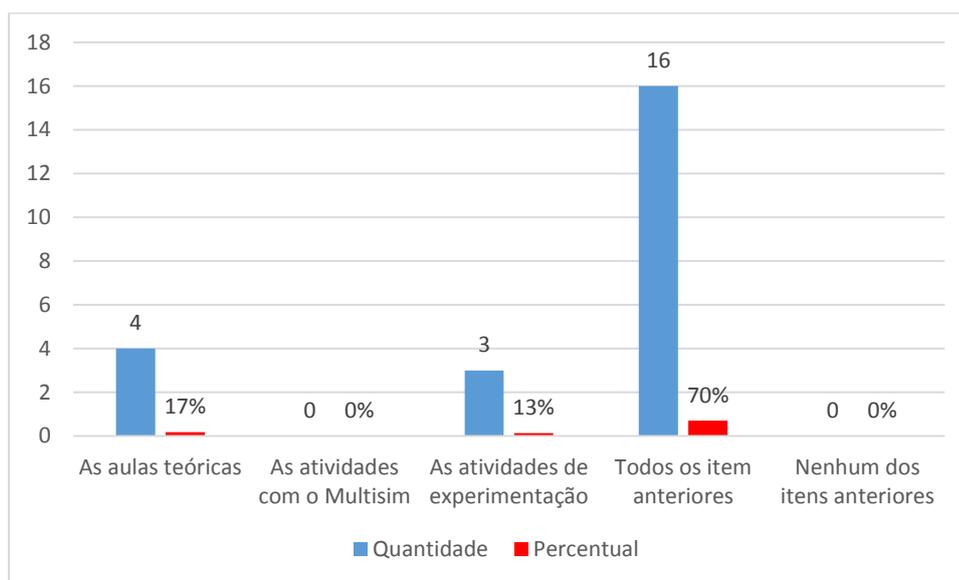
Gráfico 34 – A prática pedagógica para a sua aprendizagem foi



Fonte: Próprio Autor

Questionados sobre quais dos recursos utilizados, durante a prática pedagógica, mais colaborou para sua aprendizagem, conforme Gráfico 35, a maioria dos alunos acharam que todas as atividades realizadas durante a prática pedagógica colaboraram para o desenvolvimento de sua aprendizagem.

Gráfico 35 – Na prática pedagógica, o que mais colaborou para a sua aprendizagem



Fonte: Próprio Autor

A penúltima questão do questionário de avaliação da prática pedagógica: **“Apresente uma justificativa de sua resposta para o item anterior:”** destinava-se a investigar de que forma, os recursos utilizados na citada prática, contribuíram para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, durante o andamento da prática pedagógica, procurando, dessa forma, justificar as respostas escolhidas pelos alunos na questão anterior. Destacamos os seguintes relatos:

Na minha opinião tudo ficou muito mais fácil com o Multisim, mas as atividades de experimentação me ajudaram bastante, acho que agora tenho um pouco mais de facilidade em resolver (Aluno 01).

Um completou o outro, primeiro a aula teórica explicando sobre resistores, depois a aula prática que explicou o processo ensinando no Multisim, e em seguida no protobord, foi bastante proveitoso (Aluno 05).

As aulas teóricas deram a base, Multisim esclareceu bastante e a experimentação esclareceu tudo (Aluno 11).

Todas as aulas, tanto teórica como também com o Multisim e a atividade de experimentação me ajudaram bastante a entender e compreender cada assunto

ao qual foi ministrado pelo professor, dando ênfase no meu estudo sobre circuitos elétricos (Aluno 04).

A aula teórica me ajudou muito a compreender melhor a aula e as atividades com o Multisim (Aluno 14).

Cada assunto que eu estudei foi uma aprendizagem muito importante, principalmente a aula prática, onde pude demonstrar meus conhecimentos, o que eu aprendi e entendi sobre circuitos elétricos (Aluno 10).

O Multisim ajudou bastante, mais também as aulas teóricas contribuíram para a maior aprendizagem, enfim, todas as aulas ajudaram bastante (Aluno 15).

O professor elaborou as aulas em uma sequência que elas se interligassem, uma completava a outra, além do professor ter total domínio do assunto (Aluno 18).

A última questão investigava quais os recursos utilizados na prática pedagógica, segundo as justificativas dos alunos, não colaboraram para a aprendizagem dos mesmos. A respectiva questão tinha o propósito dos alunos descreverem justificativas de escolha para os itens fornecidos na antepenúltima questão. Destacamos os seguintes relatos:

Bem, eu tive um pouco de dificuldade nas aulas teóricas, tirando isso o Multisim e a experimentação me ajudaram bastante, espero ter mais aulas para ajudar (Aluno 01).

Todos foram importantes, porém houve uma dificuldade no Multisim, a de localizar os acessórios para montar os circuitos, mas ocorreu tudo bem na prática experimental (Aluno 05).

Os meios usados foram importante para o aprendizado, todos, eu não tenho de que reclamar (Aluno 11).

Todos os itens tanto prática como teoria, ajudaram a estimular o meu conhecimento sobre o tema, sobre o estudo abordado, tendo em vista a minha capacidade de aprender e ter o conhecimento exato do que foi ensinado, foi muito satisfatório e gratificante (Aluno 04).

Todos ajudaram e foram de plena importância para eu poder aprender mais e ter mais controle e conhecimento do assunto (Aluno 14).

O que não ajudou, não tem, porque todos os assuntos estudados ajudaram, principalmente a aula prática, que foi uma das melhores aprendizagens para mim (Aluno 10).

O Multisim ajudou muito, pois facilitou muito as aulas práticas (Aluno 15).

Todas ajudaram, pois cada uma tinha a sua função para melhor ajudar a entender o assunto (Aluno 15).

Considera-se que é importante saber a visão do aluno sobre o trabalho realizado ao longo da prática pedagógica. Na maioria das situações, verificou-se que as atividades da forma como foram apresentadas tiveram aprovação dos alunos e, na grande maioria, eles

consideraram que obtiveram aprendizagem. Identificou-se também que os alunos conseguiram visualizar circuitos elétricos nas diferentes situações. Essa realmente era uma proposta das atividades como produto educacional.

A avaliação de todas as atividades, embora mais trabalhosa, traduz melhor a identificação do crescimento de cada aluno. A interação professor / aluno durante as atividades proporciona ao professor conhecer as dificuldades do aluno e ao aluno a liberdade de expor suas dificuldades. As perguntas que os alunos não faria numa aula tradicional ele as faz de uma forma natural em uma aula prática.

Capítulo 7 - Considerações Finais

Utilizando o referencial teórico da Teoria dos Campos Conceituais de, Vergnaud (1990) como forma de facilitar a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1982), fundamentamos uma proposta de integração entre atividades computacionais e experimentais, e realizamos uma experiência didática que teve a duração de 9 aulas (totalizando 12 horas-aula). Os resultados mostram que a integração entre esses dois tipos de atividades pode proporcionar, aos alunos, uma visão epistemológica mais adequada sobre os papéis dos modelos teóricos, do laboratório e do computador, e promover a interatividade e o engajamento dos alunos em seu próprio aprendizado, transformando a sala de aula em um ambiente propício para uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos, mais especificamente de circuitos elétricos.

Este trabalho buscou apresentar uma sequência que proporcionasse aos alunos diferentes situações para que eles pudessem com isso entender os conceitos trabalhados. Conforme Vergnaud (1990), são as situações que dão sentido aos conceitos. A utilização do software Multisim e da prática experimental proporcionou as diversas situações que fizessem sentido para os alunos. Assimilar progressivamente cada conceito é a prática para domínio de um campo conceitual. Com as diversas situações, proporcionou-se que os alunos aumentassem a possibilidade de construir seus esquemas. Foram diversas possibilidades à disposição dos alunos para que fossem proporcionados diferentes situações. Eles vivenciaram uma variedade de situações para que os conceitos se tornassem significativos. Dessa forma, este estudo foi ao encontro dos pressupostos de Vergnaud, porque, para ele, são as situações que dão sentidos aos conceitos.

A sequência de atividades da prática pedagógica proporcionou ao aluno visões diferentes de um mesmo conceito. Tomou-se o cuidado de introduzir as ferramentas de forma gradativa para que elas pudessem ser assimiladas de forma apropriadas no contexto dos conteúdos e do desenvolvimento das atividades.

Durante a prática pedagógica, acompanhamos o desempenho dos alunos de forma a ajudá-los quando necessário e, principalmente, observar a sua atitude perante as ferramentas propostas para as atividades. Percebeu-se que os alunos conseguiram interligar os conceitos nas diferentes ferramentas e atividades. Para Vergnaud (1990),

Um único conceito não se refere a um único tipo de situação, e uma única situação não pode ser analisada com um conceito único. Ainda, porque, segundo o próprio Vergnaud (1990), um campo conceitual é, em primeiro lugar, um conjunto de situações cujo domínio requer o domínio de vários conceitos de natureza diferente.

Referências

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes? São Paulo: Editora Paulus, 2011.

AUSUBEL, David P. (1982). Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes.

AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Editora, 2003.

BISCUOLA, Gualter, J. Tópicos de Física 3. 2 ed. São Paulo. Saraiva,2014.

BOGART Jr.; Theodore F. Dispositivos e Circuitos Eletrônicos. Vol.02. SP. Makron Books, 2001.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3: p. 291 – 313, 2002.

BOYLESTAD, Robert, L. Introdução a análise de circuitos. 8 ed. RJ. Prentice Hall do Brasil,2001.

BRAGA, Newton C. Corrente, tensão e potência: entendendo as unidades elétricas. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br>>. Acesso em: 14/03/2014.

BRAGA, Newton C. Curso MULTISIM Básico: captura esquemática & simulação. Instituto Newton C. Braga, 2011. Sítio: <http://www.newtonbraga.com.br/>.

BRAGA, Newton C. Experiências de ciências com o multímetro. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br>>. Acesso em: 14/03/2014.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D; CARVALHO, A. M. P; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Orgs.). A Necessária Renovação do Ensino das Ciências. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

CARVALHO, A. M. P. (Org). Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa com a Prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

COSTA, Mário Jorge Nunes. Realização de Prática de Física em Bancada e Simulação Computacional para Promover o Desenvolvimento da Aprendizagem Significativa e Colaborativa. Dissertação de Mestrado sob a orientação do Prof. Dr. Júlio Wilson Ribeiro, apresentada a Universidade Federal do Ceará para a obtenção do grau de Mestre em Educação. Fortaleza, 2013.

DORNELES, Pedro F. T.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Et al. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de

Eletricidade: Parte I – circuitos elétricos. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006.

JUNIOR LIMA, Almir Wirth. Eletricidade e Eletrônica. Rio de Janeiro: Alto Books, 2009.

JÚNIOR, Francisco Ramalho; NICOLAU, Gilberto F.; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. Os fundamentos da Física III. 9 ed. SP. Moderna, 2003.

LEAL, Cristianni Antunes. Brincando em sala de aula: uso de jogos cooperativos no ensino de ciências. Produto apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências – PROPEC do IFG/RJ – Câmpus Nilópolis, 2013. Disponível em: <http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/5416> acesso em 5 jul.2014.

MARINELLI, F.; PACCA, J. L. A. Uma interpretação para as dificuldades enfrentadas pelos estudantes no laboratório didático de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 497-505, 2006a.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Física, vol3. São Paulo: Scipione, 2014

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

MENCK, C. F. M.; VENTURA, A. M. Manipulando genes em busca de cura: o futuro da terapia gênica. Revista USP, n 75, p 50-61, setembro/novembro, 2007.

MOREIRA, Luís Paulo Basgalupe. Estudo de circuitos elétricos: utilização computacional para preparar o uso de circuitos reais. Dissertação de Mestrado sob a orientação do Prof. Dr. Marco Antônio Moreira e Coorientação da Profa. Dra. Flávia Maria Teixeira dos Santos, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física. Porto Alegre, 2014.

MOREIRA, M. A. (1999). Aprendizagem significativa. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

MOREIRA, M. A. (2000). Aprendizagem significativa crítica. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche).

MOREIRA, M. A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a Pesquisa nesta área. Investigações em Ensino de Ciências, 7(1), 7-29.

MOREIRA, M. A. (2004). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de Física e a investigação nesta área. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2004. 107p.

MOREIRA, M. A. (2004). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área. Porto Alegre: Faculdade de Física, UFRGS, 2004.

MOREIRA, M. A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica / Aprendizaje significativo crítico*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

MOREIRA, M. A. e Masini, E. F. S. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria da aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes.

MOREIRA, M. A., Caballero, C. & Rodríguez Palmero, M. L. (2004). *Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje*. Burgos, Espanha: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos. 86 p.

RIBEIRO, J. W. Ensino de ciências: sociedade, TIC e laboratório de experimentação. In: LITTO, F.; FORMIGA, M. (orgs.). *Educação a Distância: o estado da arte*, vol. 2, 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012, p. 443

RIBEIRO, J. W.; FREITAS, D. B.; VALENTE, J. A.; LIMA, L.; BARROS, M. J. C.; LIMA, I. P.; OLIVEIRA, R. G. M. Laboratórios de experimentação científica, informática educativa e aprendizagem significativa: integração de atividades na prática pedagógica. In: PONTES, A. N.; PONTES, A. (orgs.). *Educação & ciências: saberes interdisciplinares*. Belém: EDUEPA, 2011, p. 210.

RIBEIRO, J.W.; VALENTE, J.A.; FREITAS, D.B; COSTA, M. J. N.; LIMA, I. P. O computador e a aprendizagem significativa na execução de práticas experimentais de ciências. In MORAES, S. E. (Org.). *Currículo e Formação Docente: um diálogo interdisciplinar*. Campinas: Mercado de Letras, 2008b. p. 347-364.

SENA DOS ANJOS, A. J. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v 25, n 3, p 569-600, 2008.

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

SILVA FILHO, Matheus Teodoro da. *Fundamentos de Eletricidade*. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

SILVEIRA, F. L.; Moreira, M. A.; AXT, R. (1989). Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. *Ciências e Cultura*, 41, 1129 – 1133.

SOUZA, C. M. S. G. e Fávero, M. H. (2002). Um estudo sobre resolução de problemas em Física em situação de interlocução entre um especialista e um novato. Submetido ao VIII EPEF.

TEIXEIRA, C. A. C. A aprendizagem por meio da experimentação remota de equipamento científico. In LITTO, F. M.; FORMIGA, M. (Orgs.). *Educação a Distância: o estado da arte*. Pearson-Prentice Hall, 2008, Cap. 47, p.340-345.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v 24, n 2, p 87-96, 2002.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches em Didactique des Mathématiques*, 10(23), 133 – 170.

VERGNAUD, G. et al (1990). Epistemology and psychology of mathematics education. In Nesher, P. & Kilpatrick, J. (Eds.) *Mathematics and cognition: A research synthesis by International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Cambridge: Cambridge University Press.

WALSELFISZ, J. J. O ensino de ciências no Brasil e o PISA. São Paulo: Sangari do Brasil, 2009. Disponível em: <<http://www.sangari.com/visualizar/institucional/pdfs/PISA2009.pdf>> Acesso em: 03 de Julho de 2014.

WERTHEIN, J. O desafio da educação especial para a folha de São Paulo. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/sinapse/ult1063u503.shtml>> Acesso em: 21 de março de 2015.

YIN, Robert K. *Estudo de Caso Planejamento e Métodos*. 4. Ed. Editora Boockman. Porto Alegre. 2010.

Apêndices

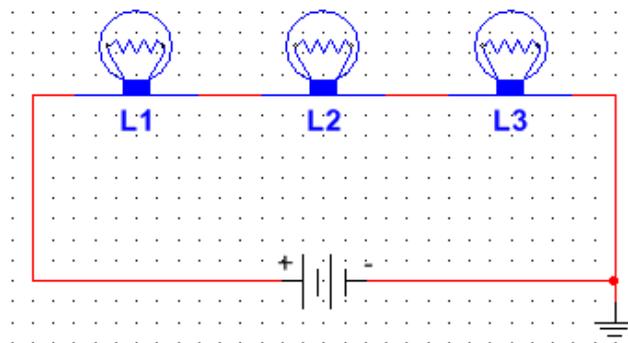
Apêndice A – Teste de Concepções Alternativas

Este questionário serve como coleta de dados da pesquisa para a dissertação de mestrado do Prof. Glauco Denes Galvão Maia.

Nos circuitos representados neste teste, considere as lâmpadas idênticas. O brilho das lâmpadas depende da intensidade da corrente elétrica. A bateria tem resistência desprezível.

01. No circuito da Figura 11, pode-se afirmar que:

Figura 11 – Circuito Série

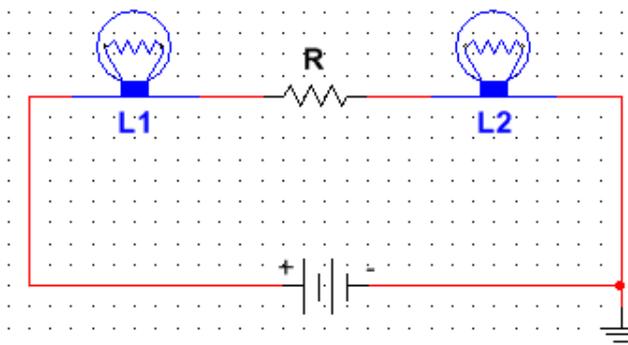


Fonte: Próprio Autor

- (a) L_1 brilha mais do que L_2 e esta brilha mais do que L_3 .
- (b) L_3 brilha mais do que L_2 e esta brilha mais do que L_1 .
- (c) As três lâmpadas têm o mesmo brilho.
- (d) Não sei responder.

02. No circuito da Figura 12, R é um resistor. Neste circuito:

Figura 12 – Circuito série com resistor

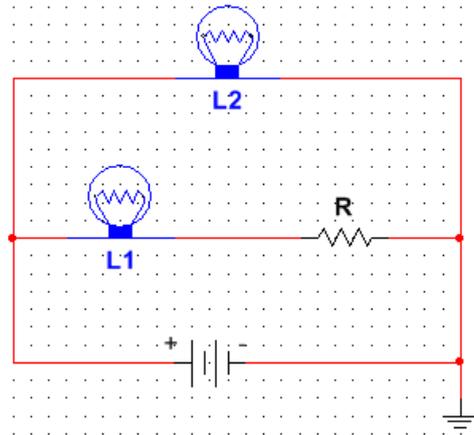


Fonte: Próprio Autor

- (a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho.
- (b) L_1 brilha mais do que L_2 .
- (c) L_2 brilha mais do que L_1 .
- (d) Não sei responder.

03. No circuito da Figura 13, R é um resistor. Neste circuito:

Figura 13 – Circuito paralelo com resistor

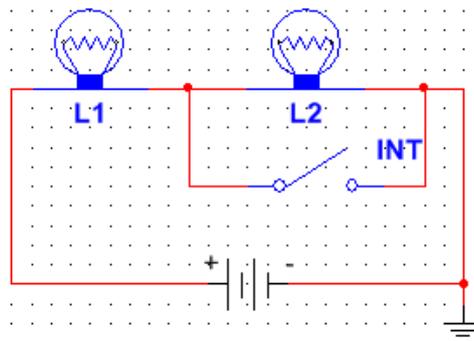


Fonte: Próprio Autor

- (a) L_1 têm o mesmo brilho de L_2 .
- (b) L_2 brilha mais do que L_1 .
- (c) L_1 brilha mais do que L_2 .
- (d) Não sei responder.

04. No circuito da Figura 14, INT é um interruptor aberto. Ao fechá-lo:

Figura 14 – Circuito série com interruptor



Fonte: Próprio Autor

- (a) aumenta o brilho de L_1 .
- (b) o brilho de L_1 permanece o mesmo.

- (c) diminui o brilho de L_1 .
 (d) Não sei responder.

05. Nos circuitos das Figuras 15A e 15B, a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos. Nessas situações:

Figura 15A – Circuito série

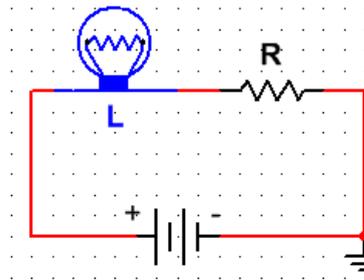
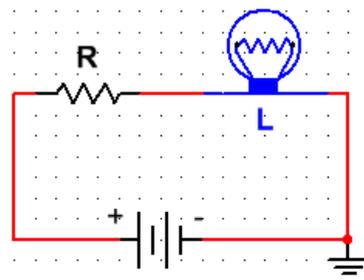


Figura 15B – Circuito série

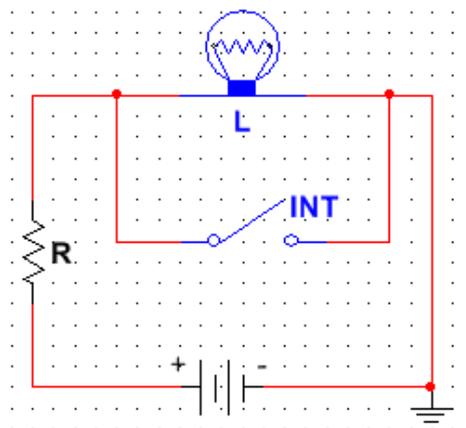


Fonte: Próprio Autor

- (a) L brilha mais no circuito 15A.
 (b) L brilha igual em ambos circuitos.
 (c) L brilha mais no circuito 15B.
 (d) Não sei responder.

06. No circuito da Figura 16, R é um resistor e INT é um interruptor que está aberto. Ao fechar o interruptor:

Figura 16 – Circuito série com resistor e interruptor



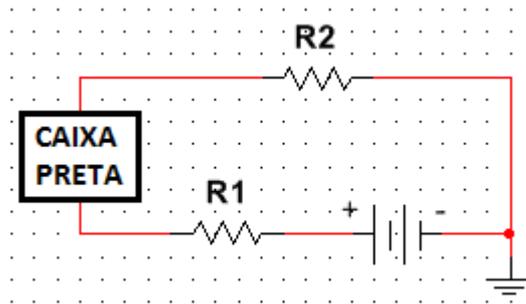
Fonte: Próprio Autor

- (a) L continua brilhando como antes.
 (b) L deixa de brilhar.
 (c) L diminui seu brilho mais não apaga.

(d) Não sei responder.

07. No circuito da Figura 17, R1 e R2 são dois resistores. A caixa preta pode conter resistores, baterias ou combinações de ambos. Para que a intensidade da corrente em R1 fosse igual à intensidade da corrente em R2, a caixa preta:

Figura 17 – Circuito série com caixa preta

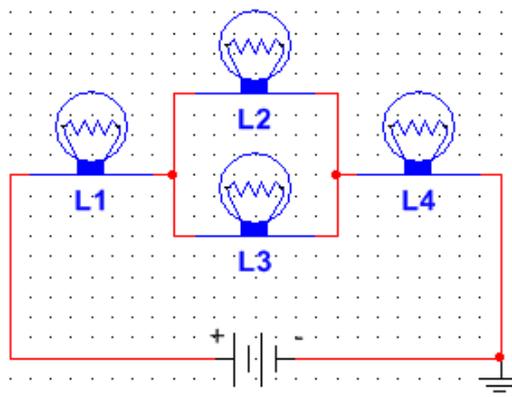


Fonte: Próprio Autor

- (a) deveria conter somente resistores.
- (b) deveria conter no mínimo uma bateria.
- (c) poderia conter qualquer associação de resistores e baterias.
- (d) Não sei responder.

As questões **08** e **09** se referem ao circuito da Figura 18.

Figura 18 – Circuito misto



Fonte: Próprio Autor

08. No circuito da Figura 18, o brilho de L₁ é:

- (a) igual ao de L₄.
- (b) maior do que o de L₄.
- (c) menor do que o de L₄.

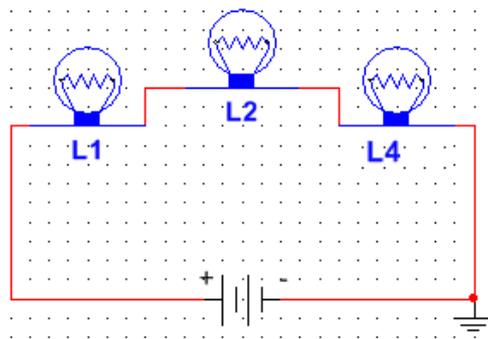
(d) Não sei responder.

09. No circuito da Figura 18, o brilho de L_2 é:

- (a) igual ao de L_4 .
- (b) maior do que o de L_4 .
- (c) menor do que o de L_4 .
- (d) Não sei responder.

O circuito da Figura 18 foi modificado, pois se tirou a lâmpada L_3 . O novo circuito é, então, o da Figura 19.

Figura 19 – Circuito misto sem L_3



Fonte: Próprio Autor

10. Quando se compara o brilho de L_1 nos circuitos 18 e 19, ele é:

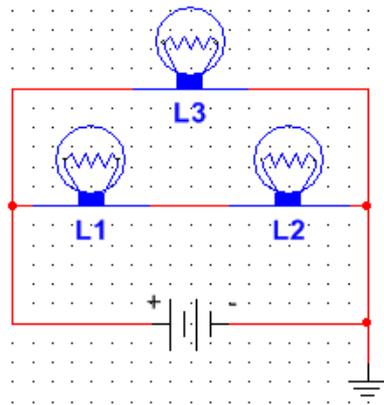
- (a) maior no circuito 19.
- (b) menor no circuito 19.
- (c) o mesmo nos dois.
- (d) Não sei responder.

11. Quando se compara o brilho de L_2 nos circuitos 18 e 19, ele é:

- (a) maior no circuito 19.
- (b) menor no circuito 19.
- (c) o mesmo nos dois.
- (d) Não sei responder.

12. No circuito da Figura 20:

Figura 20 – Circuito misto

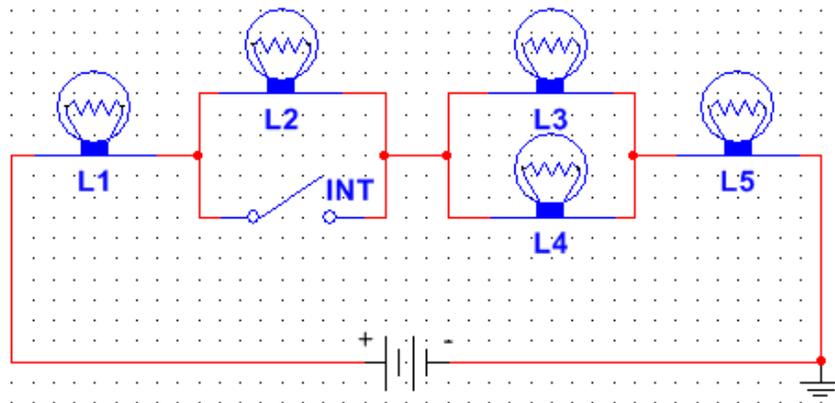


Fonte: Próprio Autor

- (a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho que é menor do que o de L_3 .
- (b) L_1 brilha mais do que L_2 e do que L_3 .
- (c) L_1 , L_2 e L_3 brilham igualmente.
- (d) Não sei responder.

13. No circuito da Figura 21, quando o interruptor é aberto. O que acontece com as lâmpadas L_1 e L_5 ?

Figura 21 – Circuito misto com interruptor



Fonte: Próprio Autor

- (a) nem L_1 , nem L_5 brilham.
- (b) aumenta o brilho de L_1 e L_5 .
- (c) diminui o brilho de L_1 e L_5 .
- (d) Não sei responder.

Importante: Não faça marcas nas folhas de questões.

Responda apenas nesta folha de respostas

Em cada questão do teste, marque apenas uma das quadros alternativas (A, B, C, D) que, na sua opinião, melhor completa o enunciado.

Quadro 4 – Cartão respostas

QUESTÃO	ALTERNATIVA			
1	A	B	C	D
2	A	B	C	D
3	A	B	C	D
4	A	B	C	D
5	A	B	C	D
6	A	B	C	D
7	A	B	C	D
8	A	B	C	D
9	A	B	C	D
10	A	B	C	D
11	A	B	C	D
12	A	B	C	D
13	A	B	C	D

Fonte: Próprio Autor

Apêndice B – Atividade Teórica x Atividade Computacional

Esta avaliação refere-se à atividade desenvolvida na aula anterior. As respostas devem ser individual e retratar fielmente o que ocorreu durante elas.

01. Qual foi a primeira atividade realizada?

- a) atividade teórica
- b) atividade computacional

02. Nível de dificuldade da atividade teórica?

Sendo “1” representando o mais fácil

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

03. Nível de dificuldade da atividade computacional?

Sendo “1” representando o mais fácil

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

04. A primeira atividade ajudou na segunda?

- a) muito
- b) pouco
- c) nada
- d) não sei dizer

05. Se as atividades tivessem sido realizadas na ordem inversa, o desempenho seria melhor?

- a) sim
- b) não
- c) não sei dizer

06. As atividades ajudaram no aprendizado dos conteúdos circuito série e circuito paralelo? Sendo “1” representando o índice mais baixo

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

07. Trabalhar com o Multisim ajudou a ter uma nova visão no estudo de circuitos elétricos?

- a) sim

- b) um pouco
- c) não

08. Se acha em condições de resolver qualquer problema de circuito série e circuito paralelo?

- a) sim
- b) alguns
- c) não
- d) não tenho ideia

09. Em qual conteúdo teve maior facilidade?

- a) Circuito série
- b) Circuito paralelo
- c) Nenhum
- d) Os dois

10. Acha que os dois conteúdos se relacionam de alguma maneira?

- a) sim
- b) sim, um pouco
- c) não
- d) não tenho ideia

11. A aprendizagem ocorreria da mesma forma se não houvesse o Multisim?

- a) sim
- b) sim, um pouco
- c) não
- d) não tenho ideia

12. Para solução dos problemas utilizando o Multisim, conferiu os cálculos ou apenas copiou os valores?

- a) só copiei
- b) copiei e calculei
- c) calculei
- d) não resolvi

Apêndice C - Atividade Computacional x Atividade Experimental

Este formulário deve conter respostas que comparem o aprendizado de circuitos elétricos utilizando atividade computacional e prática experimental.

01. Comparando prática experimental com o Multisim.

- a) Prática experimental mais fácil
- b) Multisim mais fácil
- c) os dois fáceis
- d) os dois difíceis

02. Que atividade foi realizada primeiro.

- a) Atividade com o Multisim
- b) Prática experimental

03. A primeira atividade ajudou a segunda.

- a) sim
- b) não

04. Atividade mais trabalhosa.

- a) Multisim
- b) Prática experimental

05. Atividade utilizando prática experimental.

- a) fácil
- b) muito fácil
- c) difícil
- d) muito difícil

06. Atividade utilizando o Multisim.

- a) fácil
- b) muito fácil
- c) difícil
- d) muito difícil

07. Sobre circuitos elétricos.

- a) fácil
- b) muito fácil
- c) difícil
- d) muito difícil

08. Sobre circuitos elétricos.

- a) Aprendi satisfatoriamente
- b) preciso de mais explicações sobre o assunto
- c) acho que não vou aprender

09. Sobre circuitos elétricos.

- a) Aprendi com ajuda da simulação
- b) Teria aprendido mesmo sem a simulação
- c) A simulação atrapalhou
- d) já havia aprendido na aula teórica

10. Sobre circuitos elétricos.

- a) As aulas teóricas foram mais esclarecedoras
- b) As aulas utilizando o Multisim e prática experimental foram mais esclarecedoras
- c) Em nenhuma dos dois casos foram esclarecedoras

11. Meu aprendizado sobre circuitos elétricos.

Uma nota de 1 a 10

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7 h) 8 i) 9 j) 10

12. Sobre a aprendizagem utilizando o Multisim.

Uma nota de 1 a 10

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7 h) 8 i) 9 j) 10

13. Sobre a aprendizagem utilizando prática experimental.

Uma nota de 1 a 10

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7 h) 8 i) 9 j) 10

14. Sobre os circuitos elétricos. Se for continuar a trabalhar, prefiro:

- a) Multisim
- b) Prática experimental
- c) Multisim e prática experimental
- d) Problemas de livros

Apêndice D – Questionário de Avaliação da Prática Pedagógica
Questionário de avaliação concernente à prática pedagógica

Aluno:

01. Você cursou o Ensino Fundamental.

- a) Escola pública municipal
- b) Escola pública estadual
- c) Escola pública federal
- d) Escola particular
- e) Particular e pública.

02. Sobre o material utilizado ao longo da prática pedagógica.

Uma nota de 1 a 10

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7 h) 8 i) 9 j) 10

03. Sobre o encadeamento dos assuntos ao longo da prática pedagógica.

Uma nota de 1 a 10

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7 h) 8 i) 9 j) 10

04. O professor teve total domínio dos conteúdos ministrados na prática pedagógica.

Uma nota de 1 a 10

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7 h) 8 i) 9 j) 10

05. Sobre o meu interesse pela prática pedagógica.

- a) muito grande
- b) grande
- c) médio
- d) pouco
- e) nenhum

06. Na sua opinião, a prática pedagógica para a sua aprendizagem foi.

- a) Ótima b) Boa c) Ruim d) Péssima

07. Para você, na prática pedagógica, o que mais colaborou para a sua aprendizagem?

- a) As aulas teóricas
- b) As atividades com o Multisim
- c) As atividades de experimentação
- d) Todas os itens anteriores
- e) Nenhum dos itens anteriores

08. Apresente uma justificativa de sua resposta para o item anterior:

09. Dentre os itens apresentados na questão **07**, qual/quais não ajudou/ajudaram na sua aprendizagem? Justifique:

Apêndice E - Guia de Atividades Práticas

Sumário

1 Introdução

2 Organização da Sequência Didática

3 O Software Multisim

4 Roteiro de Atividades

4.1 Aula 1 – Software Multisim e Circuito Simples

4.2 Aula 2 – Experimento: Multímetro

4.3 Aula 3 – Experimento: Lei de OHM

4.4 Aula 4 – Software Multisim e Circuito Série

4.5 Aula 5 – Software Multisim e Circuito Paralelo

4.6 Aula 6 – Experimento: Circuito série e Circuito paralelo

4.7 Aula 7 – Software Multisim e Circuito Misto

4.8 Aula 8 – Experimento: Circuito Misto

4.9 Aula 9 – Experimento: Potência elétrica

1 Introdução

Este Guia Prático apresenta uma Sequência Didática e um Roteiro de Atividades Práticas, é dirigido principalmente aos professores do Ensino Médio. O roteiro foi elaborado para criar momentos de aprendizagem de temas selecionados de Eletrodinâmica, no qual integramos simulações computacionais com atividades experimentais, com o intuito de elevar a experiência de aprendizagem no ensino de circuitos elétricos.

O guia prático apresenta uma proposta de Sequência Didática (SD) que é um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa. Organizada de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para a aprendizagem dos estudantes, envolve atividades de aprendizagem e avaliação. Tem o intuito de tornar mais eficiente o processo de aprendizagem.

A SD é um instrumento de fortalecimento das práticas desenvolvidas em sala de aula onde o professor desempenha importante papel ao elaborar atividades de ensino, que podem ser instrumentos mediadores, por meio do qual o aluno consegue estabelecer relações entre teoria e prática, através de problematizações para o ensino e para a aprendizagem. As sequências ainda oportunizam a produção personalizada, adequada à realidade, à prática e à vivência do aluno auxiliando no aprendizado. Com base em Leal (2013, p.7):

A sequência didática é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes. Lembra um plano de aula, entretanto é mais amplo que este por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência de vários dias (LEAL, 2013, p. 7).

Nosso trabalho apresenta uma proposta de SD que é um conjunto de atividades interligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, organizada de acordo com os objetivos que o professor deseja alcançar para a aprendizagem dos estudantes. Envolve atividades de aprendizagem e avaliação e tem a finalidade de tornar mais eficiente o processo de aprendizagem.

Assim, esperamos que nosso Guia Prático possa contribuir para o planejamento de aulas envolvendo o conteúdo de circuitos elétricos. As simulações e as práticas constantes neste Guia Prático pretendem possibilitar uma análise criteriosa, motivacional e desafiadora de diversos conceitos de Eletrodinâmica, sendo possível explorar, por exemplo, várias características dos circuitos elétricos (estabelecimento de corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial, medições, etc.) e intervir quando necessário, estimulando debates, confrontos com concepções alternativas dos alunos, além de ampliar a socialização na sala de aula, através da inter-relação entre alunos/alunos e/ou alunos/professores etc... As atividades foram propostas de modo a promover no aluno uma percepção em relação às implicações do desenvolvimento científico e tecnológico.

Segue abaixo os possíveis conteúdos que deverão ser abordados neste Guia Prático.

- ✓ Resistores;
- ✓ Medidas elétricas;
- ✓ Corrente Elétrica;
- ✓ Resistência elétrica;
- ✓ Diferença de potencial;
- ✓ Potência elétrica;
- ✓ Associação de resistores em série;
- ✓ Associação de resistores em paralelo;
- ✓ Associação mista de resistores;

2 Organização da Sequência Didática

A SD proposta foi organizada em um conjunto de aulas agrupadas em módulos. A concepção de cada módulo levou em consideração além dos conteúdos de Eletrodinâmica, as ferramentas de atividades computacionais (software Multisim) e experimentais (instrumentos e componentes reais). A ideia central é que as ferramentas se complementem com o ambiente virtual se misturando ao ambiente real e proporcionando ao aluno visões diferentes de um mesmo assunto. Os módulos propostos foram concebidos temporalmente de modo a contemplar uma ou duas horas aulas.

Além das atividades de ensino próprias de cada módulo, realizaremos um pré-teste (concepções alternativas), um pós-teste e ainda uma avaliação ao final de cada aula. Estas atividades nos proporcionarão feedback sobre a aprendizagem dos alunos e nos ajudarão a compor os resultados da intervenção pedagógica. Desta forma, SD ficou organizada conforme está descrito no Quadro 5.

Quadro 5 – Organização da Sequência Didática

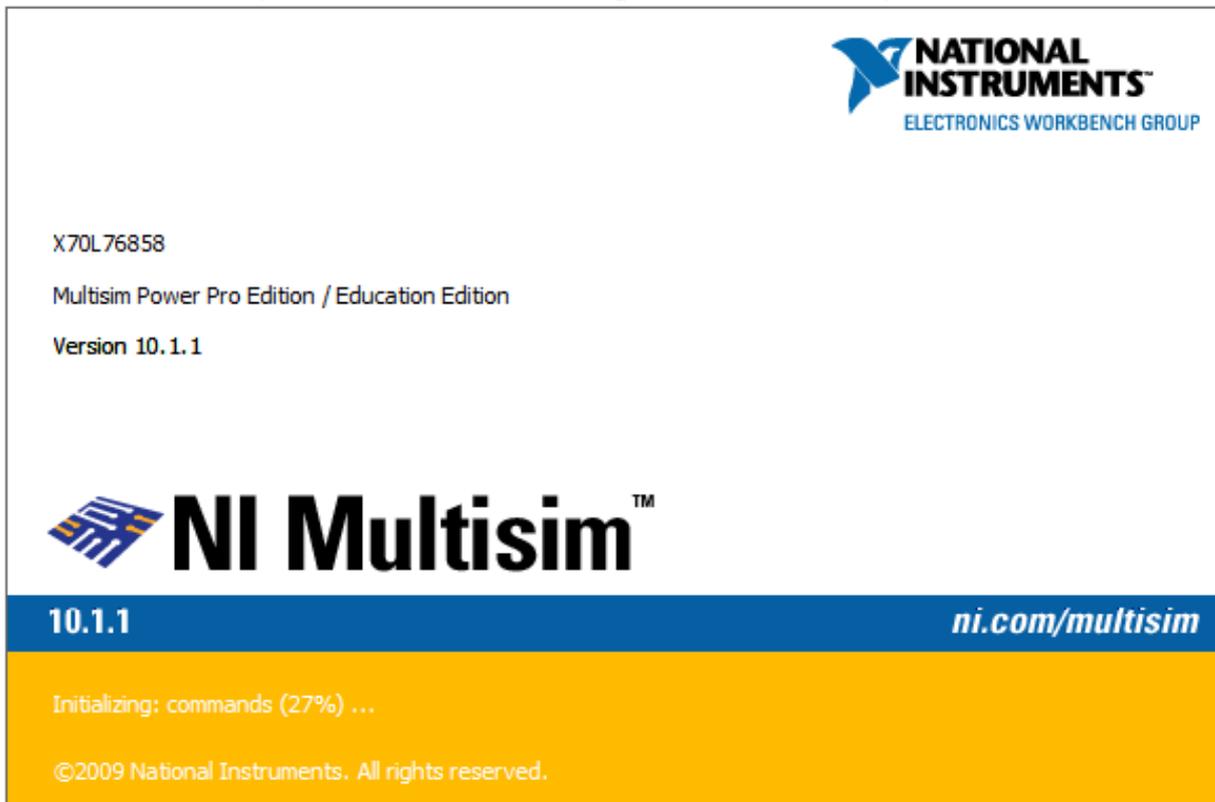
MÓDULO – I		CARGA HORÁRIA: 05h.
AULA 1	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Software Multisim e Circuito Simples. DURAÇÃO: 2 horas/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentar uma pequena introdução passo a passo do Software Multisim; ✓ Simular o funcionamento de um circuito elétrico simples utilizando o Software Multisim; ✓ Perceber a corrente elétrica como consequência da diferença de potencial e da resistência elétrica; ✓ Relacionar o aumento da corrente elétrica no circuito à diminuição da resistência elétrica equivalente; ✓ Verificar de que forma as grandezas físicas resistência elétrica, diferença de potencial e corrente elétrica se relacionam. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Computador; ✓ Projetor multimídia. <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Estudo prático dirigido em laboratório de Informática.</p> <p>AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 2	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Multímetro. DURAÇÃO: 2 horas/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilizar o Multímetro para medidas de resistência elétrica, corrente elétrica e tensão elétrica; ✓ Familiarizar com o instrumento e suas escalas. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord; ✓ Pilhas: 1,5 V (quatro); ✓ Resistores: 4,7 Ω, 47 Ω, 56 Ω, 100 Ω, 220 Ω, 330 Ω, 680 Ω, 1k Ω, 2,2k Ω, 8,2k Ω, 18k Ω, 68k Ω, 270k Ω, 390k Ω e 1,2M Ω; <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, fazendo medidas de resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica.</p> <p>AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 3	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Lei de Ohm. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar a lei de Ohm; ✓ Determinar a resistência elétrica através dos valores de tensão elétrica e corrente elétrica. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord; ✓ Resistores: 470 Ω, 1k Ω, 2,2k e 3,9k Ω; ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 12 V). <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, montando um circuito simples e fazendo medidas de resistência elétrica.</p> <p>AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	

MÓDULO – II		CARGA HORÁRIA: 04h.
AULA 4	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Software Multisim e Circuito Série. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir um circuito série utilizando o Software Multisim; ✓ Simular o funcionamento de um circuito série utilizando o Software Multisim; ✓ Analisar, utilizando o simulador, as medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica do circuito série; ✓ Perceber que a corrente que circular pelos resistores é a mesma; ✓ Perceber que a resistência equivalente aumenta quando mais um resistor é associado em série. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Computador; ✓ Projetor multimídia. <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Estudo prático dirigido em laboratório de Informática. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 5	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Software Multisim e Circuito Paralelo. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir um circuito paralelo utilizando o Software Multisim; ✓ Simular o funcionamento de um circuito Paralelo utilizando o Software Multisim; ✓ Analisar, utilizando o simulador, as medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica do circuito paralelo; ✓ Perceber que a diferença de potencial entre os extremos dos resistores é a mesma; ✓ Perceber que a resistência equivalente diminui quando mais um resistor é associado em paralelo. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Computador; ✓ Projetor multimídia. <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Estudo prático dirigido em laboratório de Informática. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 6	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Circuito Série e Circuito Paralelo. DURAÇÃO: 2 horas/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar a resistência equivalente de um circuito série e de um circuito paralelo; ✓ Constatar, experimentalmente, as propriedades relativas à tensão elétrica e corrente elétrica de cada circuito; ✓ Perceber que é necessário tratar os circuitos elétricos como um sistema. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord. ✓ Resistores: 200 Ω, 470 Ω, 820 Ω e 1,2k Ω; ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 12 V). <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, montando circuitos série e paralelo e fazendo medições das grandezas físicas. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	

MÓDULO – III		CARGA HORÁRIA: 03h.
AULA 7	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Software Multisim e Circuito Misto. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir um circuito misto utilizando o Software Multisim; ✓ Simular o funcionamento de um circuito misto utilizando o Software Multisim; ✓ Analisar, utilizando o simulador, as medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica do circuito misto; ✓ Identificar o comportamento da diferença de potencial nas extremidades dos resistores; ✓ Identificar qual é a corrente elétrica que passa em cada resistor. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Computador; ✓ Projetor multimídia. <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Estudo prático dirigido em laboratório de Informática. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 8	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Circuito Misto. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar em um circuito as associações série e paralelo; ✓ Determinar a resistência equivalente de um circuito misto; ✓ Identificar o comportamento da diferença de potencial nas extremidades dos resistores; ✓ Identificar qual é a corrente elétrica que passa em cada resistor; ✓ Tratar o circuito como um sistema. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord. ✓ Resistores: 120 Ω, 330 Ω, 390 Ω, 470 Ω, 680 Ω e 1,2k Ω; ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 12 V). <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, montando um circuito misto e fazendo as medições das grandezas físicas. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	
AULA 9	<p>PÚBLICO ALVO: alunos do 3º Ano do Ensino Médio. TEMA: Experimento: Potência Elétrica. DURAÇÃO: 1 hora/aula. OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Plotar a curva da potência elétrica em função da corrente elétrica de um resistor; ✓ Observar o Efeito Joule. <p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Multímetro, protobord; ✓ Resistores: 100 Ω / 1, 15 W e 100 Ω / 5 W; ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 10 V). <p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Aula prática experimental em laboratório de Física, montando um circuito e plotando a curva da potência elétrica em função da corrente elétrica de um resistor. AVALIAÇÃO: Verificar se os alunos desenvolveram cada item do tema proposto.</p>	

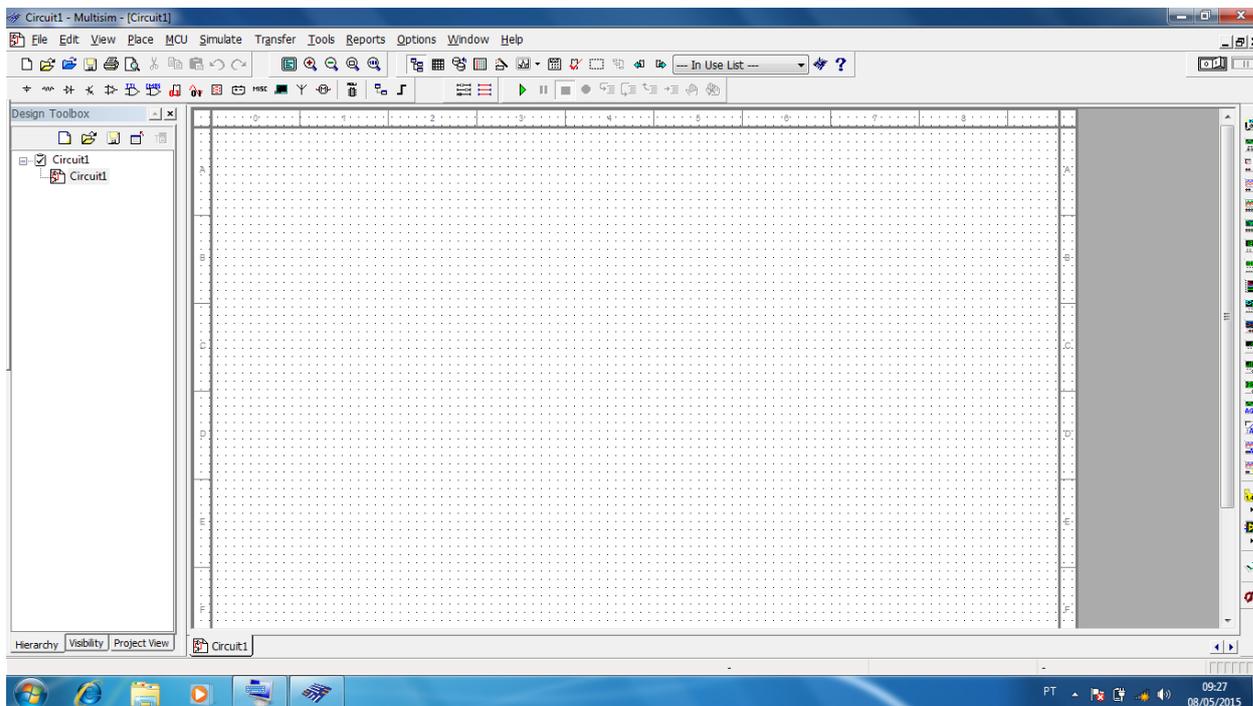
3 O Software Multisim

Figura 22 - Versão do *Multisim* que utilizaremos neste guia



Fonte: Produção própria

Figura 23 - Tela inicial do ambiente do *Multisim*



Fonte: Produção própria

O Multisim é um software para captura de esquemas, simulação e análise de circuitos eletrônicos. Com enfoque integrado para projetos eletrônicos de controle e potência, foi criado pela National Instruments para ajudar o profissional da área técnica a desenvolver de maneira rápida, simples e com menor custo projetos que englobam principalmente a eletrônica e o controle de automação.

O Multisim é o melhor ambiente avançado de simulação SPICE padrão da indústria. Em todo o mundo, educadores usam o Multisim para ensinar teoria eletrônica, e engenheiros o utilizam em vários segmentos da indústria para projetar e prototipar circuitos. Baixe gratuitamente uma versão de avaliação específica para sua área de conhecimento. <http://www.ni.com/multisim/pt/>

Dentro do ambiente de trabalho, a preparação para montagem e simulação dos circuitos é simples e fácil.

O Multisim é o primeiro simulador de circuitos interativo do mundo. Não é preciso ser um especialista em SPICE para poder usá-lo.

As netlists e comandos SPICE são utilizadas automaticamente sem que o operador precise conhecê-las, como ocorre com outros programas mais antigos de simulação.

Uma outra característica muito importante é que o circuito pode ser modificado durante a simulação, de modo a permitir que o projetista veja o que acontece quando isso é feito.

A simulação é interativa e animada, o que possibilita à melhor interpretação dos resultados obtidos e conseqüentemente uma aplicabilidade mais concisa do projeto.

Os instrumentos são virtuais, possibilitando à análise de gráficos e medidas de maneira fácil, barata e rápida.

O Multisim se apresenta como uma ferramenta de análise comportamental de circuitos eletrônicos, combinando recursos intuitivos e facilidades de utilização com o padrão industrial de simulação SPICE em um único ambiente integrado, abstraindo as complexidades e dificuldades de simulação tradicional. (MULTISIM, 2011).

Segundo Braga (2011, p. 10) “o MULTISIM é capaz de verificar erros antes que eles se propaguem pelo projeto, essa verificação é feita através de um conjunto amplo de instrumentos virtuais que indicam formas de ondas, sinais, tensões e correntes, além da própria posta de frequência de um circuito”.

Os circuitos elétricos criados no Multisim podem ser confeccionados pelos próprios alunos, numa perspectiva expressiva, quanto também os alunos podem usar os circuitos feitos pelo professor, numa perspectiva exploratória.

4 Roteiro de Atividades

4.1 Atividade 1 – Software Multisim e Circuito Simples

Atividade com utilização de software – Eletrodinâmica

Usaremos nas próximas atividades o software Multisim. Ele se encontra instalado para uso em todos os computadores do Laboratório de Informática.

4.1.1 Objetivos:

- ✓ Apresentar uma pequena introdução passo a passo do Software Multisim;
- ✓ Simular o funcionamento de um circuito elétrico simples utilizando o Software Multisim;
- ✓ Perceber a corrente elétrica como consequência da diferença de potencial e da resistência elétrica;
- ✓ Relacionar o aumento da corrente elétrica no circuito à diminuição da resistência elétrica equivalente.
- ✓ Verificar de que forma as grandezas físicas resistência elétrica, diferença de potencial e corrente elétrica se relacionam.

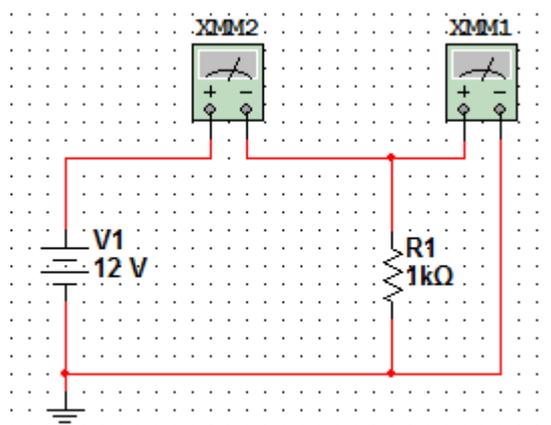
4.1.2 Material Utilizado:

- ✓ Computador;
- ✓ Projetor Multimídia.

4.1.3 Procedimento Prático:

1. Para essa atividade de introdução, será montado o circuito simples (mostrado na Figura 24).

Figura 24 - Circuito simples



Fonte: Produção própria

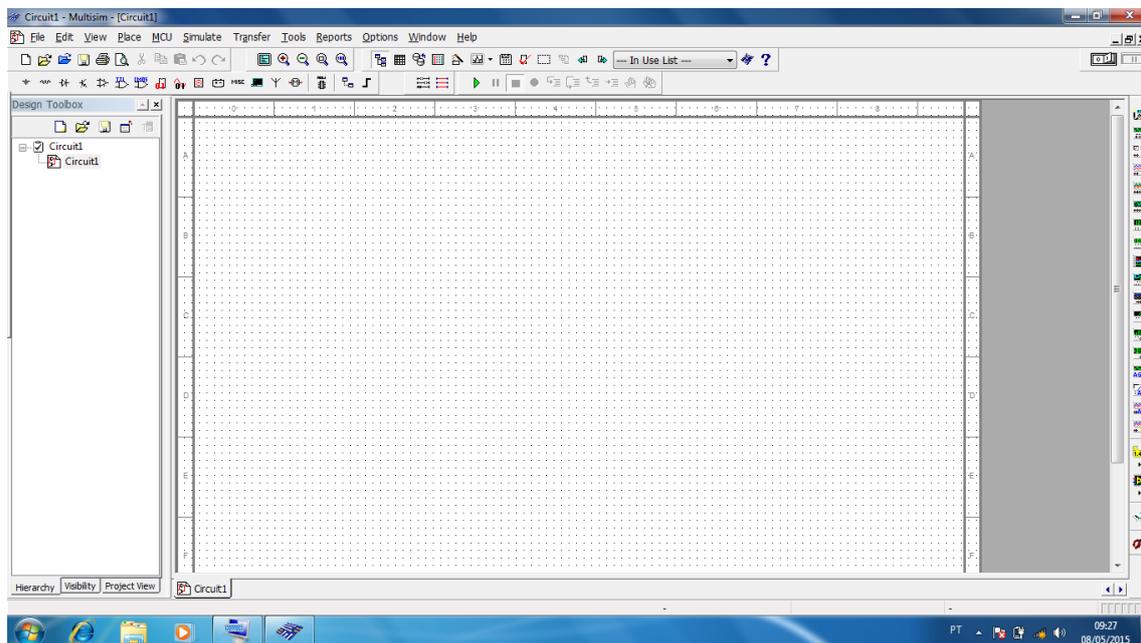
2. **Passo 1:** Abrir o Multisim.

Comece desenhando o esquemático no ambiente Multisim.

1. Selecione Iniciar » Todos os Programas » National Instruments » Circuit Design Suite 10.1.1 » Multisim 10.1.1 para abrir o Multisim.

2. Multisim abre mostrando o ambiente de criação e simulação padrão.

Figura 25 - O ambiente Multisim

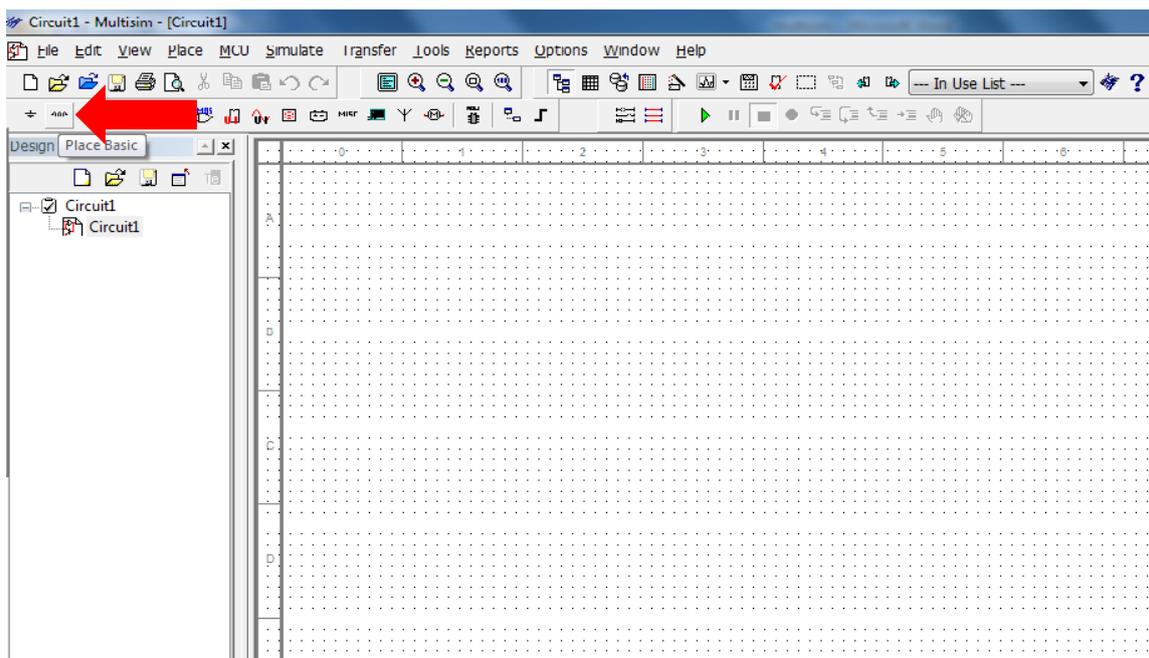


Fonte: Produção própria

Há duas tarefas fundamentais no projeto de um circuito: a inserção de componentes e a conexão destes componentes para criar um projeto completo.

3. Para seleccionar um componente, clique no ícone **Place Basic** (como mostrado na Figura 26).

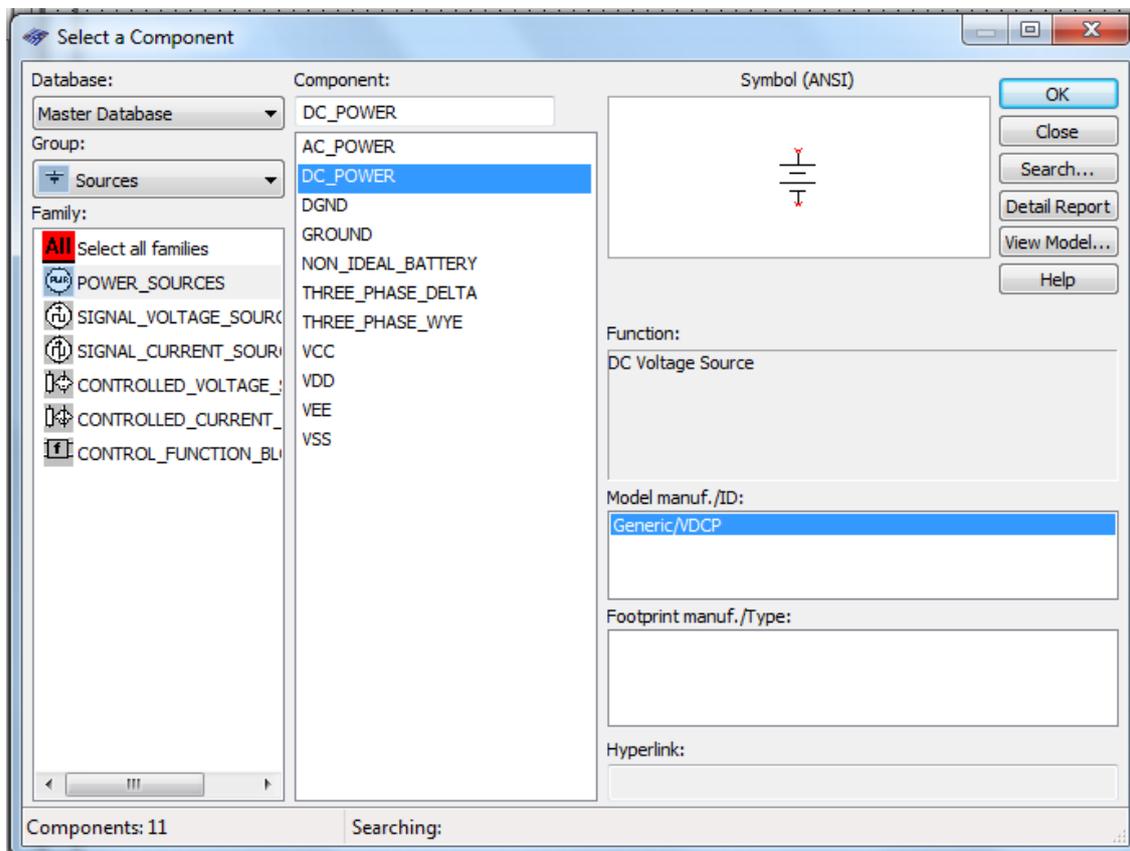
Figura 26 - Ambiente do Multisim. "Place Basic"



Fonte: Produção própria.

4. A caixa de diálogo "**Selecione um Componente**" aparece como mostrado na Figura 27.

Figura 27 - Caixa de diálogo "Selecione um Componente"



Fonte: Produção própria

A caixa de diálogo "Selecione um Componente" organiza o banco de dados dos componentes em três níveis lógicos. O "Banco de Dados Principal" contém todos os componentes integrados em um formato de apenas leitura. O "Banco de Dados Corporativo" é o lugar onde se salva os componentes personalizados para ser compartilhado com outros projetistas (através de uma coleção na rede e assim por diante). Finalmente, o "Banco de Dados do Usuário" é onde estão salvos os componentes personalizados que podem ser usados apenas por um projetista específico.

Pontos adicionais

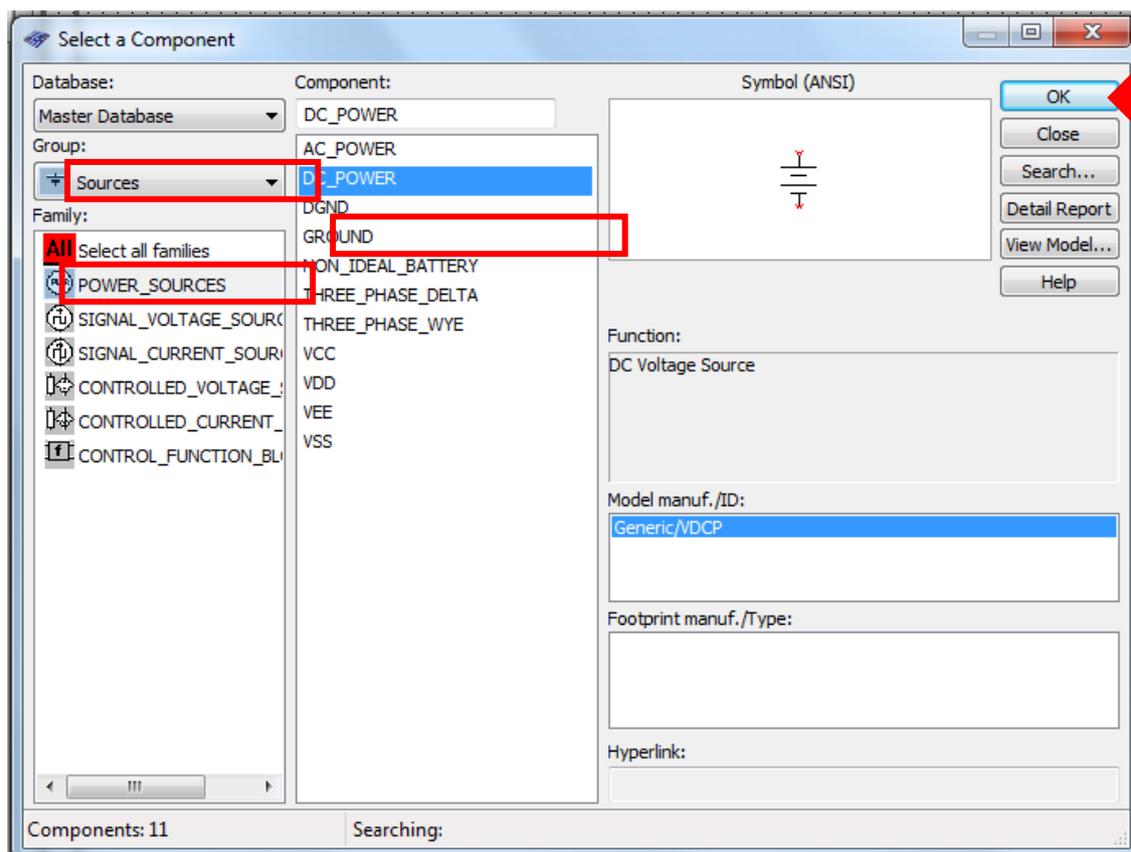
- ✓ Os componentes (ou partes) estão organizados em Grupos e Famílias para intuitiva e logicamente agrupar componentes e tornar a procura mais fácil e efetiva.
- ✓ A caixa de diálogo de seleção de componentes exibe o nome do componente, símbolo, descrição funcional, modelo e o Footprint, tudo em uma única tela de informação.

3. Passo 2: Insira os componentes

Para realizar uma simulação, será necessária uma fonte de alimentação e um terra em algum lugar do seu circuito para ter as devidas referências de tensão e corrente na simulação do circuito.

5. Para inserir um Terra (Ground), selecione o grupo Sources e destaque a família POWER_SOURCES.
6. Selecione o componente GROUND (como mostrado na Figura 28).
7. Clique **OK**.
8. A janela de seleção de componente fecha temporariamente e o símbolo do terra é atrelado ao ponteiro do mouse.
9. Mova o mouse para o local apropriado no esquemático e clique com o botão esquerdo para colocar o componente.

Figura 28 - Colocando um símbolo de Terra (Ground)



Fonte: Produção própria

Para inserir uma fonte de alimentação CC (DC power supply):

10. Selecione o grupo Sources novamente e destaque a família POWER_SOURCES (caso não esteja destacado da seleção anterior).
11. Selecione o símbolo chamado DC_POWER.
12. Insira uma fonte de alimentação CC (DC power supply) no esquemático.

Pontos adicionais

- ✓ Sem uma alimentação e um terra a simulação não pode executar.
- ✓ Se necessitar múltiplos componentes pode-se repetir os passos de colocação como mostrado acima ou usar a técnica de copiar (Ctrl-C) e colar (Ctrl-V) para colocar componentes adicionais conforme a necessidade.

- ✓ Por padrão, a caixa de seleção de componentes fica surgindo na tela até que a tarefa de colocação de componentes tenha sido terminada. Feche a janela para retornar para a janela do esquemático. Pode-se mudar esta configuração na caixa de diálogo global preferences.

Agora insira o resistor do circuito usando as técnicas vistas nos passos anteriores.

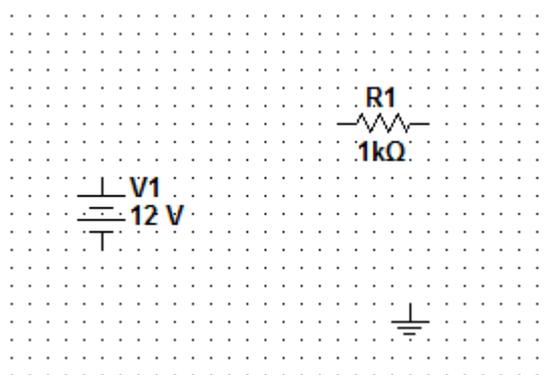
13. Selecione o grupo Basic e a família Resistor.

14. No campo Componente, digite 1k para selecionar um resistor de 1 k Ω .

15. Pode-se rotacionar o componente antes de inserir usando a tecla de atalho <Ctrl-R> no teclado quando o componente é atrelado ao mouse. Uma vez rotacionado, insira o componente

Neste ponto, o esquemático deve parecer com algo parecido à Figura 29:

Figura 29 - Projeto até o momento



Fonte: Produção própria

4. **Passo 3:** Conecte os componentes

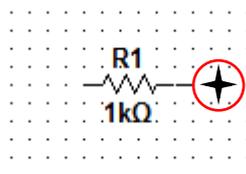
O Multisim é um ambiente de conexão modal. Isto significa que o Multisim determina a funcionalidade da ferramenta no mouse pela posição deste. Não há necessidade de retornar para o menu para selecionar entre inserção, conexão e ferramentas de edição.

16. Para começar a conexão, mova o mouse próximo a um pino do componente.

17. O mouse aparece como uma cruz em vez do ponteiro padrão do Windows, como mostrada na Figura 30.

18. Insira a junção inicial do fio clicando no terminal do componente (neste caso, no terminal do resistor).

Figura 30 - Conecte um resistor

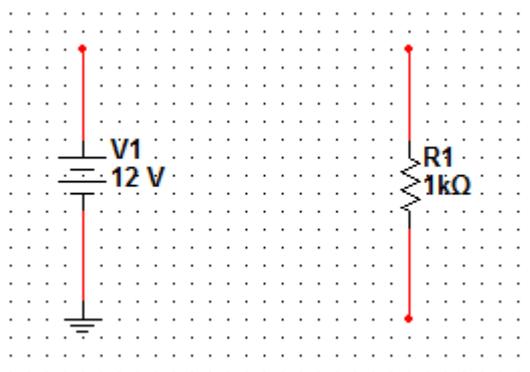


Fonte: Produção própria

19. Complete as conexões movendo o mouse para o outro terminal ou apenas de um duplo clique para fixar o ponto de terminação do fio de forma flutuante em um local qualquer na janela esquemática.

20. Complete a fiação como mostrada na Figura 31. Não se preocupe com os rótulos de números nos fios (também chamado de nets).

Figura 31 - Conecte os componentes

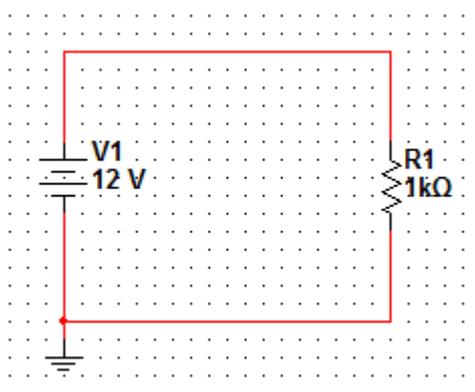


Fonte: Produção própria

21. O último passo chave é conectar os fios (nets) para os terminais da fonte de alimentação (DC Power Sources) para os trilhos positivo e negativo através de conexão virtual.

O circuito deve parecer com a Figura 32.

Figura 32 - Complete o esquemático



Fonte: Produção própria

5. Passo 4: Insira instrumentos de medição

Uma simulação interativa do Multisim está pronta para executar; no entanto, é necessária uma forma de visualizar os dados. O Multisim fornece instrumentos para visualizar as medidas simuladas.

Os instrumentos podem ser encontrados na barra de ferramentas à **direita** e são indicados pelos ícones da Figura 33.

Figura 33 - Barra de ferramentas de Instrumentos



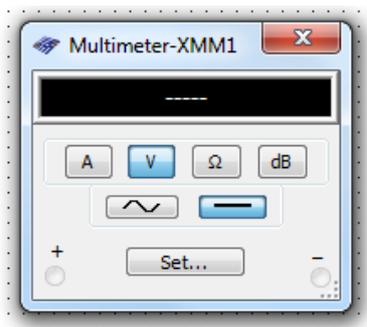
Fonte: Produção própria

22. Selecione o instrumento multímetro (instrumento com múltipla funções) do menu (primeiro ícone na esquerda) e insira este no esquemático da mesma forma que faria com qualquer outro componente do Multisim.

A simulação de um circuito consiste em medir correntes, tensões, potências, ver formas de onda e outras propriedades de um circuito. No caso do nosso circuito, vamos medir a corrente e a tensão no resistor, para isso devemos inserir instrumentos adequados. Os principais instrumentos usados em CC são: voltímetro, amperímetro, ohmímetro e wattímetro. Para medir corrente inserimos um amperímetro em série com o circuito. Para medir tensão inserimos um voltímetro em paralelo com a resistência ou os pontos de medida.

A sua função default é como voltímetro. Para usar como amperímetro, ohmímetro ou decibelímetro devemos fazer a seleção de função como na Figura 34.

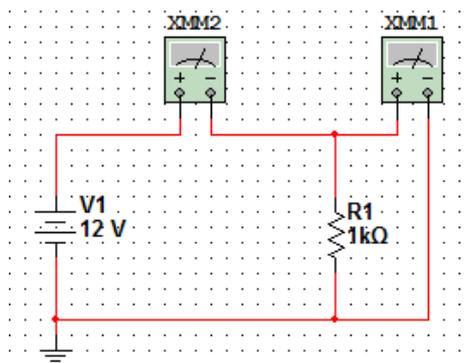
Figura 34 - Multímetro configurado como voltímetro



Fonte: Produção própria

23. Insira um multímetro com a função amperímetro no esquemático.
 24. Insira um multímetro com a função voltímetro no esquemático.
 25. Conecte o amperímetro em série com o circuito.
 26. Conecte o voltímetro em paralelo com o resistor.
- O circuito deve parecer com a Figura 35.

Figura 35 - Pronto para simular



Fonte: Produção própria

6. **Passo 5:** Execute a simulação

É simples começar a execução e visualizar a simulação interativa no Multisim.

27. Pressione o botão verde de execução na barra de ferramentas de simulação como mostrado na Figura 36.

28. Dê um duplo clique nos multímetros no esquemático. Assim é possível visualizar as medidas de simulação na interface dos multímetros (Figura 37).

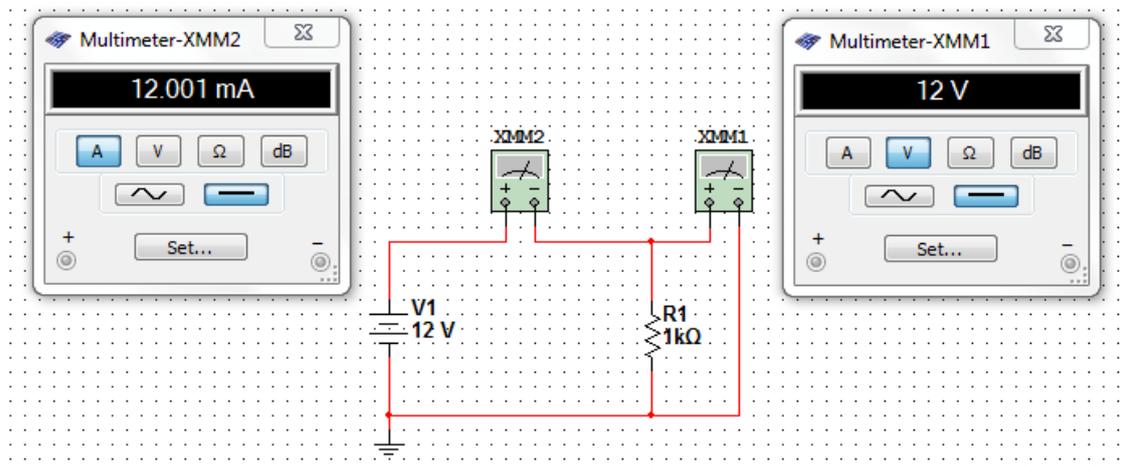
26. Para parar a simulação, pressione o botão vermelho na barra de ferramentas de simulação (Figura 36).

Figura 36 - Barra de ferramentas de Simulação



Fonte: Produção própria

Figura 37 - Visualizando a simulação no multímetro



Fonte: Produção própria

Você acaba de construir, simular e analisar com sucesso um circuito usando Multisim.

4.2 Atividade 2 – Multímetro

Atividade Experimental – Eletrodinâmica

4.2.1 Objetivos:

- ✓ Utilizar o Multímetro para medidas de resistência elétrica, corrente elétrica e tensão elétrica;
- ✓ Familiarizar com o instrumento e suas escalas.

4.2.2 Fundamentação Teórica:

Como o próprio nome sugere, o MULTÍMETRO é o equipamento utilizado para fazer a medição de várias grandezas elétricas. Desta forma este equipamento realiza, no mínimo, a medição das três grandezas básicas de eletricidade - tensão, corrente e resistência elétrica.

A parte responsável pela medição da resistência elétrica é chamada de OHMÍMETRO. A parte responsável pela medição da corrente elétrica é chamada de AMPERÍMETRO. Já a parte responsável pela medição da tensão elétrica é chamada de VOLTÍMETRO.

A Figura 38 mostra o multímetro digital disponível em nosso laboratório.

Figura 38 - Multímetro

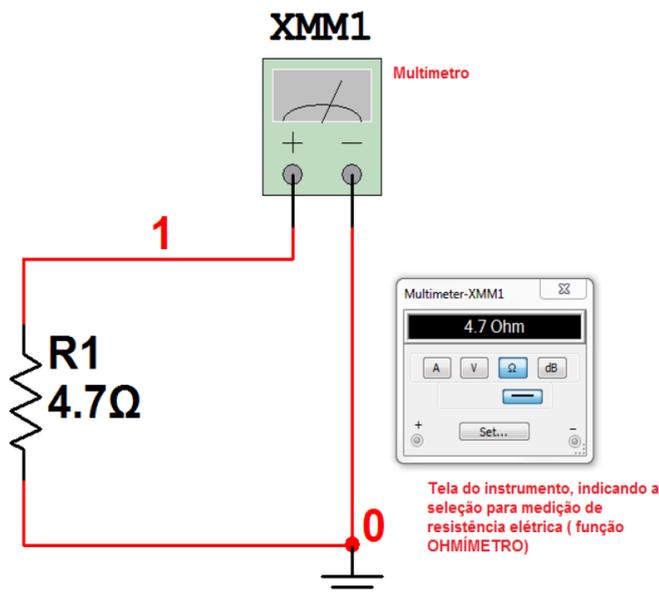


Fonte: Produção própria

Ao ligar o equipamento, deve-se selecionar primeiramente qual das funções deseja-se utilizar, de acordo com a grandeza a ser medida. Deve-se também escolher a escala de medição correta para realização das medições.

Para a medição da resistência elétrica em um circuito, o mesmo deve estar desenergizado (desconectado da fonte de tensão). Assim, seus terminais devem ser ligados entre os pontos onde se deseja medir a resistência. A Figura 39 mostra um multímetro operando na função ohmímetro.

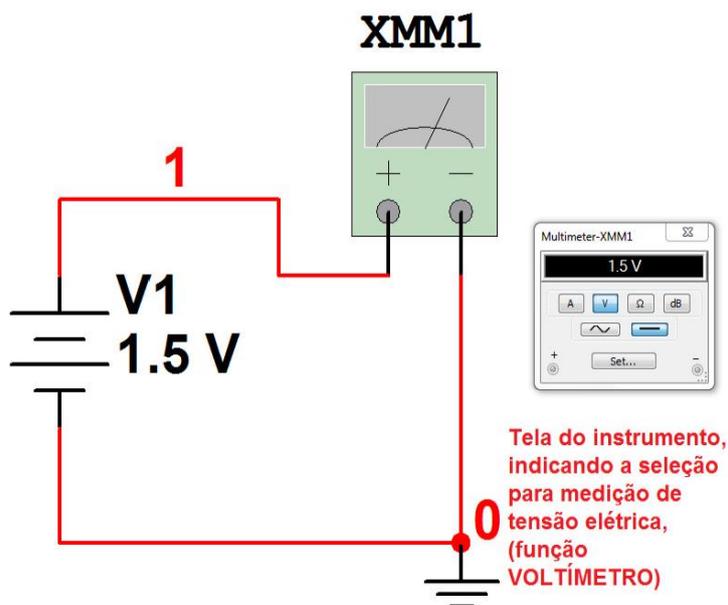
Figura 39 - Ohmímetro



Fonte: Produção própria

Para a medição da tensão elétrica em um circuito, deve-se conectar os terminais do voltímetro diretamente sobre os pontos onde se deseja saber a tensão a ser medida. O voltímetro ideal é aquele que possui resistência interna infinita. Na prática, a resistência interna de um voltímetro possui um valor alto, não interferindo na medição do circuito onde está conectado. A Figura 40 mostra um multímetro operando na função voltímetro.

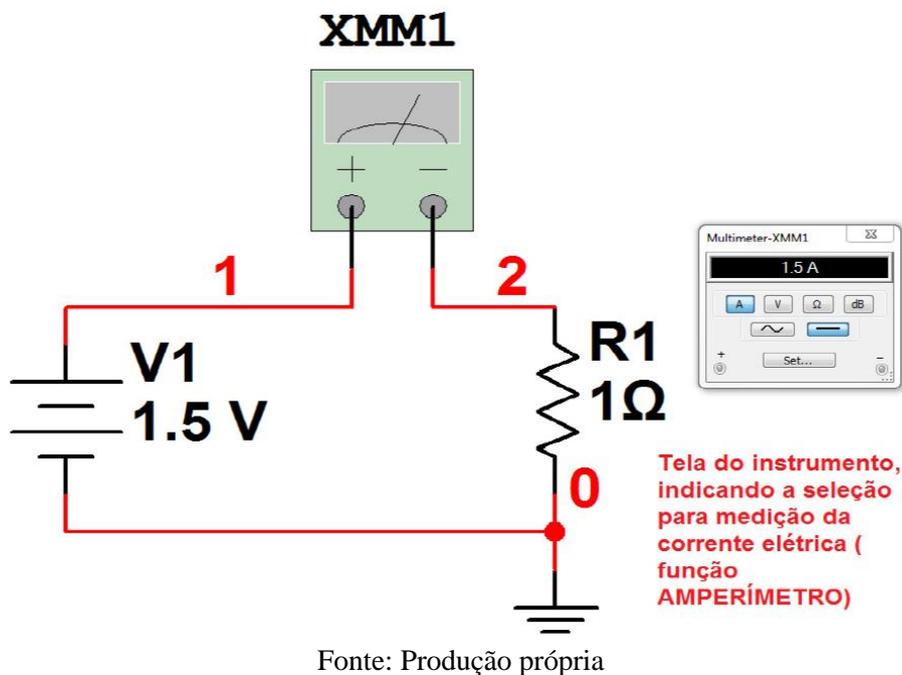
Figura 40 - Voltímetro



Fonte: Produção própria

Para a medição da corrente elétrica, deve-se compreender que a mesma deve circular pelo interior do instrumento. Para tanto é preciso interromper o circuito, no ponto onde se deseja medir a corrente, intercalando o amperímetro, observando a polaridade correta. O amperímetro ideal é aquele que possui resistência interna nula, não influenciando no circuito a ser medido. Na prática, a sua resistência interna possui um valor baixo. A Figura 41 mostra um multímetro operando na função amperímetro.

Figura 41 - Amperímetro



4.2.3 Material Utilizado:

- ✓ Multímetro;
- ✓ Protobord;
- ✓ Resistores: 4,7 Ω, 47 Ω, 56 Ω, 100 Ω, 220 Ω, 330 Ω, 680 Ω, 1k Ω, 2,2k Ω, 8,2k Ω, 18k Ω, 68k Ω, 270k Ω, 390k Ω e 1,2M Ω;
- ✓ Pilhas: 1,5 V (quatro).

4.2.4 Procedimento Prático:

1. Meça cada resistor e anote os valores na Tabela 2. Em cada medida, coloque a chave seletora em todas as posições, escolhendo uma de melhor conveniência para leitura, não se esquecendo de ajustar o zero.
2. Leia e anote para cada resistor sua tolerância.
3. Compare os valores medidos com os valores nominais. Calcule o desvio percentual e anote no quadro.

$$\Delta R\% = \frac{|V_n - V_m|}{V_n} \cdot 100$$

Tabela 2 - Tabela de leitura de valores das resistências

VALOR NOMINAL (Vn)	TOLERÂNCIA	VALOR MEDIDO (Vm)	POSIÇÃO DA ESCALA	$\Delta R\%$
4,7 Ω				
56 Ω				
330 Ω				
2,2k Ω				
8,2k Ω				
18k Ω				
68k Ω				
270k Ω				
390k Ω				
1,2M Ω				

Fonte: Produção própria

4. Meça a tensão de cada pilha e anote seu valor na Tabela 3. Anote também a posição da chave seletora, utilizada na leitura.

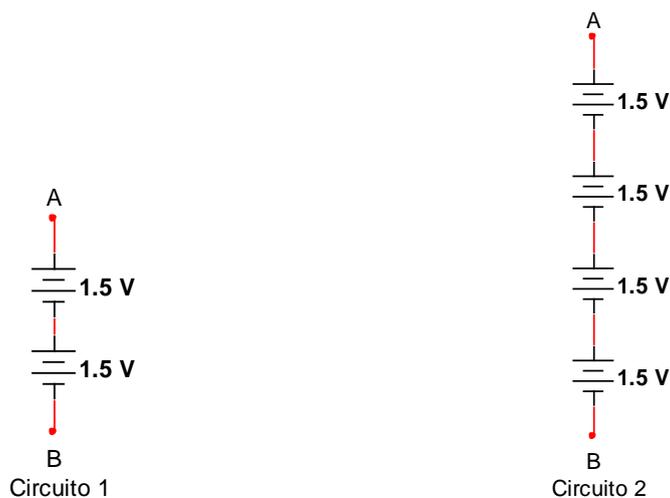
Tabela 3 - Tabela de leitura de valores das tensões

	VALOR MEDIDO	POSIÇÃO DA CHAVE SELETORA
PILHA 1		
PILHA 2		
PILHA 3		
PILHA 4		

Fonte: Produção própria

5. Associe as pilhas, conforme a Figura 42.

Figura 42 - Circuitos



Fonte: Produção própria

6. Meça a tensão entre os pontos A e B, anotando os resultados na Tabela 4.

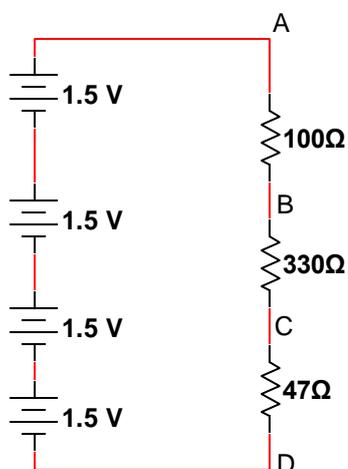
Tabela 4 - Tabela de leitura de valores das tensões nos circuitos

	VAB MEDIDO	POSIÇÃO DA CHAVE SELETORA
CIRCUITO 1		
CIRCUITO 2		

Fonte: Produção própria

7. Monte o circuito da Figura 43.

Figura 43 - Circuitos



Fonte: Produção própria

8. Meça e anote as tensões entre os pontos, conforme a Tabela 5. Anote a posição da chave seletora.

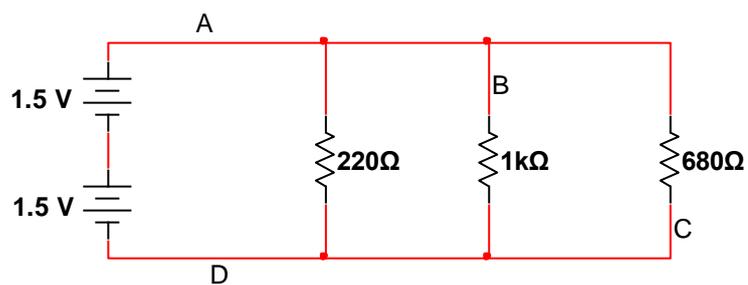
Tabela 5 - Tabela de leitura de valores das tensões no circuito

VALORES DE TENSÃO	VALOR MEDIDO	POSIÇÃO DA CHAVE SELETORA
VAB		
VBC		
VCD		
VAD		

Fonte: Produção própria

9. Monte o circuito da Figura 44. Meça e anote as correntes nos pontos indicados, conforme a Tabela 6. Anote a posição da chave seletora.

Figura 44 - Circuito



Fonte: Produção própria

10. Meça e anote as correntes nos pontos indicados, conforme a Tabela 6. Anote a posição da chave seletora.

Tabela 6 - Tabela de leitura de valores das correntes no circuito

	VALOR MEDIDO	POSIÇÃO DA CHAVE SELETORA
PONTO A		
PONTO B		
PONTO C		

Fonte: Produção própria

4.3 Atividade 3 – Lei de Ohm

Atividade Experimental – Eletrodinâmica

4.3.1 Objetivos:

- ✓ Verificar a lei de Ohm;
- ✓ Determinar a resistência elétrica através dos valores de tensão elétrica e corrente elétrica.

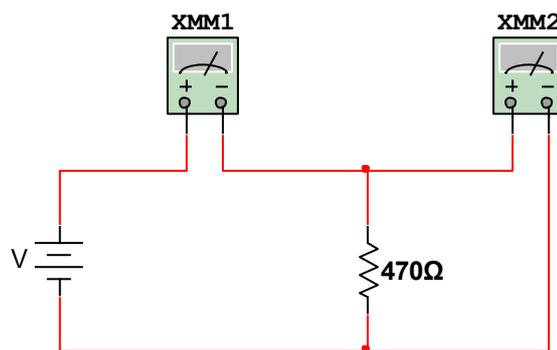
4.3.2 Material Utilizado:

- ✓ Multímetro;
- ✓ Protobord;
- ✓ Resistores: 470 Ω , 1k Ω , 2,2k e 3,9k Ω ;
- ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 12 V).

4.3.3 Procedimento Prático:

1. Monte o circuito da Figura 45.

Figura 45 - Circuito



Fonte: Produção própria

2. Varie a tensão da fonte, conforme a Tabela 7. Para cada valor de tensão ajustada, meça e anote o valor da corrente.

Tabela 7 - Tabela de leitura de valores das correntes no circuito

	R = 470 Ω	R = 1k Ω	R = 2,2k Ω	R = 3,9k Ω
V (V)	I (mA)	I (mA)	I (mA)	I (mA)
0				
2				
4				
6				
8				
10				
12				

Fonte: Produção própria

3. Repita os itens 1 e 2 para os outros valores de resistência, anotadas na Tabela 7.

4.4 Atividade 4 – Software Multisim e Circuito Série

Atividade com Utilização de Software – Eletrodinâmica

Usaremos nas próximas atividades o software Multisim. Ele se encontra instalado para uso em todos os computadores do Laboratório de Informática.

4.4.1. Objetivos:

- ✓ Construir um circuito série utilizando o Software Multisim;
- ✓ Simular o funcionamento de um circuito série utilizando o Software Multisim;
- ✓ Analisar, utilizando o simulador, as medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica do circuito série;
- ✓ Perceber que a corrente que circular pelos resistores é a mesma;
- ✓ Perceber que a resistência equivalente aumenta quando mais um resistor é associado em série.

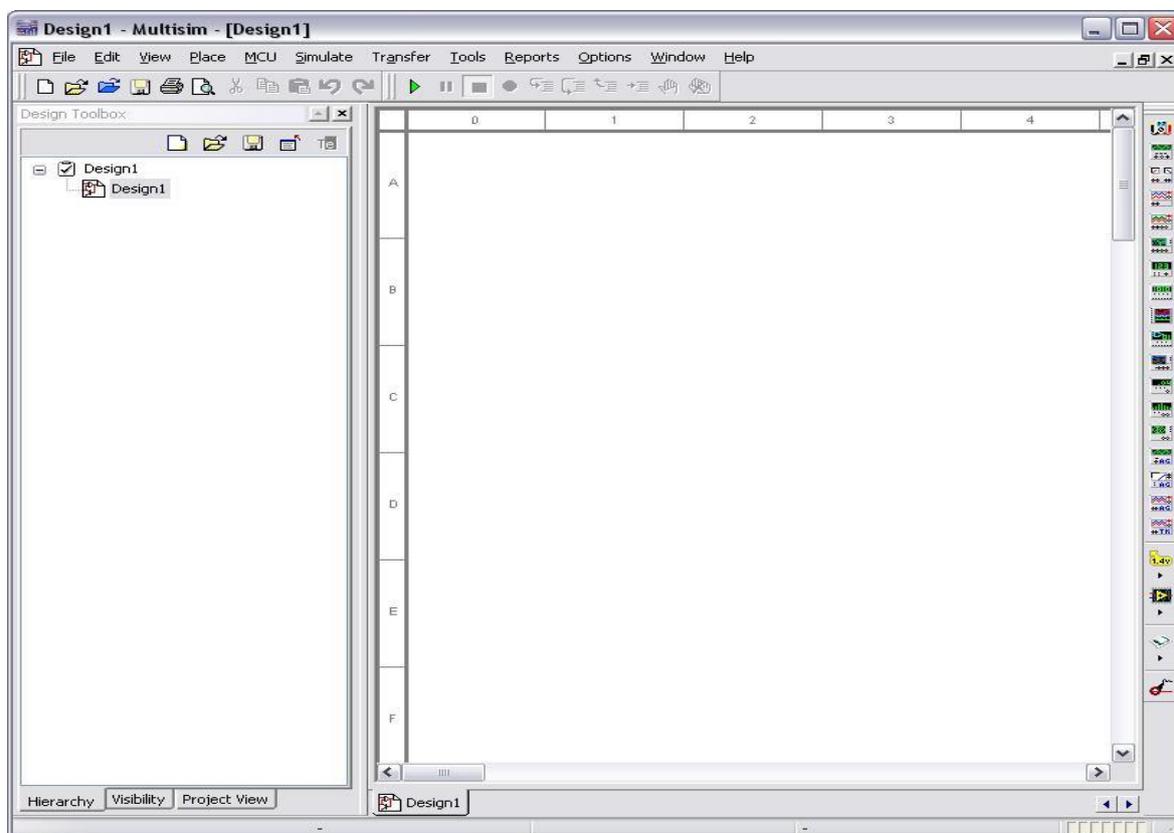
4.4.2 Material Utilizado:

- ✓ Computador;
- ✓ Projetor Multimídia.

4.4.3 Procedimento Prático:

1. Abra o Software Multisim.

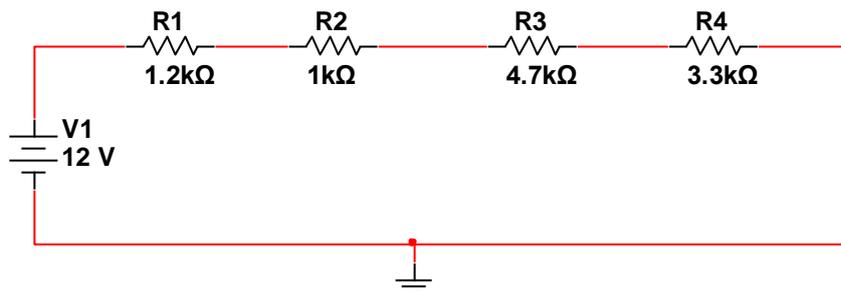
Figura 46 - O ambiente Multisim



Fonte: Produção própria

2. O circuito montado será o mostrado na Figura 47.

Figura 47 - Circuito série

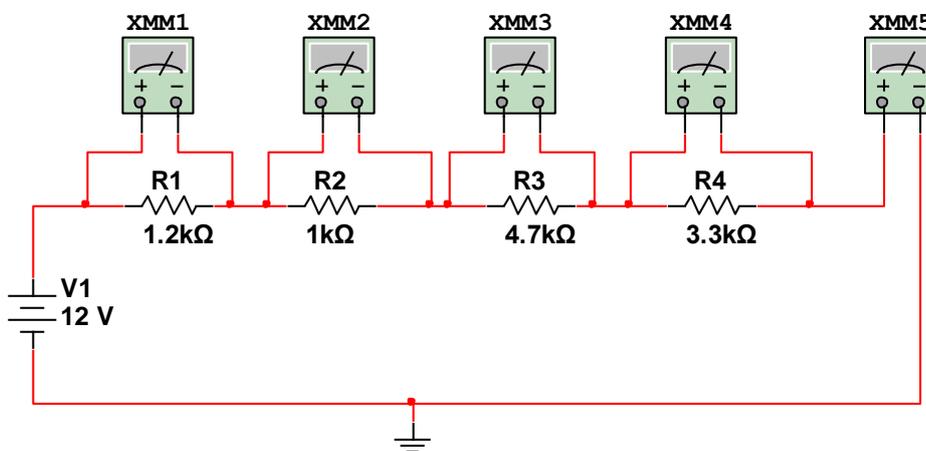


Fonte: Produção própria

3. Insira os componentes do circuito série.
4. Conecte os componentes.
5. Insira a fonte de tensão do circuito série.
6. Insira um multímetro com a função voltímetro em cada resistor do circuito série.
Obs.: Conecte o voltímetro em paralelo com o resistor.
7. Insira um multímetro com a função amperímetro no circuito série.
Obs.: Conecte o amperímetro em série com o circuito.
8. Insira o terra no circuito série.

O circuito deve parecer com a Figura 48.

Figura 48 - Pronto para simular



Fonte: Produção própria

9. Execute e visualize a simulação interativa no Multisim.
10. Simule o circuito série e observe os resultados.
11. Dê um duplo clique nos multímetros no circuito série. Assim é possível visualizar as medidas de simulação na interface dos multímetros.
12. Para parar a simulação, pressione o botão vermelho na barra de ferramentas de simulação.

4.5 Atividade 5 – Software Multisim e Circuito Paralelo

Atividade com Utilização de Software – Eletrodinâmica

Usaremos nas próximas atividades o software Multisim. Ele se encontra instalado para uso em todos os computadores do Laboratório de Informática.

4.5.1 Objetivos:

- ✓ Construir um circuito paralelo utilizando o Software Multisim;
- ✓ Simular o funcionamento de um circuito Paralelo utilizando o Software Multisim;
- ✓ Analisar, utilizando o simulador, as medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica do circuito paralelo;
- ✓ Perceber que a diferença de potencial entre os extremos dos resistores é a mesma;
- ✓ Perceber que a resistência equivalente diminui quando mais um resistor é associado em paralelo.

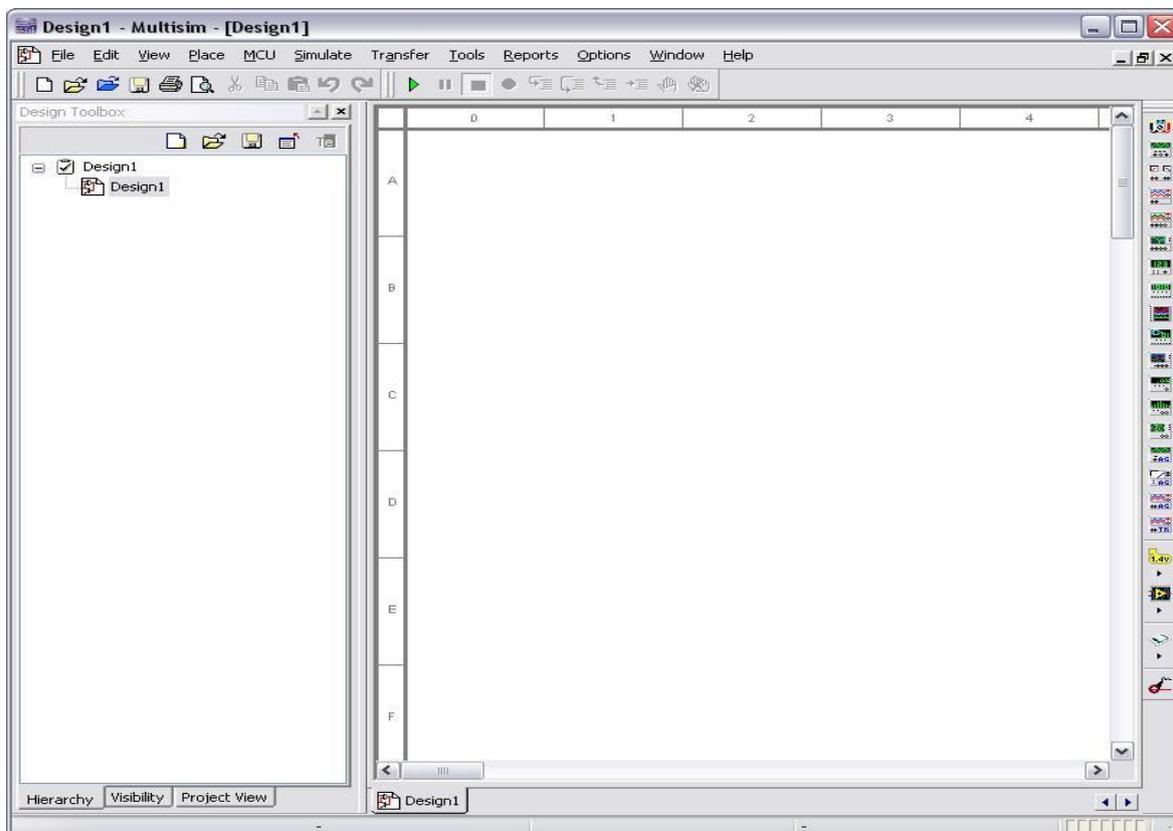
4.5.2 Material Utilizado:

- ✓ Computador;
- ✓ Projetor Multimídia.

4.5.3 Procedimento Prático:

1. Abra o Software Multisim.

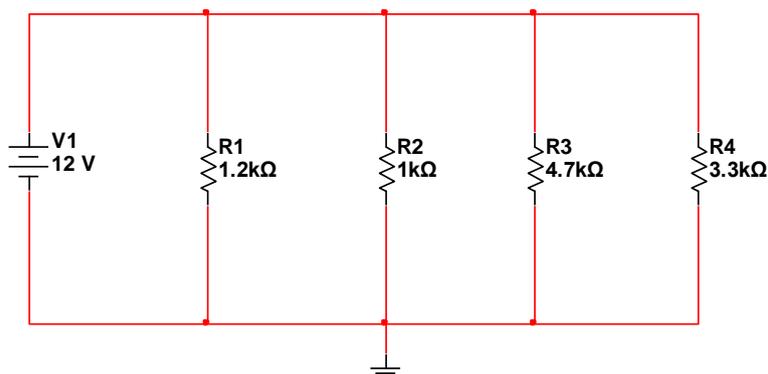
Figura 49 - O ambiente Multisim



Fonte: Produção própria

2. O circuito montado será o mostrado na Figura 50.

Figura 50 - Circuito paralelo



Fonte: Produção própria

3. Insira os componentes do circuito paralelo.

4. Conecte os componentes.

5. Insira a fonte de tensão do circuito paralelo.

6. Insira um multímetro com a função voltímetro no resistor de 1 kΩ do circuito paralelo.

Obs.: Conecte o voltímetro em paralelo com o resistor.

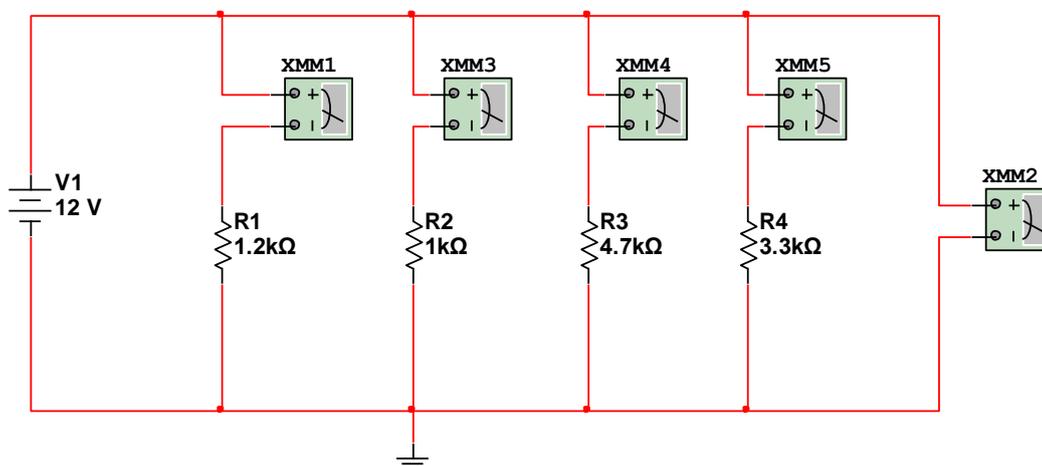
7. Insira um multímetro com a função amperímetro em cada resistor do circuito paralelo.

Obs.: Conecte o amperímetro em série com o resistor.

8. Insira o terra no circuito paralelo.

O circuito deve parecer com a Figura 51.

Figura 51 - Pronto para simular



Fonte: Produção própria

9. Execute e visualize a simulação interativa no Multisim.

10. Simule o circuito paralelo e observe os resultados.

11. Dê um duplo clique nos multímetros no circuito paralelo. Assim é possível visualizar as medidas de simulação na interface dos multímetros.

12. Para parar a simulação, pressione o botão vermelho na barra de ferramentas de simulação.

4.6 Atividade 6 – Circuito Série e Circuito Paralelo

Atividade Experimental – Eletrodinâmica

4.6.1 Objetivos:

- ✓ Determinar a resistência equivalente de um circuito série e de um circuito paralelo;
- ✓ Constatar, experimentalmente, as propriedades relativas à tensão elétrica e corrente elétrica de cada circuito;
- ✓ Perceber que é necessário tratar os circuitos elétricos como um sistema.

4.6.2 Material Utilizado:

- ✓ Multímetro;
- ✓ Protoborb;
- ✓ Resistores: $200\ \Omega$, $470\ \Omega$, $820\ \Omega$ e $1,2\text{k}\ \Omega$;
- ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 12 V).

4.6.3 Procedimento Prático:

1. Monte o circuito da Figura 52.

Figura 52 - Circuito



Fonte: Produção própria

2. Meça e anote na Tabela 8, a resistência equivalente entre os pontos A e E.

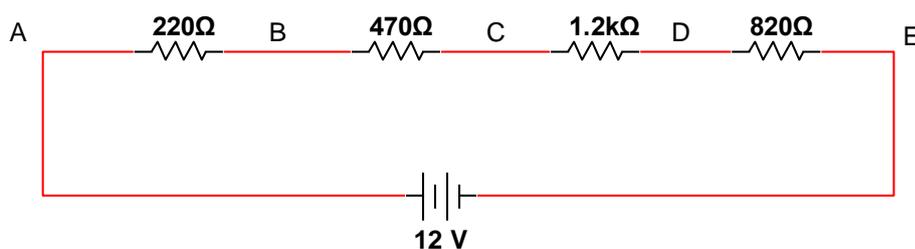
Tabela 8 - Tabela de leitura de valores da resistência no circuito

RESISTÊNCIA EQUIVALENTE AE MEDIDO	RESISTÊNCIA EQUIVALENTE AE CALCULADO

Fonte: Produção própria

3. Ajuste a fonte variável para 12 V e alimente o circuito, conforme a Figura 53.

Figura 53 - Circuito



Fonte: Produção própria

4. Meça as correntes em cada ponto do circuito, a tensão em cada resistor e anote os resultados nas Tabelas 9e 10, respectivamente.

Tabela 9 - Tabela de leitura de valores de correntes no circuito

IA	IB	IC	ID	IE

Fonte: Produção própria

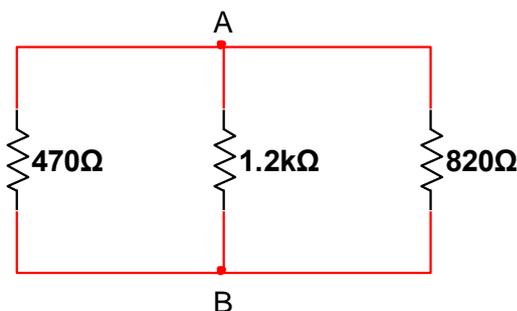
Tabela 10 - Tabela de leitura de valores de tensões no circuito

R (Ω)	220	470	1,2k	820
V (V)				

Fonte: Produção própria

5. Monte o circuito da Figura 54.

Figura 54 - Circuito



Fonte: Produção própria

6. Meça e anote na Tabela 11, a resistência equivalente entre os pontos A e B.

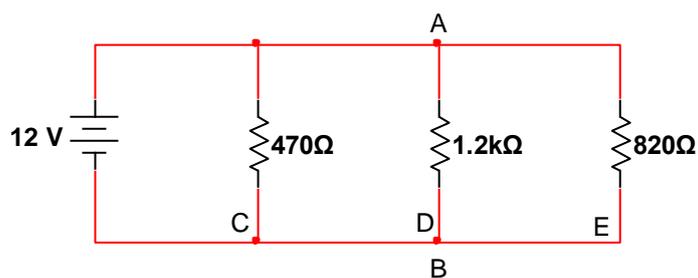
Tabela 11 - Tabela de leitura de valores da resistência no circuito

RESISTÊNCIA EQUIVALENTE AB MEDIDO	RESISTÊNCIA EQUIVALENTE AB CALCULADO

Fonte: Produção própria.

7. Ajuste a fonte variável para 12 V e alimente o circuito, conforme da Figura 55.

Figura 55 - Circuito



Fonte: Produção própria

8. Meça as correntes em cada ponto do circuito, a tensão em cada resistor e anote os resultados nas Tabelas 12 e 13, respectivamente.

Tabela 12 - Tabela de leitura de valores de correntes no circuito

IA	IB	IC	ID	IE

Fonte: Produção própria

Tabela 13 - Tabela de leitura de valores de tensões no circuito

R (Ω)	470	1,2k	820
V (V)			

Fonte: Produção própria

4.7 Atividade 7 – Software Multisim e Circuito Misto

Atividade com Utilização de Software – Eletrodinâmica

Usaremos nas próximas atividades o software Multisim. Ele se encontra instalado para uso em todos os computadores do Laboratório de Informática.

4.7.1 Objetivos:

- ✓ Construir um circuito misto utilizando o Software Multisim;
- ✓ Simular o funcionamento de um circuito misto utilizando o Software Multisim;
- ✓ Analisar, utilizando o simulador, as medidas tais como: resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica do circuito misto;
- ✓ Identificar o comportamento da diferença de potencial nas extremidades dos resistores;
- ✓ Identificar qual é a corrente elétrica que passa em cada resistor.

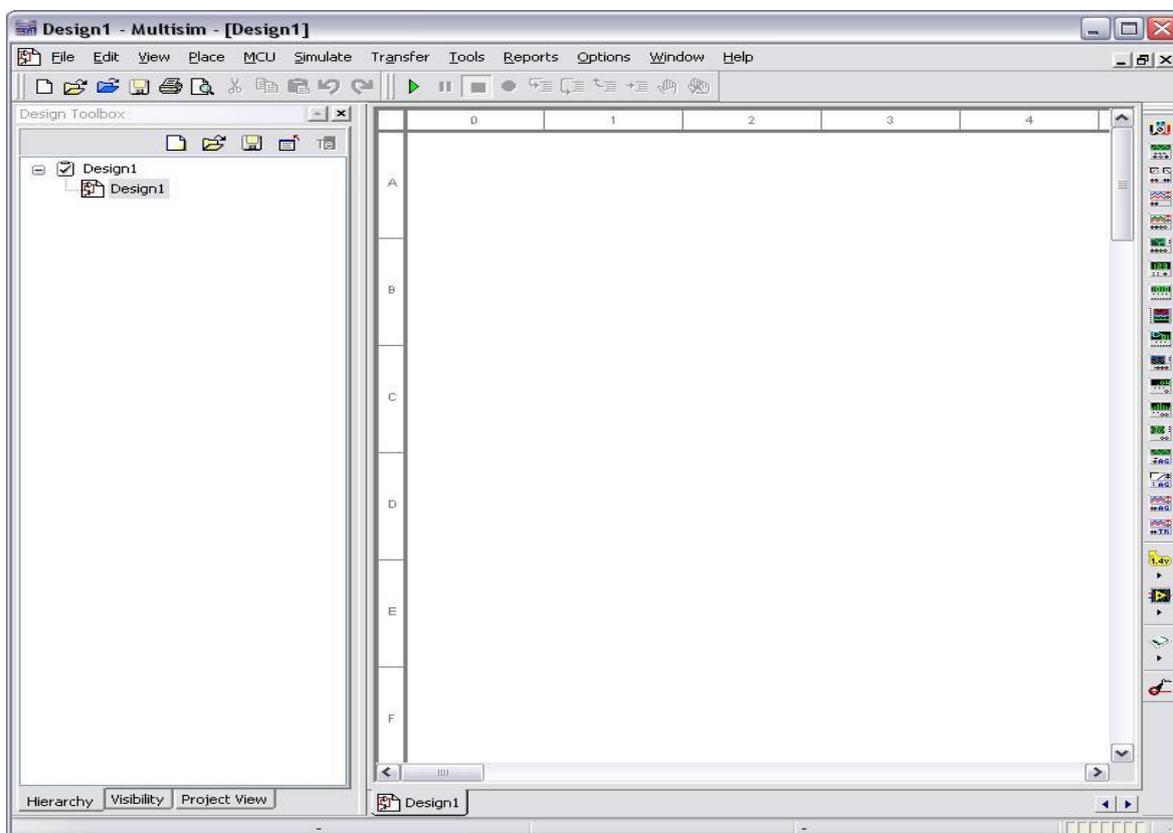
4.7.2 Material Utilizado:

- ✓ Computador;
- ✓ Projetor Multimídia.

4.7.3 Procedimento Prático:

1. Abra o Software Multisim.

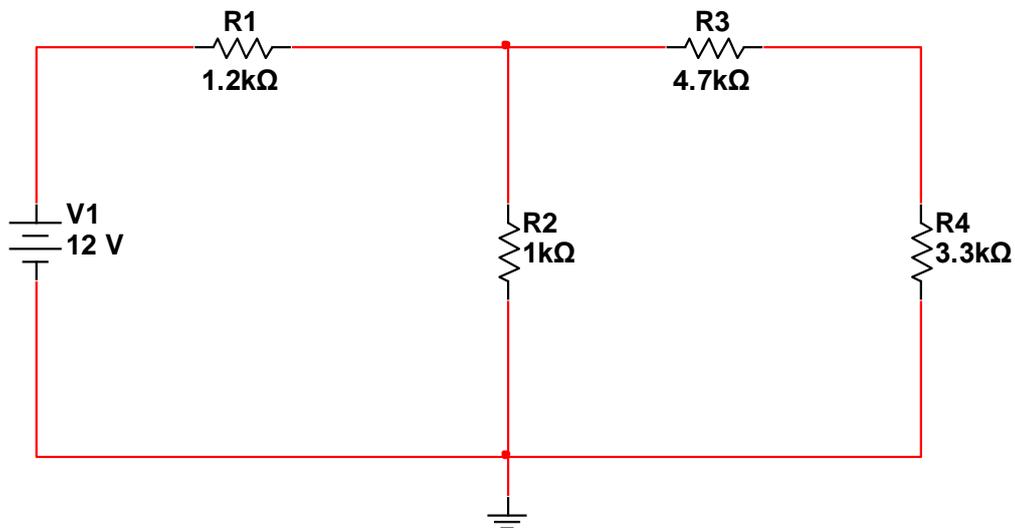
Figura 56 - O ambiente Multisim



Fonte: Produção própria

2. O circuito montado será o mostrado na figura 57.

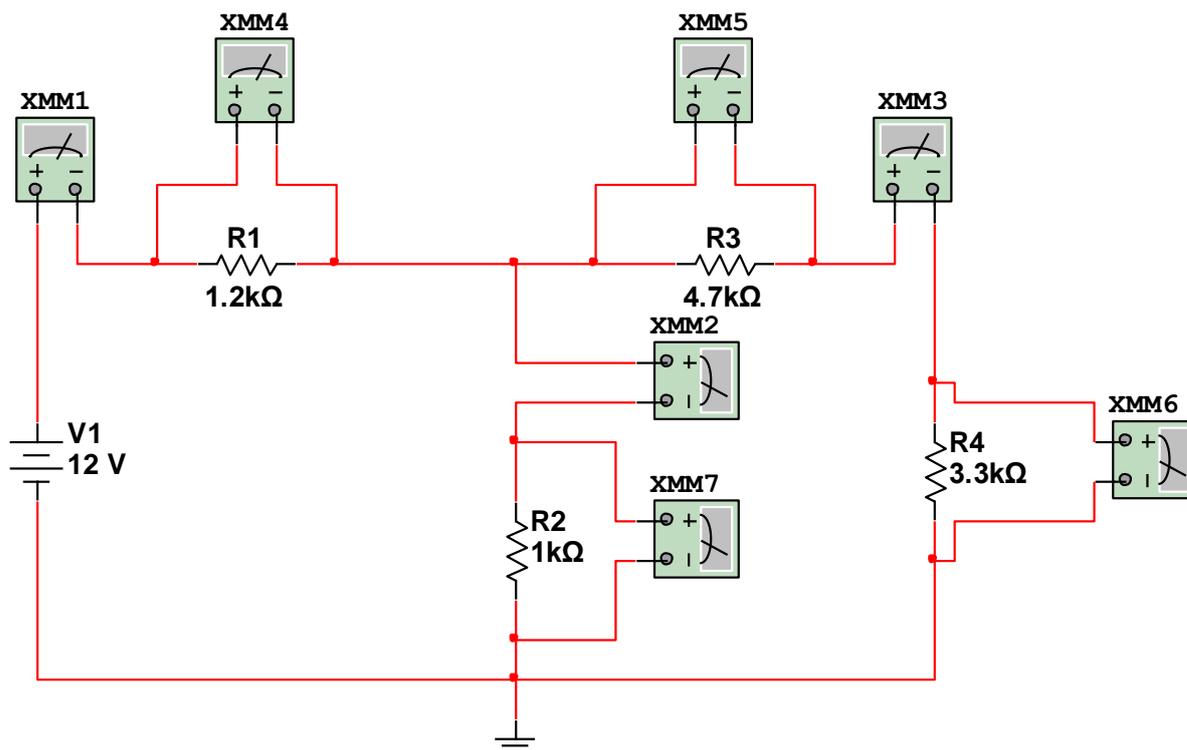
Figura 57 - Circuito misto



Fonte: Produção própria

3. Insira os componentes do circuito misto.
 4. Conecte os componentes.
 5. Insira a fonte de tensão do circuito misto.
 6. Insira um multímetro com a função voltímetro em cada resistor do circuito misto.
Obs.: Conecte o voltímetro em paralelo com o resistor.
 7. Insira um multímetro com a função amperímetro em cada ramo do circuito misto.
Obs.: Conecte o amperímetro em série com o resistor.
 8. Insira o terra no circuito misto.
- O circuito deve parecer com a Figura 58.

Figura 58 - Pronto para simular



Fonte: Produção própria

9. Execute e visualize a simulação interativa no Multisim.
10. Simule o circuito misto e observe os resultados.
11. Dê um duplo clique nos multímetros no circuito misto. Assim é possível visualizar as medidas de simulação na interface dos multímetros.
12. Para parar a simulação, pressione o botão vermelho na barra de ferramentas de simulação.

4.8 Atividade 8 – Circuito Misto

Atividade Experimental – Eletrodinâmica

4.8.1 Objetivos:

- ✓ Identificar em um circuito as associações série e paralelo;
- ✓ Determinar a resistência equivalente de um circuito misto;
- ✓ Identificar o comportamento da diferença de potencial nas extremidades dos resistores;
- ✓ Identificar qual é a corrente elétrica que passa em cada resistor;
- ✓ Tratar o circuito como um sistema.

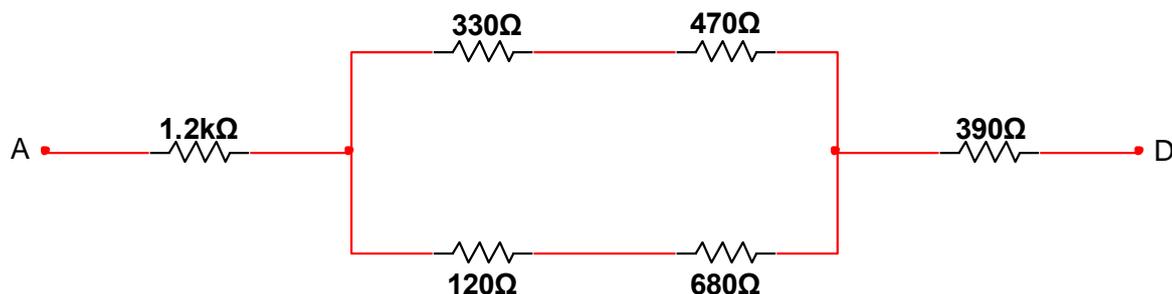
4.8.2 Material Utilizado:

- ✓ Multímetro;
- ✓ Protobord;
- ✓ Resistores: 120 Ω , 330 Ω , 390 Ω , 470 Ω , 680 Ω e 1,2k Ω ;
- ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 12 V).

4.8.3 Procedimento Prático:

1. Monte o circuito da Figura 59.

Figura 59 - Circuito



Fonte: Produção própria

2. Meça e anote na Tabela 14, a resistência equivalente entre os pontos A e D.

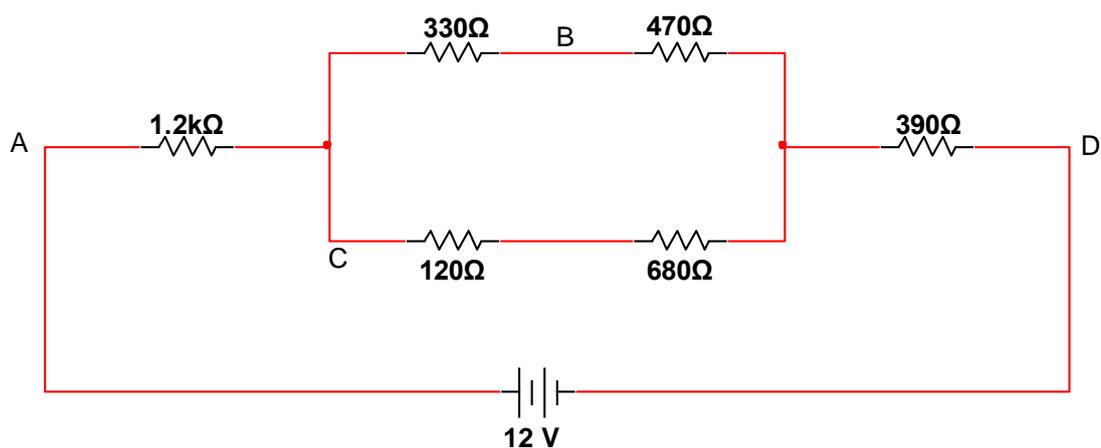
Tabela 14 - Tabela de leitura de valores da resistência no circuito

RESISTÊNCIA EQUIVALENTE AD MEDIDO	RESISTÊNCIA EQUIVALENTE AD CALCULADO

Fonte: Produção própria

3. Ajuste a fonte variável para 12 V e alimente o circuito, conforme a Figura 60.

Figura 60 - Circuito



Fonte: Produção própria

4. Meça as correntes em cada ponto do circuito, a tensão em cada resistor e anote os resultados nas Tabelas 15 e 16, respectivamente.

Tabela 15 - Tabela de leitura de valores de correntes no circuito

IA	IB	IC	ID

Fonte: Produção própria

Tabela 16 - Tabela de leitura de valores de tensões no circuito

R (Ω)	120	470	1,2k	330	680	390
V (V)						

Fonte: Produção própria

4.9 Atividade 9 – Potência Elétrica

Atividade Experimental – Eletrodinâmica

4.9.1 Objetivos:

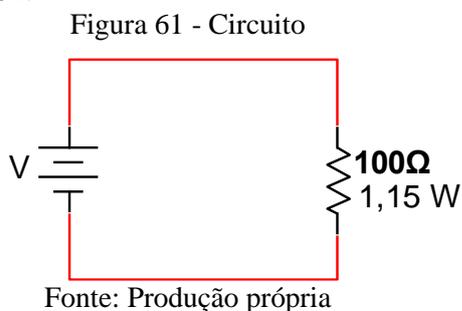
- ✓ Plotar a curva da potência elétrica em função da corrente elétrica de um resistor;
- ✓ Observar o Efeito Joule.

4.9.2 Material Utilizado:

- ✓ Multímetro;
- ✓ Protobord;
- ✓ Resistores: $100\ \Omega / 1,15\ \text{W}$ e $100\ \Omega / 5\ \text{W}$;
- ✓ Fonte Variável: (faixa utilizada: 0 – 10 V).

4.9.3 Procedimento Prático:

1. Monte o circuito da Figura 61.



2. Varie a tensão da fonte, conforme a Tabela 17. Meça e anote as respectivas correntes.

Tabela 17 - Tabela de leitura de valores das correntes no circuito

V(V)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I(mA)											
P(mW)											

Fonte: Produção própria

3. Troque o resistor por $100\ \Omega / 5\ \text{w}$. Repita o item 2, preenchendo a Tabela 18.

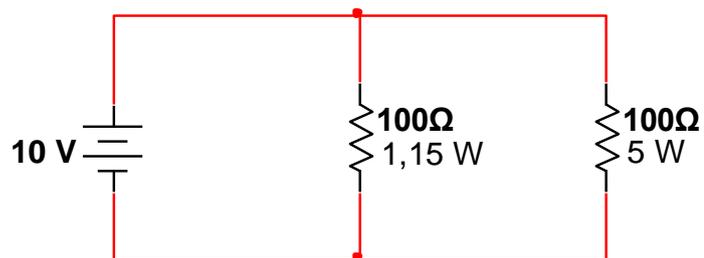
Tabela 18 - Tabela de leitura de valores das correntes no circuito

V(V)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I(mA)											
P(mW)											

Fonte: Produção própria.

4. Monte o circuito da Figura 62.

Figura 62 - Circuito



Fonte: Produção própria

5. Meça a tensão e a corrente em cada resistor, anotando na Tabela 19.

Tabela 19 - Tabela de leitura de valores das correntes e tensões no circuito

R (Ω)	V(V)	I(mA)	P(W)
100 / 1,15W			
100 / 5W			

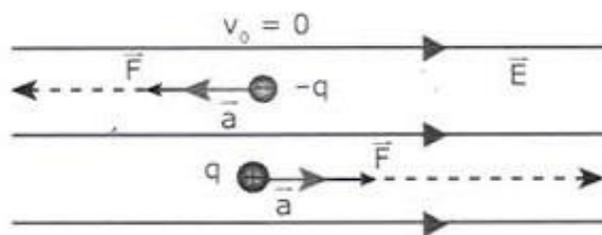
Fonte: Produção própria

Apêndice F – Carga Elétrica, Corrente Elétrica e Diferença de Potencial Elétrico

1 Carga Elétrica e Corrente Elétrica

A carga elétrica, assim como a massa, é uma propriedade que as partículas podem ou não apresentar. Apresentando essa propriedade as partículas se tornam sensíveis à presença de campos elétrico e magnético. A experiência mostra que a propriedade carga elétrica pode ser de dois tipos, chamados de positivo e negativo. Cargas positivas movem-se na direção e sentido do campo elétrico \mathbf{E} e cargas negativas movem-se na direção e sentido contrário ao campo quando abandonadas (Figura 63). Isso decorre da interação entre corpos carregados (com presença de carga elétrica) e o campo \mathbf{E} , manifestada pela lei da força: $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$, onde, \mathbf{F} e \mathbf{E} são a força e o campo elétrico e q a quantidade de carga presente na partícula.

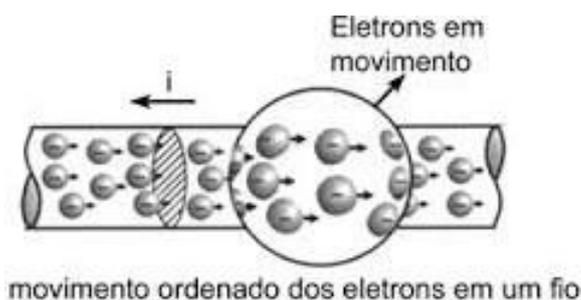
Figura 63 – Movimento de Cargas



Fonte: <http://www.infoescola.com/eletricidade/diferenca-de-potencial/>

Cargas de um mesmo tipo se moverão, em média, num mesmo sentido imposto pelo campo. O campo elétrico é o ente físico fundamental responsável pela existência de corrente elétrica. Esse movimento coletivo de um turbilhão de partículas (como o movimento das partículas das águas de um rio) orientadas pelo campo é o que chamamos de corrente elétrica.

Figura 64 – Movimento ordenado dos elétrons em um fio



Fonte: <http://www.infoescola.com/eletricidade/diferenca-de-potencial/>

A intensidade i de corrente elétrica que flui num fio condutor é definida como a quantidade de carga que atravessa uma seção do fio na unidade de tempo (Figura 64).

2 Diferença de Potencial Elétrico

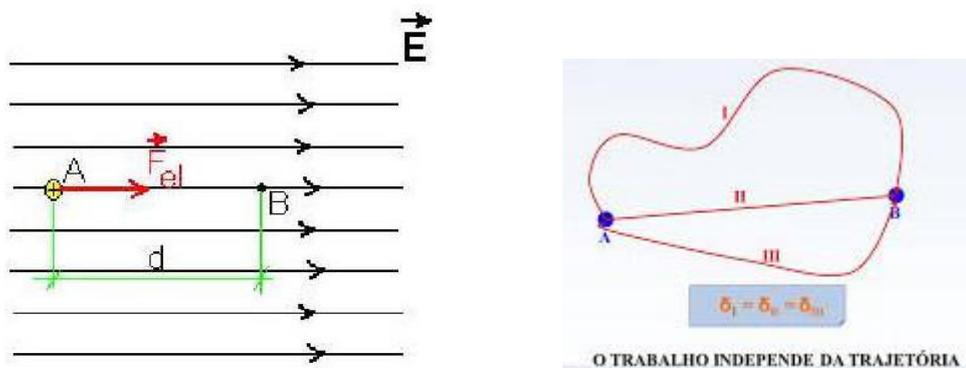
Quando as cargas elétricas se movimentam em decorrência do campo eletrostático (campo elétrico independente do tempo, variando apenas quando variam as coordenadas espaciais), a força elétrica realiza trabalho sobre as mesmas para produzir deslocamentos ao longo das linhas do campo. A característica principal do campo eletrostático é o fato que esse trabalho é independente do caminho que liga dois pontos e proporcional à carga transportada. Considere dois pontos, tais como os pontos A e B da Figura 65, separados por uma distância d ao longo de uma das linhas do campo. Para todos os caminhos que ligam esses dois pontos o trabalho da força elétrica é sempre o mesmo ao deslocarmos uma mesma carga q por qualquer um deles. Ele depende apenas das coordenadas espaciais que localizam esses pontos definindo uma função escalar dessas coordenadas chamada de potencial elétrico V . Define-se então a diferença de potencial elétrico ΔV entre dois pontos separados por uma distância d ao longo da linha do campo como o trabalho realizado pela força elétrica para mover a carga desta distância dividido pela carga. Ao dividirmos pela carga encontramos uma grandeza escalar independente da carga transportada, e que depende exclusivamente do campo eletrostático e das coordenadas dos pontos no interior do campo.

Essas grandezas, campo eletrostático e potencial eletrostático são estreitamente relacionadas, pois a existência de campo eletrostático implica na existência de diferença de potencial ao deslocarmos uma partícula carregada de um ponto a outro sobre as linhas do campo. Se existe campo existe força sobre a carga, que se moverá em consequência, com o campo realizando trabalho e gerando diferença de potencial. A existência de diferença de potencial elétrico entre dois pontos implica que essa região do espaço é preenchida pelo campo eletrostático E , já que foi feito trabalho sobre a carga ao movê-la entre esses dois pontos.

Se a carga é movida entre dois pontos no interior do campo eletrostático e nenhum trabalho decorrente da força elétrica é efetuado, não pode haver diferença de potencial entre esses pontos e, a superfície que os contém será uma superfície de mesmo potencial em todos os seus pontos, chamada de superfície equipotencial. A característica fundamental dessas superfícies (Figura 66) é de serem perpendiculares, em cada ponto,

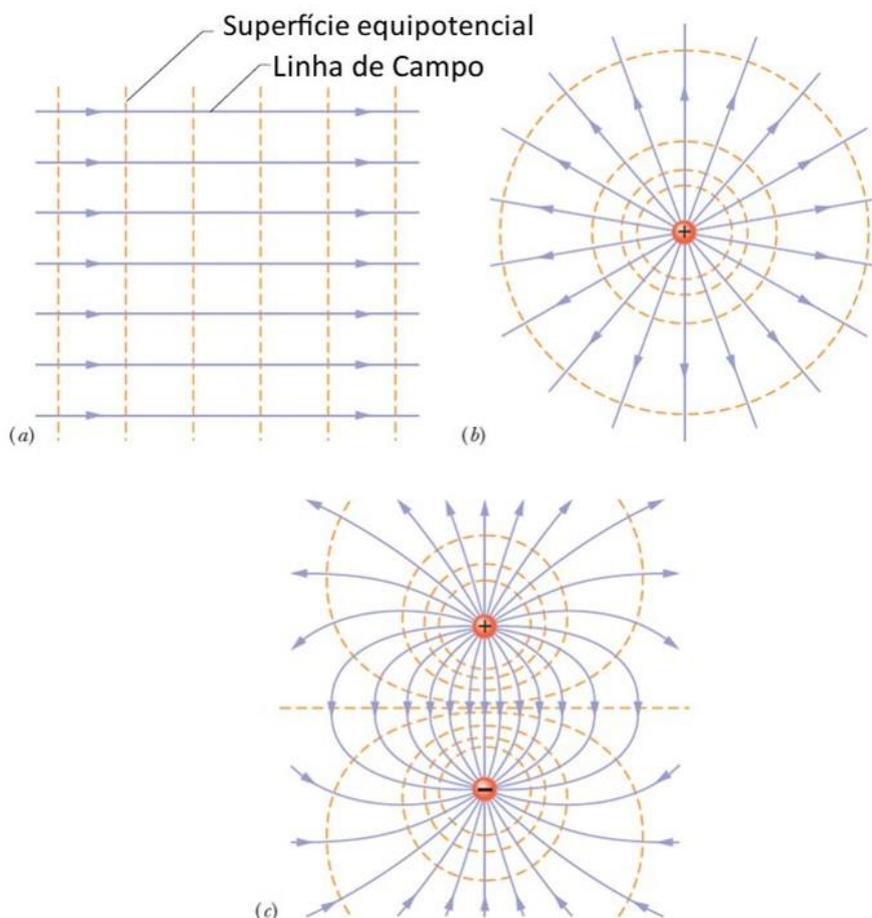
às linhas de campo, e só quando passamos de uma dessas superfícies para outra e, portanto, seguimos alguma linha do campo, é que haverá diferença de potencial entre dois pontos.

Figura 65 – Trabalho da Força Elétrica



Fonte: <https://sala23a.wordpress.com/aulas-2/fisica/eletrostatica/>

Figura 66 – Linhas de campo elétrico (linhas cheias) e seções retas de superfícies equipotenciais (linhas tracejadas) (a) para um campo elétrico uniforme (b) para uma carga pontual (c) para um dipolo elétrico



Fonte: <http://www.fotoacustica.fis.ufba.br/daniele/FIS3/roteiro%204%20superf%C3%ADciesEquipotenciais.pdf>