

**TRADIÇÃO, TRADICIONALISMO E EXPERIMENTAÇÃO  
NO ENSINO DE FÍSICA: Interatividade entre a Teoria e a Prática**

**Manoel Raimundo dos Santos Júnior**

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

**Orientador:**

Prof. Dr. João Furtado de Souza

**Coorientador:**

Prof. Dr. Rubens Silva

Belém-Pará

Abril 2017

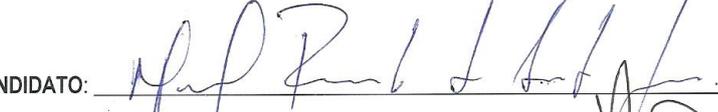


**ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

ATA DA 8ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA “TRADIÇÃO, TRADICIONALISMO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: Interatividade entre a Teoria e a Prática” PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 15 HORAS DO DIA 27 DE ABRIL DE 2017, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 50 MINUTOS PELO CANDIDATO **MANOEL RAIMUNDO DOS SANTOS JÚNIOR**, Matrícula Nº 201468870008, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROF. Dr. JOÃO FURTADO DE SOUZA (ORIENTADOR)**, **PROF. Dr. RUY GUILHERME CASTRO DE ALMEIDA (MEMBRO EXTERNO)**, **PROF. Dr. MANOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO (MEMBRO INTERNO)**. EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

CANDIDATO:

BANCA EXAMINADORA:

  
Prof. Dr. JOÃO FURTADO DE SOUZA  
(Orientador - MNPEF – UFPA)

  
Prof. Dr. RUY GUILHERME CASTRO DE ALMEIDA  
(Membro Externo - UEPA)

  
Prof. Dr. MANOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO  
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)



**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL  
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

**“TRADIÇÃO, TRADICIONALISMO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: Interatividade entre a  
Teoria e a Prática”.**

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. JOÃO FURTADO DE SOUZA** (Orientador),  
**Dr. MANOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO** (Membro Interno), e **Dr. RUY GUILHERME CASTRO DE  
ALMEIDA** (Membro Externo) consideram o candidato:

**APROVADO**

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal  
do Pará, em 27 de Abril de 2017.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. JOÃO FURTADO DE SOUZA  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. MANOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO  
Membro Interno

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. RUY GUILHERME CASTRO DE ALMEIDA  
Membro Externo

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação - na- Publicação (CIP)  
Biblioteca de Pós-Graduação do ICEN/UFGA

---

Santos Junior, Manoel Raimundo dos

Tradição, tradicionalismo e experimentação no ensino de Física: interatividade entre a teoria e a prática/Manoel Raimundo dos Santos Junior; orientador, João Furtado de souza.-2017.

116 f.: il. 29 cm

Inclui bibliografias

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Belém, 2017.

1. Física – Estudo e ensino-Atividades experimentais. 2. Estratégias de aprendizagem. 3. Física – Aulas tradicionais. 4. Física-Conhecimentos e aprendizagem.  
Souza, João Furtado de, orient. II. Título.

CDD 22 ed. 530.7

---

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo agradeço a Deus pela dádiva de minha vida e por ter me dado forças para iniciar, continuar e finalizar este curso.

Agradeço ao meu Orientador Prof. Dr. João Furtado de Souza e ao meu Coorientador Prof. Dr. Rubens Silva pela compreensão, pelo tempo dedicado a realização desse trabalho.

Agradeço aos colegas de turma, pela amizade, pelo apoio e pela disponibilidade em compartilhar conhecimento e pela convivência durante esta etapa de nossas vidas e pela forma harmoniosa de enfrentarmos as dificuldades ao longo do curso.

Um agradecimento especial (In Memorium) ao mestrando Ubiracir Barbosa Júnior pelo apoio num momento delicado do curso e por sua solicitude toda vez que todos precisavam de sua ajuda.

Agradeço à Profa. Aline Evelyn de Oliveira e Silva pelas contribuições importantíssimas com relação à revisão estrutural e gramatical, mesmo estando muito atarefada, dispôs-se a fazê-lo.

Agradeço ao Museu Interativo da Física da UFPA pela disponibilidade na mostra e realização de experimentos ao MNPEF polo UFPA.

Agradeço ao Laboratório de Demonstrações (LabDemon) da UFPA por abrir horizontes no tangente às possibilidades de experimentos no sentido da facilitação do processo de ensino.

Agradeço ao Núcleo de Astronomia (NASTRO) da UFPA pela mostra da versatilidade em se aplicar conceitos astronômicos nas séries do ensino básico.

Agradeço ao MNPEF pela oportunidade de realizar um trabalho dissertativo num campo que atuo desde o início de minha carreira profissional.

Agradeço à UFPA e todos os professores pela oportunidade de me relacionar com o estado da arte no ensino de física.

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida, o que me permitiu maior dedicação temporal aos estudos.

Agradeço ao Eng<sup>o</sup> Marco Antônio Ferreira dos Santos no auxílio da confecção dos suportes de pegada, além de inúmeras sugestões.

Um agradecimento especial aos alunos - fonte propulsora e inspiradora deste trabalho. Sem eles não haveria sentido para o mesmo.

"Feliz aquele que transfere o  
que sabe e aprende o que ensina!"  
(Cora Coralina)

## RESUMO

### TRADIÇÃO, TRADICIONALISMO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: Interatividade entre a Teoria e a Prática

**Manoel Raimundo dos Santos Júnior**

Orientador:

Prof. Dr. João Furtado de Souza

Coorientador:

Prof. Dr. Rubens Silva

As atividades experimentais são ferramentas educativas extremamente válidas para o ensino de Física em uma aula expositiva dialogada, posto que facilitam a aprendizagem do aluno através de uma prática participativa interativa em pequenas experimentações e/ou demonstrações físicas, as quais contribuem para dinamizar conceitos abstratos por meio de diálogos entre a teoria e a prática. Desta forma, visando ampliar a participação do aluno nas aulas e atividades, bem como ainda aguçar a dinâmica do processo de ensino-aprendizagem de modo significativo, procura-se, neste trabalho, aplicado ao 3º ano do ensino médio, reforçar, cognitivamente, conceitos físicos relacionados à eletricidade básica, com destaque para a corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, contrapondo, de modo responsivo, o repositório do senso científico do aluno em face ao conhecimento de senso comum. Para tanto, realizamos uma combinação de resistores em série, paralelo e mista em que os resistores supostamente ôhmicos serão trocados pelos corpos humanos dos discentes de modo a demonstrar, interativamente e ativamente, as finalidades de tais associações, suas peculiaridades e características comuns. Ademais, nos experimentos também se buscou o entendimento do curto-circuito em um resistor contido numa associação de resistores, mostrando de forma inequívoca que não existe explosão em tal resistor. Em contrapartida, vale ressaltar que a realização de tais atividades não substitui as aulas tradicionais, mas sim tem por objetivo facilitar a cognição dos conceitos físicos abordados bem como a razão pela qual precisamos combinar resistores em série, paralelo ou de forma mista. Logo, a tradição e a demonstração, por certo, estabelecem interações possíveis, as quais podem contribuir com diálogos entre a teoria e a prática no ensino de Física.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Aula tradicional, Experimentação.

Belém-Pará

Abril 2017

# ABSTRACT

## TRADITION, TRADITIONALISM AND EXPERIMENTATION IN PHYSICAL EDUCATION: Interactivity between Theory and Practice

Manoel Raimundo dos Santos Júnior

Advisor:

Prof. Dr. João Furtado de Souza

Co-advisor:

Prof. Dr. Rubens Silva

Experimental activities are extremely valid educational tools for the teaching of physics in a dialogic expositive classroom, since they facilitate student learning through an interactive participatory practice in small experiments and / or physical demonstrations, which contribute to dynamize abstract concepts through dialogues between theory and practice. Thus, in order to increase the student's participation in classes and activities, as well as to sharpen the dynamics of the teaching-learning process in a meaningful way, we seek, in this work, applied to the 3rd year of high school, cognitively reinforce concepts Physics related to basic electricity, with emphasis on electric current, electric current density, responsively counteracting the repository of the student's scientific sense in the face of common-sense knowledge. To do so, we perform a combination of series, parallel and mixed resistors in which the supposedly ohmic resistors will be exchanged for the human bodies of the students in order to demonstrate, interactively and actively, the purposes of such associations, their peculiarities and common characteristics. In addition, the experiments also sought the understanding of the short circuit in a resistor contained in a combination of resistors, showing unequivocally that there is no explosion in such a resistor. On the other hand, it is worth emphasizing that the accomplishment of such activities does not replace traditional classes, but rather aims to facilitate the cognition of the physical concepts addressed as well as the reason why we need to combine resistors in series, parallel or mixed. Therefore, tradition and demonstration certainly establish possible interactions, which may contribute to dialogues between theory and practice in physics teaching.

**Keywords:** Physics Teaching, Traditional class, Experimentation.

Belém-Pará

April 2017

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>18</b>
<b>AULA TRADICIONAL: UM BREVE HISTÓRICO</b> .....	<b>18</b>
1.1 Origens e Disseminação da Educação Tradicional .....	20
1.2 Experimentalismo como Ferramenta de Ensino .....	32
<b>CAPÍTULO 2 REFERENCIAL TEÓRICO E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA ..</b>	<b>34</b>
2.1 A Escola na Formação do Conhecimento Científico .....	34
2.1.1 Orientações Oficiais para o Ensino de Física no Ensino Médio ..	35
2.2 A Teoria Sociocultural de Vygotsky .....	37
2.2.1 Aprendizagem e Desenvolvimento .....	38
2.2.2 Zona de Desenvolvimento Proximal .....	42
2.3 Aporte Teórico do Produto .....	44
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>47</b>
<b>PRODUTO COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL</b> .....	<b>47</b>
3.1 Segurança: Cuidados e Precauções .....	48
3.2 Material Utilizado no Produto .....	52
3.2.1 Multiteste .....	52
3.2.2 Suporte de Pegada: Chapas de Conexão .....	55
3.2.3 Suporte de Pegada: Tubos de conexão .....	56
3.3 Experimentos em Sala de Aula .....	59
3.3.1 Experimento ①: Corrente Elétrica e "Choque" .....	59
3.3.2 Experimento ②: Densidade de Corrente Elétrica .....	61
3.3.3 Experimento ③: Associação Série .....	62
3.3.4 Experimento ④: Curto-circuito em Resistor .....	64
3.3.5 Experimento ⑤: Circuito em Aberto .....	65
3.3.6 Experimento ⑥: Associação Paralelo .....	68
3.3.7 Experimento ⑦: Associação Mista .....	70
3.4 Experimentos em Sala de Aula .....	72
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>88</b>

<b>ESTUDO QUANTITATIVO.....</b>	<b>88</b>
4.1 Resultados Quantitativos .....	89
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>102</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE 1 .....</b>	<b>109</b>
Questionários .....	109
<b>ANEXO A.....</b>	<b>113</b>
Questões Vestibulares .....	113

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Percurso da corrente elétrica .....	48
<b>Figura 02:</b> Tabela de corrente e danos biológicos.....	49
<b>Figura 03:</b> Tabela de corrente elétrica e efeito fisiológico por gênero .....	50
<b>Figura 04:</b> Zonas de efeito da corrente alternada em adultos .....	50
<b>Figura 05:</b> Multiteste Modelo WORKER 100706 .....	53
<b>Figura 06:</b> Multiteste Modelo ICEL MD-5770.....	54
<b>Figura 07:</b> Multiteste Modelo CE-2000N.....	54
<b>Figura 08:</b> Partes Físicas do Primeiro Produto .....	55
<b>Figura 09:</b> Criação dos tubos de pegada.....	56
<b>Figura 10:</b> Confecção dos conectores .....	57
<b>Figura 11:</b> Rebite conector-tubo e fio estanhado.....	57
<b>Figura 12:</b> Pintura dos suportes de pegada.....	58
<b>Figura 13:</b> Suportes de pegada após o lixamento .....	59
<b>Figura 14:</b> Circuito Aberto abordando corrente elétrica .....	60
<b>Figura 15:</b> Circuito Série Fechado .....	60
<b>Figura 16:</b> Circuito Série aberto abordando densidade de corrente elétrica....	61
<b>Figura 17:</b> Densidade de corrente elétrica em circuito série.....	62
<b>Figura 18:</b> Definição de associação série de resistores .....	63
<b>Figura 19:</b> Resistor $R_3$ em curto-circuito .....	64
<b>Figura 20:</b> Circuito série abordando o circuito aberto .....	65
<b>Figura 21:</b> Associação série abordando outro circuito aberto.....	66
<b>Figura 22:</b> Circuito série abordando outro trecho de circuito aberto .....	67
<b>Figura 23:</b> Associação mista aberta .....	67
<b>Figura 24:</b> Associação mista com um trecho formando um circuito aberto .....	68
<b>Figura 25:</b> Associação paralela através da mista aberta totalmente .....	69
<b>Figura 26:</b> Associação paralela através da mista fechada totalmente.....	69
<b>Figura 27:</b> Associação mista num circuito totalmente aberto .....	70
<b>Figura 28:</b> Associação mista num circuito fechado.....	71
<b>Figura 29:</b> Associação mista com trecho formando um circuito aberto .....	72
<b>Figura 30:</b> Relembrando os conceitos vistos na aula tradicional.....	73
<b>Figura 31:</b> Exemplificação simultânea de curto-circuito e circuito aberto .....	73

<b>Figura 32:</b> Combinação Série em aberto .....	74
<b>Figura 33:</b> Reforço do 1º contato com o choque elétrico .....	74
<b>Figura 34:</b> Contatos momentâneos dissipando o receio ao choque .....	75
<b>Figura 35:</b> Contatos fixos para permanência do choque .....	75
<b>Figura 36:</b> Verificação das conexões entre as mãos .....	76
<b>Figura 37:</b> Experimento sobre a densidade de corrente elétrica .....	76
<b>Figura 38:</b> Explicando o revezamento no experimento.....	77
<b>Figura 39:</b> Percepção cognitiva da densidade de corrente elétrica .....	77
<b>Figura 40:</b> Motivação dos alunos após cognição da densidade de corrente ...	78
<b>Figura 41:</b> Experimentação Interativa e Aula Tradicional .....	78
<b>Figura 42:</b> Abordagem dos conceitos físicos na associação mista.....	79
<b>Figura 43:</b> Possibilidades de abertura dos ramos de uma associação mista ..	80
<b>Figura 44:</b> Posições distintas de abertura nos ramos da associação mista ....	81
<b>Figura 45:</b> Análise da densidade de corrente em alguns participantes .....	82
<b>Figura 46:</b> Análise Interativa do conceito eletrodinâmico de nó.....	83
<b>Figura 47:</b> Uso do multiteste como ohmímetro e amperímetro.....	83
<b>Figura 48:</b> Finalização da aplicação do Produto na turma A .....	84
<b>Figura 49:</b> Revisão dos conceitos visto na aula tradicional .....	84
<b>Figura 50:</b> Abordagem da corrente, choque, série e circuito aberto .....	85
<b>Figura 51:</b> Abordagem sobre curto-circuito.....	86
<b>Figura 52:</b> Explicação da experimentação sobre a densidade de corrente .....	86
<b>Figura 53:</b> Experimento interativo sobre a densidade de corrente elétrica .....	87
<b>Figura 54:</b> <i>Feedback</i> da análise de corrente elétrica e seu efeito fisiológico...	89
<b>Figura 55:</b> <i>Feedback</i> da perda do receio por um choque controlado .....	90
<b>Figura 56:</b> Percepção empírica da definição de série de resistores .....	90
<b>Figura 57:</b> Percepção experimental da definição de circuito aberto .....	91
<b>Figura 58:</b> Percepção empírica da definição de curto-circuito .....	91
<b>Figura 59:</b> Facilitação do Produto sobre o conceito de curto-circuito .....	92
<b>Figura 60:</b> Facilitação experimental do conceito de densidade de corrente ....	92
<b>Figura 61:</b> Resistência equivalente na associação série e 1ª Lei de Ohm .....	93
<b>Figura 62:</b> Avaliação cognitiva da relação de corrente elétrica e choque .....	94
<b>Figura 63:</b> Avaliação cognitiva da densidade de corrente elétrica e choque ...	94
<b>Figura 64:</b> Relação do número de resistores série e a tensão elétrica total ....	95
<b>Figura 65:</b> Resistência equivalente da associação paralela e 1ª Lei de Ohm .	95

<b>Figura 66:</b> A 1ª Lei de Ohm em resistência e corrente elétricas totais .....	96
<b>Figura 67:</b> A 1ª Lei de Ohm em resistência e tensão elétricas totais.....	96
<b>Figura 68:</b> Analisar a 1ª Lei de Ohm numa associação mista de resistores ....	97
<b>Figura 69:</b> Feedback sobre a motivação após a utilização do Produto .....	98
<b>Figura 70:</b> Produto como ferramenta complementar à aula tradicional .....	98
<b>Figura 71:</b> Produto como instrumento educativo inovador .....	99
<b>Figura 72:</b> Produto como facilitador e reforçador da aula tradicional.....	99
<b>Figura 73:</b> Produto concernente aos conceitos vistos na aula tradicional .....	100
<b>Figura 74:</b> Produto e a expectativa, entusiasmo e satisfação do aluno.....	100
<b>Figura 75:</b> Avaliação conceitual do Produto .....	101

## INTRODUÇÃO

O contexto atual implicado ao processo de Ensino e Aprendizagem é resultado de grandes mudanças no cenário histórico, político, econômico, social e cultural, as quais culminaram com uma política voltada para a Educação Básica nacional a partir de toda uma base legal, que, por certo, possibilita percebê-la com um direito social público.

Nesta perspectiva, a sala de aula é um espaço aberto e plural, o qual se destina, segundo a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 9.394/96, preparar o educando para o mundo do trabalho, das ciências e das tecnologias. Além disto, visa ainda assegurar uma formação comum indispensável para o exercício da cidadania.

Portanto, ferramentas educacionais que visem facilitar métodos pedagógicos que associem a teoria e prática dos conceitos físicos, são válidas no processo educacional. Conceitos estes tão presentes no cotidiano escolar do ensino de Física, que, certamente, poderiam ser muito melhor trabalhados quando discutidos, percebidos e assimilados na interação com a realidade que nos cerca de muitas maneiras e métodos.

Por conseguinte, vale questionarmos não apenas o método em si, mas o papel da escola, do professor e do educando a fim de que o processo de ensino-aprendizagem possa atender ao que dispõe a Constituição Federal Brasileira de 1988 ao garantir, em seu Art. 6º, que:

*Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 90, de 2015)*

Nestes termos, objetivamente, o documento jurídico mais importante do nosso país assevera que a educação é um direito social. Mais à frente, o artigo de número 205 da Constituição, assegura:

*Art. 205º A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.*

Em outras palavras, fica explícito o dever do Estado e o direito de todas as pessoas, sem qualquer distinção, com relação à educação. Ademais, define que a família possui deveres; que a educação tem como finalidade o desenvolvimento integral da pessoa e a preparação para a inserção cidadã, bem como ainda define princípios entre os quais o ensino deve ser ministrado:

*Art. 206º O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:*

*I - igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;*

*II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber;*

*III - pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas, e coexistência de instituições públicas e privadas de ensino;*

*IV - gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais;*

*V - valorização dos profissionais da educação escolar, garantidos, na forma da lei, planos de carreira, com ingresso exclusivamente por concurso público de provas e títulos, aos das redes públicas; (Redação dada pela Emenda Constitucional no 53, de 2006)*

*VI - gestão democrática do ensino público, na forma da lei;*

*VII - garantia de padrão de qualidade.*

*VIII - piso salarial profissional nacional para os profissionais da educação escolar pública, nos termos de lei federal. (Incluído pela Emenda Constitucional no 53, de 2006)*

*Parágrafo único. A lei disporá sobre as categorias de trabalhadores considerados profissionais da educação básica e sobre a fixação de prazo para a elaboração ou adequação de seus planos de carreira, no âmbito da União,*

Questões as quais suscitam discussões mais profundas acerca do que é o método tradicional, quais os seus objetivos diante das constantes transformações que se processam em diferentes tempos e espaços.

Para tal, o presente estudo, metodologicamente, divide-se em quatro capítulos:

- No **Capítulo 1**, apresenta-se uma breve conjuntura histórica de como se estabeleceu a pedagogia tradicional, a partir de seus principais doutrinadores e do modo como se manifestou no Brasil;
- No **Capítulo 2**, faz-se um estudo das bases teóricas e de pesquisas bibliográficas que justificam a execução do produto desenvolvido.
- No **Capítulo 3**, apresenta o produto relativo a este trabalho em seu contexto completo, desde sua produção até sua aplicação.
- No **Capítulo 4**, discutem-se os resultados das ações do produto através de pesquisa-ação quali-quantitativa realizada através de questionários que envolvem testes de sondagens, de absorção dos conteúdos e de opiniões pessoais sobre o produto.

Nesse sentido, de forma a atender às implicações necessárias para um ensino de Física dinamizador, aproxima-se, quem ensina, de quem aprende e quem aprende, de quem ensina, na interação entre a teoria e a prática valendoneos de recursos pedagógicos e humanos que podem contribuir com a prática educativa de diversas maneiras.

Logo, o interesse por esta proposta se justifica a partir de uma pesquisa-ação desenvolvida junto a alunos do 3º ano do Ensino Médio, que diante de uma variedade de Tecnologias de Informação e Comunicação questionavam a necessidade não apenas da escola e da aula tradicional isolada, mas também do próprio professor.

Assim, o presente estudo é relevante na medida em que apresenta como produto atividades experimentais interativas com vistas a facilitar o ensino de Física de modo contextualizado e participativo; reforça a importância do professor neste processo e estimula a atitude responsiva do aluno.

Para este fim, necessitamos de metodologias em que os sujeitos participem como autores e coautores de um processo de Ensino e Aprendizagem em que todos sintam-se incluídos em suas próprias aprendizagens, para, desta forma, fazer da educação um instrumento participativo de socialização, de busca, de questionamento, de transformação e de cidadania.

# CAPÍTULO 1

## AULA TRADICIONAL: UM BREVE HISTÓRICO

Neste capítulo, fez-se um relato de como surgiu e se estabeleceu a pedagogia conhecida como tradicional, o que é, seus autores e princípios doutrinadores. Irei discorrer acerca dos principais pensadores ocidentais e como suas ideias fizeram surgir métodos de ensino que se estabeleceram no Brasil desde a chegada da primeira missão com esse objetivo em 1549, bem como suas transformações, até chegarmos à atual realidade brasileira em que ainda se encontra tão arraigada o modelo tradicional de ensino.

O ser humano em seu caminhar histórico, por alguma razão, seja ela de ordem social, econômica, política ou mesmo por questões de sobrevivência e perpetuação da espécie, em qualquer estágio de seu desenvolvimento sempre se envolveu com o ato de observar, aprender, reproduzir, ensinar. São conjuntos de fatores que estão inseridos naquilo que chamamos *educação* e determinam sua qualidade. Assim temos por meio de Borba (2011) as significações em torno do vocábulo *educação*:

*Educação 1 aperfeiçoamento e desenvolvimento das faculdades humanas 2 formação 3 formação das novas gerações segundo certos ideais de uma comunidade cultural 4 orientação, instrução, aprendizado 5 adestramento, treino 6 conjunto de informações ou de técnica de ensino formal. (BORBA, 2011, p. 462).*

Percebe-se, neste verbete, que, então, o vocábulo educar, sem entrar no mérito de suas metodologias, mostra-se como uma atividade interligada mais fortemente à causa professor-aluno no âmbito escolar, ou de modo mais abrangente na relação educador-educando. A ação voltada diretamente a uma análise dos aspectos da relação do educando com a sociedade não pode ser descartada de um contexto maior que abrange todo o processo educacional, mas também analisada mediante outras concepções teóricas que não apenas aquelas voltadas ao ensino e aprendizagem. Essas concepções começam a ser formalizadas

já na era moderna, com aspectos inovadores que até hoje são tomados como referência, ainda que mantendo um viés tradicional e conservador.

Quanto à educação tradicional ou convencional, observa-se aquela cujas abordagens foram postas por atos de tradição ao longo do tempo em nossa história, baseados em costumes e vícios, por motivações políticas e socioculturais, como irei discorrer, e até hoje imitados. Trata-se de um processo de alto grau de intransigência quando se procura uma alternativa no cotidiano escolar. Nele o ensino é verticalizado, sendo o detentor do saber a ser lançado direto para a mente passiva do aprendiz, um dócil, no julgamento Freire (1987). A aula é expositiva, com um conteúdo planejado, assentado no texto e lançado em monólogo na direção dos alunos, que, ao receberem-no, fazem-no sem crítica ou contestações. O conteúdo é memorizado e depois reproduzido mecanicamente quando requisitado e passado em frente.

John Dewey, notável precursor do movimento *Escola Nova* ou *Progressiva* nas primeiras décadas do século XX, expõe-nos sua visão acerca do ensino tradicional, a qual se praticava em sua geração:

*"Esquema tradicional é, em essência, esquema de imposição de cima para baixo e de fora para dentro. Impõem padrões, matérias de estudo e métodos de adulto sobre os que estão ainda crescendo lentamente para a maturidade. [...] e isto é o que se dá mesmo quando bons professores façam uso de artifícios para mascarar a imposição e deste modo diminuir-lhes os aspectos obviamente brutais." (DEWEY, 1979, pp.5 e 6).*

Vamos ao que disse Albert Einstein, cuja formação básica tradicional por diversas vezes o entediava:

*"Einstein achava os professores muito atrasados. Ele detestava, por exemplo, que eles dessem a aula lendo livros. Além disso, nenhum professor tratava da literatura contemporânea e ele já a conhecia na época. Ele abandonava as aulas e ia para o laboratório. Ou ficava lendo os conteúdos que os professores não davam. Praticamente toda a física que ele aprendeu na Escola Politécnica de Zurique*

vem dessas anotações e das leituras pessoais que ele fez." (SANTOS, 2009).

## 1.1 Origens e Disseminação da Educação Tradicional

Historicamente, a abordagem tradicional, como dito, tem sido uma repetição de um modelo criado há séculos. Após o advento das antigas escolas gregas com sua pedagogia voltada para a razão e o ser em detrimento da religiosidade e misticismo, a construção de um plano de educação mais consistente chegou a tomar forma na chamada *Escolástica*. Oriunda do sistema de ensino monástico tradicional da baixa idade média. Este sistema propunha conciliar as exigências da doutrina cristã com um sistema racional de pensamento tendo por base a antiga filosofia grega, inicialmente com elementos da filosofia platônica e, em outra fase posterior, aristotélica. Impunha-se, então, uma harmonia entre a razão e a fé. Seu maior expoente foi Tomás de Aquino, membro da Igreja e autor da obra *Summa Theologica*, na qual dá forma à escolástica indicando a razão argumentativa como instrumento de busca de respostas, porém ladeada pela fé. A escolástica perdurou até o fim da idade média. Uma característica marcante do escolasticismo era o de tornar público o conhecimento, que antes eram restritos às bibliotecas dos mosteiros. Assim a transmissão de conhecimentos era feita em instituições, as escolas, com muitas delas vindo a se transformarem em universidades.

Modernamente, o primeiro esboço de um viés educacional escolarizado, em forma e conteúdo, foi proposto por Comenius no século XVII, em sua obra *Didática Magna*, que, em suma, mostrava o *quê* ensinar e *como*. A escola tal e qual a vivenciamos hoje, em sua maioria advém daquele desenho. Comenius, tido como o introdutor da pedagogia moderna, preconizava uma nova metodologia de ensino que se opunha às práticas da Igreja católica medieval, mas sem se afastar da doutrina Cristã. Os métodos propostos abriam mão de instrumentos como castigos corporais e lições obrigatórias. Instituíam um ensino democrático e universal – ensinar tudo a todos, era seu lema – oferecido também às mulheres e crianças desde a infância de qualquer classe social e, já àquela época extensivo aos portadores de incapacidade física e mental. A prática nesta sua escola

mostrava uma inovadora abordagem tida hoje como tradicional, em espaço apropriado na qual todos recebiam os ensinamentos por meio de aula palestrada mediante acompanhamento de um livro texto impresso, levando um conteúdo pronto direto para a mente do aprendiz. Comenius iniciou a dar legitimidade ao que, como, quando, onde, para quem e o que ensinar.

Estamos numa era conturbada devido ao surgimento de novos ideais tais como a afirmação dos Estados modernos, a reforma e contra-reforma religiosa, a razão e a ciência notadamente com expoentes da envergadura de Galileu, Montesquieu, Descartes, Locke dentre outros. Apesar disso, ainda não se busca uma ruptura com a tradicional forma de instruir, quer dizer, continua o mesmo tratamento epistemológico baseada na sistematização do saber baseada no domínio da linguagem, da retórica, da argumentação e moral religiosa, por meio de um pacote de conteúdos pronto e acabado dirigido ao aprendiz com um objetivo definido. A serviço deste processo educativo, a formação de novos educadores, nesta época, segue também este mesmo tipo de abordagem.

É com Rousseau que ocorre uma ruptura nessa proposta de educação estabelecida, ao colocar no centro do processo o que se sabe sobre o aprendiz e não, exclusivamente, o conteúdo a ser transmitido. Constata ele:

*"Não se conhece a infância: com as falsas ideias que dela temos, quanto mais longe vamos mais nos extraviamos. Os mais sábios apegam-se ao que importa que sabem os homens, sem considerar que as crianças se acham em estado de aprender." (ROUSSEAU, 1995, p.6)*

Seguindo para um caminho humanista, ele brada aos educadores que repensem sobre os objetivos de sua formação, quando diz:

*Que se destine meu aluno à carreira militar, à eclesiástica ou à advocacia pouco me importa. Antes da vocação dos pais a natureza chama-o para a vida humana. Viver é o ofício que lhe quero ensinar. Saindo de minhas mãos, ele não será, concordo, nem magistrado, nem soldado, nem padre; será primeiramente um homem. Tudo que um homem deve ser, ele o saberá, se necessário, tão bem quanto quem quer que seja; e por mais que o*

*destino o faça mudar de situação, ele estará sempre em seu lugar. (ROUSSEAU, 1995, p.16)*

Ademais, vale dizer que, na defesa da condição humana e na formação do futuro adulto, Rousseau (1995) pondera:

*Não se trata de fazer de vosso aluno um enfermeiro, um irmão de caridade, de afligir seus olhares com objetos contínuos de dor e de sofrimento, de levá-lo de um enfermo a outro, do local do patíbulo às prisões: é preciso comovê-lo e não empederni-lo ante os aspectos das misérias humanas. (ROUSSEAU, 1995, p.259)*

Notamos, assim, o ideal revolucionário educacional de Rousseau, tal qual hoje se persegue, sendo aquele voltado à formação de um homem livre, dotado de autonomia em suas decisões e escolhas em sua vida particular, de modo a adquirir qualidades durante sua formação que o possibilite se inserir na sociedade como um cidadão capaz.

Após os preceitos ditados por Comenius acerca de uma prática convencional de ensino, certamente aquela forma sistematizada de educar recebeu grande impulso com as ideias do filósofo e professor prussiano Johann Herbart, nas primeiras décadas do século XIX. Ele impôs um caráter de modernidade à prática educativa escolar, indo além do que havia sido posto por seus predecessores. Ele queria um método pedagógico fundamentado na instrução educativa. Para tal, ele promoveu uma distinção e ao mesmo tempo uma união entre educar e instruir, binômio este que virá a ser um dos pilares da pedagogia tecnicista. Destarte, a educação se preocupa em formar o caráter e aprimorar o ser humano. A instrução por sua vez veicula uma representação do mundo, transmite conhecimentos novos, aperfeiçoa aptidões preexistentes e faz despontar capacidades úteis (HILGENHEGER, 2010).

Desse modo, Herbart apoiou a didática nestes dois pilares, sendo ambos com caráter puramente cognitivo. Com estudos voltados para a filosofia da mente, Herbart é considerado o precursor da psicologia educacional, e assim teve que proceder para apoiar sua ação educativa-instrutiva em pressupostos psicológicos aplicados à sua teoria da aprendizagem.

*Para Herbart, a mente funciona com base em representações – que podem ser imagens, ideias ou qualquer outro tipo de manifestação psíquica isolada. O filósofo negava a existência de faculdades inatas. A dinâmica da mente estaria nas relações entre essas representações, que nem sempre são conscientes. Elas podem se combinar e produzir resultados manifestos ou entrar em conflito entre si e permanecer, em forma latente, numa espécie de domínio do inconsciente. (FERRARI, 2008).*

Nota-se, então, o caráter cognitivo objetivado por Herbart, na medida em que se preocupa com os processos mentais de seu aprendiz como modo de direcionar sua formação, já que, para ele, o jovem é moldado por ações externas.

Pelo exposto, Herbart molda mais um tentáculo da educação tradicional, na qual o aluno, passivamente, é um receptáculo de conteúdos planejados para sua mente e para os objetivos a que se destinava em sua época. Sua teoria obteve bastante adesão em praticamente todo o ocidente na segunda metade do século XIX até o seu declínio no início do século seguinte. Todavia, duas grandes contribuições foram deixadas por Herbart: primeiro, o fato de ter tornado a Pedagogia uma ciência, organizada com objetivos claros, método definido e passível de experimentação, sendo esta um instrumento necessário para sua validação. Por conseguinte, introduziu a psicologia como um dos pilares da educação, vinculando-a às teorias da aprendizagem, trabalho que seria em seguida levado a cabo na obra do suíço Jean Piaget.

No Brasil, o processo educativo foi sendo moldado como consequência de sua própria evolução histórica, a ver, e nos objetivos a serem alcançados, sendo estes tantas vezes estabelecidos em função de uma ordem política e social vigente. Dentro desse quadro, o olhar pedagógico visitava duas concepções diferentes de educação, aquelas que subordinam a prática à teoria, e outras que, inversamente, subordinam e dissolvem a teoria na prática (Saviani, 2005). No Brasil, no alvorecer de sua colonização, a primeira concepção foi priorizada, a chamada pedagogia tradicional, na qual o trabalho era desenvolvido com base nas teorias do ensino, ou seja, tendo por ferramenta o “como ensinar”. Este mo-

delo de ensino era cabível para aquele momento histórico e aceitável por diversas razões, como a necessidade por parte de Portugal de se apropriar efetivamente das terras recém descobertas e, uma vez estabelecida sua presença física, moldar uma sociedade colonial com base em seus preceitos políticos, sociais e morais, contando para isso com a Igreja católica para manter a ordem estabelecida.

Tendo em vista esse objetivo, podemos afirmar que a educação formal, escolarizada da maneira tradicional como observamos ainda hoje, foi instaurada no Brasil com a chegada dos padres jesuítas da “Companhia de Jesus”, junto com os primeiros colonizadores portugueses. Já em 1553 iniciaram as atividades evangelizadoras e pedagógicas dos jesuítas nas regiões da Bahia e São Vicente.

*Na Bahia os jesuítas chegaram com a comitiva do primeiro governador-geral do Brasil, Tomé de Sousa, em 1549. Dirigidos pelo padre Manuel da Nóbrega, eles receberam da Coroa portuguesa o monopólio das atividades de catequização dos indígenas. Em São Vicente, o padre Leonardo Nunes ficou encarregado de construir a primeira escola-seminário, que funcionava como igreja e colégio. O objetivo era formar sacerdotes e instruir os nativos e colonos. (BRAICK, 2015, p.16)*

Vemos aqui, claramente, a preocupação por parte da Coroa em agir rapidamente assentando solenemente o ensino nas novas terras descobertas, já com um viés religioso mediante um “acordo” oficializado com a igreja católica. E ainda...

*O Brasil nasceu à sombra da cruz. Não apenas da que foi plantada na praia do litoral baiano, para atestar o domínio português, ou da que lhe deu nome – Terra de Santa Cruz –, mas da que unia Igreja e Império, religião e poder. Mais. Essa era uma época em que parecia impensável viver fora do seio de uma religião. A religião era uma forma de identidade, de inserção num grupo social – numa irmandade ou confraria, por exemplo – ou no mundo. A colonização das almas indígenas não se deu apenas porque o nativo*

*era potencial força de trabalho a ser explorada, mas também porque não tinha “conhecimento algum do seu Criador, nem de cousa do Céu”. Isso foi fundamental para dar uma característica de missão à presença de homens da Igreja na América portuguesa. D. João III não deixou dúvidas quanto a isso ao escrever a Mem de Sá: “A principal causa que me levou a povoar o Brasil foi que a gente do Brasil se convertesse à nossa santa fé católica”. (PRI-ORE, VENÂNCIO, 2010, p. 19)*

Posteriormente, outros colégios foram fundados. José de Anchieta e Manuel da Nóbrega construíram em 1554 o colégio de São Paulo, tido como marco inicial da fundação da cidade de São Paulo e que se tornou importante centro de evangelização de nativos, indígenas ou não. No Rio de Janeiro, primeiro colégio jesuíta, começou a ser construído em 1567 pelos padres Inácio de Azevedo e Nóbrega. No século XVII, os jesuítas expandiram suas ações ao nordeste e norte do Brasil.

Não iria demorar tanto para que a ação pedagógica dos jesuítas mostrasse seu real objetivo, qual seja, o de desvalorizar, descaracterizar ou mesmo descartar aspectos da cultura nativa, fazer os indígenas se desvincularem de suas tradições e costumes a ponto de, ao longo de poucas gerações seguintes já terem perdido sua identidade e verem seu grupo social dissipado e com poucas chances de reação. As práticas cotidianas dos padres eram apenas uma metodologia a serviço daquele objetivo principal.

Secundariamente, estenderam suas ações a filhos de funcionários da Coroa, colonos que aqui se estabeleceram e mestiços. A ação educacional dos jesuítas foi então se desenvolvendo progressivamente diante das demandas da colônia face ao incipiente desenvolvimento, aumento de natalidade e a necessidade de um relacionamento social com os índios. Era uma cooperação mútua entre a Igreja e a Coroa: os portugueses contavam com a ajuda dos religiosos para educar os jovens abastados e levar a doutrina religiosa aos do povo e aos índios – a catequese – com sua doutrina conservadora facilitadora da manutenção da ordem social, moral e política aos moldes de Portugal, ao mesmo tempo em que marcava sua propriedade e presença pioneira em um território ainda inalcançável pela expansão do protestantismo.

*À parte os seminários para a formação do clero, o exemplo mais bem-sucedido de novas escolas para leigos, recomendado pelo concílio de Trento, foi o das escolas dos jesuítas, campeões máximos na luta da Igreja católica contra o protestantismo. Além da formação dos próprios quadros, eles se dedicaram principalmente à formação das classes dirigentes da sociedade. (MANACORDA, 1992, p.202)*

Essa missão dos jesuítas evoluiu bastante a ponto de a própria Igreja sustentar a construção de unidades de ensino, na modalidade de internato, como conventos para as moças e colégios para os filhos de burgueses constituídos por senhores de engenho, fazendeiros, comerciantes e funcionários do alto escalão da administração portuguesa.

Assim, o ensino tradicional no Brasil Colônia foi bastante disseminado pelos jesuítas: nossos primeiros professores, que com o apoio irrestrito da metrópole ao longo de dois séculos no Brasil colônia, implantaram de maneira suprema um sistema de ensino que até nossos dias ainda exerce grande influência nas salas de aula. Os jesuítas haviam exercido grande influência em todas as camadas da sociedade brasileira ainda em formação por meio de sua atividade de ensino e sua metodologia, mas agora os objetivos da pedagogia de Nóbrega e Anchieta já pareciam ter sido alcançados e seu sistema educava o cidadão a serviço da ordem religiosa e não mais a serviço de Portugal. Então por divergências políticas e econômicas com a metrópole administrada pelo Marquês de Pombal, adepto do movimento Iluminista, e por manter um sistema educacional conservador que não mais se adaptava para acompanhar as transformações ocorridas no mundo que agora se moderniza, a Companhia de Jesus é expulsa de Portugal e do Brasil em 1759. Segundo orientações de Pombal, não haveria continuidade, o processo de ensino implementado pelos jesuítas seria totalmente desfigurado, e as reformas que seriam implantadas eliminariam tudo o que havia sido posto e substituído por novas propostas. Esta seria a primeira revolução planejada para o sistema educacional brasileiro, ao tentar instituir um sistema leigo de educação provido pelo estado. Mas o que se viu em seguida foi um desmantelamento do sistema educacional provocando ineficiência e retrocesso,

e que só seria remediado cinquenta anos depois com a vinda da Família Real portuguesa ao Brasil:

*A partir de 1808, com a vinda da família real portuguesa para o Brasil, ocorrem mudanças fundamentais na economia e na sociedade brasileira, de tal forma que, em pouco mais de dez anos, a evolução brasileira foi maior do que nos três primeiros séculos após a descoberta... Nesse período, foram criadas as Escolas de Medicina, de Marinha, de Guerra e a de Comercio, bem como livraria, museu e a imprensa regia. Graças a esta ultima, em 1813, foi publicado no Brasil, o primeiro livro de Filosofia. É também dessa época o Real Colégio de São Joaquim, que, mais tarde, foi denominado Pedro II, no Rio de Janeiro (MOTTA, 1997).*

A chegada do século XVIII já mostrara um papel preponderante dos avanços científicos, seja em teoria ou na prática. Basta lembrar que em meados deste século a revolução industrial europeia procede à introdução das atividades fabris, com máquinas que substituem vários operadores, máquinas a vapor revolucionando os transportes. A classe burguesa já consolidada acumula capital e necessita aplica-lo em uma vida mais confortável ao tempo em que investe em novas formas de produção e lucro. A chegada da ciência como um ente que poderia impulsionar as novas exigências educacionais, sociais e econômicas, foi a realização prática de tudo o que já havia sido proposto por pensadores e cientistas com vitalidade moderna, fruto de trabalhos de envergadura proposicionados desde o século anterior. Galileu destacou o método experimental como sendo essencial para respaldar argumentos científicos, seguido por John Locke convicto de que por este caminho as ideias têm sua origem externamente ao indivíduo. Na outra extremidade, Isaac Newton e René Descartes mediante o método racional como ponto de partida para se chegar à verdade. O século XVIII desponta então como o século das luzes por enfatizar o uso da razão na busca do conhecimento para esclarecer a sociedade e dominar a natureza. O ser humano agora estende os domínios da razão também nos planos político, econômico e moral. Os autores e defensores desses ideais são por isto denominados de iluministas ou ilustrados.

*[...] a maior parte dos iluministas tinham uma fé inabalável na razão humana. Essa característica era tão marcada que muitos também designam a época do Iluminismo francês simplesmente por "racionalismo". A nova ciência da natureza tinha mostrado que a natureza estava organizada racionalmente. Para os filósofos do Iluminismo, a sua tarefa era criar um fundamento para a moral, a ética e a religião que estivesse de acordo com a razão imutável do homem. E isso conduziu ao verdadeiro pensamento do "Iluminismo". (GAARDER, 1995)*

A razão originada na mente humana e o experimentalismo apoiado na natureza se unem em prol da modernidade científica, política e social. O racionalismo e o empirismo estão fortemente ligados, se complementam na medida em que um triunfa em detrimento do outro (BACHELARD, 1978).

A relação professor-aluno havia sido desgastada por um processo de ensino ditatorial aliado a modelo de estímulo-resposta não sendo capaz de levar à frente cidadãos que, diante de um mundo em rápidas transformações, eram desafiados em suas capacidades de gerir, criar, descobrir, discutir. A própria didática, já como ciência, vê-se inter-relacionada a outras áreas, como a biologia e a psicologia, as quais também se desenvolvem rapidamente. Assim, ao final do século XIX, o liberalismo, a revolução industrial bem como suas consequências e novas exigências econômico-sociais estavam em estágio adiantado, quando começa a tomar corpo uma nova concepção de educação, a *Escola Nova*. Nesse caminho, Dewey (1979), um de seus precursores mostrando seu descontentamento com a educação tradicional, clamava que todos olhassem para frente em busca de um novo movimento em educação adaptado à necessidade presente de uma nova ordem social. Os seguidores desta doutrina educacional se mostravam opositores da ideia "educação pela instrução", de Herbart.

Para os chamados *escolanovistas*, havia que ser dado uma atenção mais ampla aos aspectos internos e subjetivos no processo didático, haja vista os avanços realizados no campo da psicologia infantil principalmente. O aluno como passa a ser um sujeito ativo dentro do processo de ensino e apren-

dizagem. Em seu modelo escolar, percebiam ser o caminho para a democratização da educação e para a redução das desigualdades sociais, ao tempo em que davam impulso às novas práticas pedagógicas e didáticas mais ativas, exigidas por um mundo de acelerado crescimento urbano e industrial. Para tal, sua didática exigia uma metodologia contemporânea, e com um viés positivista, espectralizada nas descobertas da ciência e sua capacidade de explicar as relações entre os homens e o mundo observável.

A Escola Nova teve no Brasil o educador Anísio Teixeira como seu precursor e incentivador, que, com o apoio de outros intelectuais, organizou e publicou em 1932 o *Manifesto da Escola Nova*. Estes ideais iriam encontrar grande resistência num Brasil que, na década de 30, mantinha como um verdadeiro padrão o ensino tradicional: foco no professor e no conteúdo por ele ministrado, verificação de rendimento apenas voltada para o aluno e por meio de notas numéricas ou conceitos objetivos, além da valorização dos conteúdos que eram despejados na mente dos alunos, como apregoava Herbart. Este tipo de educação era um modelo sociocultural exigido por um momento político dominante, sem possibilidade de contestação ou rupturas, apenas visando à continuidade de um sistema estabelecido, à base do “faça o que se pede”. E é contra isso que se insurge a Escola Nova, ao objetivar a implementação de atividade prática e a liberdade de pensamento como importantes componentes do processo educacional.

*"O princípio é que os alunos aprendem melhor realizando tarefas associadas aos conteúdos ensinados. Atividades manuais e criativas ganharam destaque no currículo e as crianças passaram a ser estimuladas a experimentar e pensar por si mesmas. Nesse contexto, a democracia ganha peso, por ser a ordem política que permite o maior desenvolvimento dos indivíduos [...]" (FERRARI, 2008).*

Notamos, assim, o grande salto qualitativo dado por Dewey em direção a uma nova maneira de entender a escola e seu papel para com os alunos. É visível como sua atenção está centrada na capacidade de pensar dos alunos. Para ele a eficácia do processo residia na troca de ideias, sentimentos, experiências pelo grupo de pessoas envolvidas na cena educativa. Situações práticas

do cotidiano de uma sociedade que se tornava complexa e desafiadora deveriam ter um caminho encurtado até o alcance do aluno. O papel da escola e do professor é a de projetar na escola um mundo em pequena escala, simplificado, levando o jovem a entender o mundo e o que nele acontece. A partir de então começava a diminuir a distância entre vida e educação.

A passagem do século XIX ao XX foi repleta de crises e também de ideias em prol de soluções. A pedagogia a esta altura já é uma ciência interdisciplinar, posto que, voltada aos anseios da sociedade, era alvo de idealismos de várias áreas do conhecimento humano. Grandes contribuições foram colocadas por pensadores sociais, filósofos, clérigos e cientistas cujas formações não estavam originariamente ligadas ao ensino escolar. Associada à linha de um novo processo educativo, vimos, assim, a chegada da Escola Nova. Em caminhos paralelos e em mesma direção, notáveis contribuições foram postas pelo belga Ovide Decroly e pela médica e italiana Maria Montessori (1870-1952). Estes nos brindaram com um método em que pressupunha a criança como um ser humano integral, invertendo o foco da escola tradicional colocando o aluno no centro do processo de aprendizagem e o professor como observador e mediador. Segundo seus preceitos, a educação se dava principalmente pelas atividades sensorial e motora tendo como meio a liberdade de aprendizagem que garantia a independência e a iniciativa do aluno. Foi mais um golpe na abordagem tradicional, a qual Montessori ignorava, e que segundo Decroly, engorda fisicamente e entorpece mentalmente (FERRARI, 2008). Suas mudanças eram perceptíveis logo na ergonomia do ambiente, não tendo os alunos lugares marcados e tampouco o professor, pois este circulava pelo ambiente observando, dialogando e ajudando os alunos. Apesar de ter sido moldado para o ensino na infância, seu plano é essencial e pode ser cabível para alunos em qualquer estágio do ensino básico ou ao professor que deseja trabalhar com atividades experimentais.

*"A educação Montessoriana está no próprio educando, tem por objetivo levar o ser ao conhecimento consciente do real. Ser consciente do real é conhecer o mundo exterior (o não eu) e o mundo interior (o eu); para isso se impõe o método experimental, compreendendo que desta*

*forma o ser toma conhecimento do real pelas atividades que realiza." (COSTA, 2001).*

O sistema educacional brasileiro veio ao longo do século XX passando por diversas outras transformações, seja por ordem administrativa estatal ou mediante o apelo da sociedade civil como foi a Escola Nova. Na era Vargas, foram moldadas duas reformas no ensino pelos seus ministros da educação, uma já em 1930, por Francisco Campos, e em 1942 por Gustavo Capanema. Foram reformas profundas que se contrapunham a tudo o que prescrevia o escolanovismo, na medida em que, principalmente a reforma Capanema, objetivava agora colocar a educação a serviço da nação – educação moral e cívica – e não voltada para a vida ou à cidadania. O ensino tradicional mostrava sua face mais perniciosa, na medida em que o conceito de educação se viu ameaçado por um projeto estatal que promovia um ensino estratificado em categorias sociais. Às classes populares, à qual era oferecida apenas o ensino primário – hoje conhecido como fundamental menor – seria destinada à instrução técnica profissional, haja vista a criação do Senai (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial). O acesso aos ciclos ginasial e colegial – este hoje o ensino médio – só era permitido mediante exames de admissão, o que o tornava inacessível aos estudantes das classes econômicas baixas, e facilitava o acesso ao ensino superior que assim ficou reservado à elite sócio-econômica. O ensino prosseguia agora de forma totalmente anacrônica, como há séculos, com aulas enciclopédicas e tradicionais no sentido mais agudo, acrescentando-se também mais uma vertente, qual seja, o ensino tecnicista que se enraíza num Brasil que se industrializa e urbaniza na tônica do progresso norte-americano e europeu do pós-guerra. Esta abordagem, como diz a descrição, vai a fundo no conceito de ensino tradicional, com ensino centrado no professor-instrutor, cabendo ao aprendiz absorver os conteúdos na forma de procedimentos e passos reprodutíveis, voltado principalmente para a formação de mão de obra tão necessária num mundo cada vez mais tomado pelas máquinas.

Em 1961, foi escrita a primeira Lei de Diretrizes e Bases da educação, com a qual pouca coisa mudou. Conservadora e elitista, continuava com vários

vícios das normas estatais anteriores, tal como a de manter inúmeros obstáculos ao progresso dos alunos na escola. Essa é, aliás, uma realidade que só começa a mudar a partir dos anos de 1980. (PALMA FILHO, 2005).

Em 1985, o Brasil redemocratiza-se e, três anos depois, em 1988, é promulgada nossa nova Constituição Federal, com avanços significativos não contemplados por legislações passadas. A educação passou a ser um direito social, tornando todos os entes públicos responsáveis pelo acesso à cultura, à educação e à ciência. Passou a ser também universalizada e gratuita, descentralizada e cidadã, como direito e responsabilidade de todos, inclusiva, portanto, contribuindo para preparar o indivíduo não só para o trabalho, mas também para a vida e para a cidadania. Há de se destacar, na Magna Carta de 88, por estabelecer ligação direta com os meios e propostas de exercício do magistério, o Art. 206, inciso V, que dá liberdade de ação dos atores do processo educacional, ao preconizar:

*II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber;*

*III - pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas [...]. (Brasil, CF, 1988).*

Temos aqui, ao menos em intencionalidades, o respaldo oficial para que o professor, e todos os atores envolvidos no processo de ensino e aprendizagem possam agir com plena liberdade em suas tarefas. Ficou aberto o caminho para a criatividade pedagógica, na qual o professor pode experimentar diversos mecanismos alternativos, conhecidos ou por ele criados, que promovam o encontro do aluno com uma aula diferente da tradicional, na qual possa se inserir como sujeito que observa, reflete, indaga, tem vontades, encanta-se, interage e cresce em seu aprender.

## **1.2 Experimentalismo como Ferramenta de Ensino**

Em uma conjuntura em que as transformações se processam de modo cada vez dinâmico, mais rápido, a aula tradicional ganha novos contornos na

modernidade sem, contudo, deixar de partir da exposição oral como recurso pedagógico indispensável que remete ao ato de transmitir conhecimentos, saberes e valores de geração em geração.

Assim, de modo contextualizado, a tradição se mantém ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Porém, se, epistemologicamente, da tese à síntese, há um referencial de muitas transições, o dialogismo e a interatividade renovam o papel social do professor, do aluno e da escola. Cabe ao professor mais do que repassar; cabe ao aluno mais do que obedecer; cabe à escola mais do que “*formar*”.

Por conseguinte, diferente do tradicionalismo – que tem por base o apego à tradição; o conservadorismo exacerbado – a tradição cumpre a sua finalidade máxima ao reforçar o papel de cada sujeito, bem como de sua identidade ao incorporar diferentes estratégias, entre as quais a demonstração tende a facilitar a aprendizagem de modo significativo.

Nestes termos, a demonstração, enquanto experimentação, apresenta-se como ferramenta de apoio que reforça a prática pedagógica, auxiliando a compreensão da estrutura superficial e profunda de conceitos teóricos abstratos, que dialogam, da teoria à prática, com metodologias de ensino as quais se propõem a um fazer didático interativo, participativo, produtivo, engajado com a compreensão de um conhecimento concreto, sensorial, palpável cognitivamente.

Assim, da mesma forma como Lygia Bojunga (2009), no célebre conto “A Professora e a Maleta”, em que diferentes métodos de demonstração são apresentados pela docente para somar-se ao modelo tradicional de ensino aplicado aos discentes, recendo esta professora uma resistência à sua metodologia, com a experimentação, na presente dissertação, também é possível que o professor possa encontrar resistência à realização dos experimentos, porém, o docente deve argumentar que tal conjunto de experiências é na verdade uma ferramenta educacional cuja finalidade é ter a possibilidade de facilitação e reforço da aprendizagem dos conceitos físicos eletrodinâmicos abordados na aula tradicional e que tal experimentalismo utiliza o tato, órgão sensorial humano que não foi utilizado na aula tradicional, portanto, tal experimentação tende a somar e não subtrair os conceitos físicos previamente estudados. .

## **CAPÍTULO 2**

### **REFERENCIAL TEÓRICO E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo, aborda-se o embasamento teórico, bem como pesquisas bibliográficas auxiliares que nortearão a descrição do produto aqui desenvolvido. Para tal, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) e a Teoria de Vygotsky, passam a ter fundamental importância neste contexto.

#### **2.1 A Escola na Formação do Conhecimento Científico**

Oficialmente, a escola é formalmente a instituição onde ocorre socialmente a construção dos conceitos físicos e do conhecimento científico. Emite documentação jurídica, tais como boletins, certificados e/ou diplomas, atestando perante a sociedade que determinado cidadão é detentor de um conjunto do saber científico.

A sociedade prima pela necessidade constante do refinamento deste saber por parte da escola com relação ao discente e, neste sentido, o docente, visando tal objetivo, necessita de técnicas e ferramentas educacionais que somem ao processo cognitivo de apreensão e retenção destes saberes formais. Portanto, a humanidade, como conjunto social de pessoas, necessita constantemente aprimorar a cognição destes saberes científicos por parte das pessoas que oficialmente as possui. Neste sentido, a estimulação e incentivo para a criação de novas técnicas, aprimoramentos e ferramentas educacionais nos discentes é fundamental.

Para tal, a sociedade cria instituições que fomentem, ao longo do tempo, a participação dos docentes neste processo de criação de objetos educacionais e neste âmbito, no Brasil, destaco a Instituição Sociedade Brasileira de Física (SBF) que tomou a iniciativa da criação do Mestrado Profissional no Ensino de Física (MNPEF) atendendo as necessidades do ensino em nossas bases educacionais, qual seja, uma pós-graduação de caráter profissional voltada para professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal na Área de Física. Neste sentido, o MNPEF possui o objetivo de capacitar e aprimorar, em nível de mestrado, uma parcela muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos da Física, de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula e estratégias com recursos de mídia eletrônica,

tecnológicos, computacionais ... para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos com o intuito de estimulação e, conseqüentemente, possibilidades facilitadoras no processo de armazenagem do conhecimento científico.

O Brasil possui características geométricas de um continente e igualmente são seus problemas, em todos os setores. Portanto, atitudes como a da SBF de criação do MNPEF é altamente salutar para atingir todo o território nacional e, neste caminho, visando esta difusão de oportunidade para a classe docente do ensino básico, o MNPEF criou polos distribuídos pelo País. Especificamente, a região norte do Brasil possui uma distância geométrica que dificulta a permuta no transporte físico com as regiões sul e sudeste mais desenvolvidas. Neste sentido, a criação do polo do MNPEF na Universidade Federal do Pará (UFPA) é um avanço significativo no desenvolvimento do aprimoramento da classe docente em nossa tão carente região e graças a esta iniciativa é que estou produzindo um produto experimental educacional que poderá aumentar o repertório de ferramentas educativa e estimuladora neste processo importante de ensino e aprendizagem em nosso País.

### *2.1.1 Orientações Oficiais para o Ensino de Física no Ensino Médio*

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) para o Ensino Médio de Física aponta para a necessidade do aluno após acabar o ensino médio, mesmo que não continue seus estudos, tenha a capacidade intelectual para aplicar os conceitos físicos apreendidos, e pertencente ao seu armazém cultural, ao mundo que o cerca.

*"A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCN. Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias*

*profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem. [...] Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado."*  
(BRASIL, PCN+, p. 1 e 2)

Então, a escola como instituição educacional formadora destes conceitos físicos e conhecimentos científicos necessita de instrumentos educacionais para cooperar com a aula tradicional para atingir tais objetivos. Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) direcionam para uma necessidade prima de se agregar valores às aulas tradicionais.

*"De certa forma, a sinalização efetuada pelos PCN é explícita quanto ao que não conduz na direção desejada e vem sendo percebida com clareza pelos professores. O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média."*  
(BRASIL, PCN+, p. 2)

Diante deste contexto, então, proponho alguns experimentos eletrodinâmicos para que sirvam de elementos agregadores às aulas dialogadas e experimentais, sendo utilizados como um instrumento educacional que possa facilitar o entendimento físico dos conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, associação série, associação paralelo, associação mista, curto-circuito e circuito em aberto.

*"Para permitir um trabalho mais integrado entre todas as áreas de Ciências da Natureza, e destas com Linguagens*

*e Códigos e Ciências Humanas, as competências em Física foram já organizadas nos PCN de forma a explicitar os vínculos com essas outras áreas. Assim, há competências relacionadas principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da linguagem física e de sua comunicação, ou, finalmente, que tenham a ver com sua contextualização histórico e social."*

*(BRASIL, PCN+, p. 6)*

A utilização de tais experimentos como uma possibilidade de ferramenta facilitadora do processo de aprendizagem tem seu aporte na Teoria Histórico-Cultural ou Teoria Sócio-Cultural de Lev Semenovich Vygotsky.

## **2.2 A Teoria Sociocultural de Vygotsky**

Uma das características principais da teoria de Vygotsky é atribuir grande importância à interação social e cultural, procurando explicar como o processo de desenvolvimento é socialmente construído e como a aprendizagem e o desenvolvimento se relacionam. Sua questão central é a aquisição de conhecimento pela interação do sujeito com o meio.

De acordo com a Teoria Sociocultural, o indivíduo não nasce pronto nem é produto do ambiente externo. Na ausência de uma pessoa, o homem não se constrói homem. A vivência em sociedade é essencial para a transformação do homem, do ser biológico em ser humano.

Para Vygotsky, na relação entre sujeito e objeto no processo de construção do conhecimento, o sujeito do conhecimento não é apenas passivo, regulado por forças externas que o vão moldando, e não é somente ativo, regulado por forças internas, o sujeito do conhecimento é interativo.

Nesse sentido, abordarei as ideias de Vygotsky, que em minha concepção é, entre outros subsídios, fundamental para uma melhor compreensão da influência dos processos interativos no desenvolvimento das funções psíquicas superiores (processos voluntários, ações conscientes, mecanismos intencionais)

Segundo a Teoria de Vygotsky, a natureza do indivíduo é fundamentalmente social, pois desde criança o ser humano orienta suas atividades para a

comunicação com os demais pares que constituem o seu grupo social. Vygotsky explica que o processo de aprendizagem começa a partir de relações entre o pensamento e a linguagem. Neste ponto, a aprendizagem de conceitos, necessariamente, prima pela construção de estruturas cognitivas complexas que envolve a internalização desta realidade exterior a partir das características atributivas e significativas das palavras.

Vygotsky aborda as relações entre as funções psíquicas superiores e a função dos signos nos processos de interação e no desenvolvimento humano. Para ele, a cultura origina formas especiais de conduta, modifica a atividade das funções psíquicas e edifica novos níveis de comportamento humano. A ação da cultura sobre o ser humano reflete a ação do próprio homem, pois é ele quem cria a cultura.

Vygotsky define signo como todo estímulo criado pelo homem com a função de auto-estimulação e utilizado para condicionar a conduta, própria ou alheia. Esse novo princípio regulador da conduta surge na interação entre seres humanos. Vygotsky, dessa forma, evidencia que nossa vontade não é livre, pois depende de motivações externas.

Nesse sentido, os processos histórico-culturais são transmitidos por meio da interação social a partir de signos construídos pela humanidade e internalizados pelo indivíduo por diferentes motivos, vontades, necessidades ou interesses que contribuem de forma significativa para o desenvolvimento do comportamento humano. Ao empreendermos nosso estudo sobre o papel das demonstrações experimentais realizadas nas escolas, partimos de uma hipótese inicial sobre a possível influência e importância da motivação e da emoção no desencadeamento dos processos cognitivos fundamentais para a ocorrência da aprendizagem.

### *2.2.1 Aprendizagem e Desenvolvimento*

Na perspectiva de Vygotsky, a relação entre o desenvolvimento e a aprendizagem está atrelada ao fato do homem viver em sociedade, sendo a mola propulsora para esses dois processos. Dessa forma, esses dois processos estão intimamente ligados, apesar de não existir paralelismo entre eles. As concepções do teórico com relação ao funcionamento do cérebro humano indicam que

o cérebro é a base biológica, determinante para as reações inatas do organismo, e suas peculiaridades definem limites e possibilidades para o desenvolvimento humano.

Os fatores biológicos têm preponderância sobre os sociais somente no início da vida da criança. O fato de nascer com genes e base neurológica humana não é essencial para que ela internalize, sem interação com o meio social, os comportamentos característicos dos seres humanos construídos historicamente. Ela é dotada de funções psicológicas elementares, como os reflexos e a atenção involuntária, presentes em todos os animais mais desenvolvidos.

Quando a criança começa a interagir com o meio social e cultural em que está inserida, esses passam a intervir no comportamento e a instigar a evolução de seu pensamento. Parte das funções psicológicas elementares transforma-se no que Vygotsky chamou de processos psíquicos superiores, que são funções mentais tipicamente humanas, como memória, atenção voluntária, percepção e pensamento. Desse modo, as funções psíquicas superiores não são inatas, nem acompanham a evolução física da criança.

A capacidade de construir conhecimentos, adquirir habilidades, valores e atitudes, está intimamente relacionado ao contexto sociocultural onde a pessoa está inserida e se processa por meio de uma interação dialética. Ao mesmo tempo em que o sujeito transforma o seu meio para atender suas necessidades básicas, transforma-se também e no decorrer do tempo tal processo se repete e é conhecido como aprendizado em espiral.

Para Vygotsky, a aprendizagem não é sinônima de desenvolvimento. São processos distintos que estabelecem relações mútuas desde o nascimento da criança. Na realidade, a aprendizagem é que promove o desenvolvimento. O sujeito se desenvolve porque seus interesses e necessidades fazem com que ele aprenda. É como se o aprendizado, processo que progride de forma mais rápida, puxasse o desenvolvimento do sujeito e isto também está ligado à ideia de que o caminho do desenvolvimento está em aberto.

A aquisição da linguagem, segundo Vygotsky, caracteriza-se por apresentar duas funções básicas, pode ser um paradigma para explicar a relação entre aprendizado e desenvolvimento.

- A primeira função da linguagem: intercâmbio social

- ↳ As pessoas inicialmente desenvolvem a língua para se comunicar e conseqüentemente desenvolver um canal de intercâmbio social.
- A segunda função da linguagem: pensamento generalizante
  - ↳ As pessoas posteriormente utilizam a linguagem para classificação, tornando o entendimento mais geral.

Vygotsky estabelece que a relação entre pensamento e linguagem passa por várias mudanças ao longo da vida do indivíduo. Mesmo tendo diferentes origens e se desenvolverem de modo independente, numa certa altura, graças à inserção da criança num grupo cultural, o pensamento e a linguagem se encontram e dão origem ao modo de funcionamento psicológico mais sofisticado, tipicamente humano.

Dessa forma, a linguagem tem um papel de construtor e de propulsor do pensamento. “O aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer”.

Para Vygotsky, no desenvolvimento cultural, as funções psicológicas aparecem primeiro no nível social entre pessoas (interpessoal), ou seja, no contexto da vivência do indivíduo no ambiente, e depois no nível individual, no interior do indivíduo (intrapessoal). O processo de transformação de interpessoal para intrapessoal é um processo de reconstrução interna, chamado de interiorização.

Para ele, o processo de aprendizagem ocorre de forma dinâmica através de rupturas e desequilíbrios provocadores de reorganizações por parte do indivíduo e se desenvolve devido aos constantes diálogos entre o exterior, por meio de fatores concretos, e o interior do indivíduo, parte abstrata, com diferentes formas de manifestações, tanto intelectual, quanto verbal e de diversos graus de generalizações e assimilações.

Vygotsky nos faz compreender que a aprendizagem é mais do que a obtenção de capacidades para pensar. É a obtenção de muitas capacidades para pensar sobre uma diversidade de coisas ao mesmo tempo, e construir o conhecimento a partir do ato de pensar.

O teórico ressalta, também, a importância de se levar em consideração as potencialidades do indivíduo e o papel do outro durante o processo de ensino aprendizagem. Acredita que as relações interpessoais que o sujeito estabelece

em seu meio e o contato com o quadro histórico-cultural são fundamentais para a construção e desenvolvimento de novas potencialidades. Dessa forma, o desenvolvimento significa apropriação e reconstituição interna, pela pessoa, daquilo que foi aprendido.

Para Vygotsky, o aprendizado escolar se diferencia no desenvolvimento da criança, pois trata de conhecimentos sistematizados, principalmente conhecimentos científicos. Entretanto, destaca que o aprendizado se inicia muito antes da criança entrar para a escola.

Ele dá uma atenção especial à educação, por considerar que a mesma possibilita desenvolver modalidades de pensamento bastante específicas, possuindo um papel diferente e insubstituível, na apropriação pelo sujeito da experiência culturalmente acumulada. Acredita que a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico e racional. É o lugar onde a intervenção pedagógica intencional desencadeia o processo ensino e aprendizagem. Daí a necessidade de refletirmos sobre a relevância que a escola exerce no desenvolvimento cognitivo do aluno. De acordo com Vygotsky, todo e qualquer processo de aprendizagem é ensino aprendizagem, incluindo aquele que aprende, aquele que ensina e a relação entre eles.

Para uma melhor compreensão sobre o papel do outro na aprendizagem e, por conseguinte, no desenvolvimento psíquico, Vygotsky concebeu o desenvolvimento humano em dois níveis.

- O primeiro nível de desenvolvimento é chamado por Vygotsky de nível de desenvolvimento real, caracterizado pelas funções psicológicas do indivíduo que já se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. Compreende as atividades e operações que a criança ou adolescente consegue fazer sozinha, porque ela já tem um conhecimento consolidado.
- O segundo nível de desenvolvimento é o nível de desenvolvimento potencial, refere-se ao conjunto de atividades que a criança ainda não domina, não consegue realizar sozinha, mas é capaz de realizar com o auxílio de alguém que lhe dê orientações adequadas (um adulto ou outra criança mais experiente).

Vygotsky, ao aplicar testes de inteligência em duas crianças, para verificar o desenvolvimento mental destas, constatou que, na maioria das vezes, havia uma equiparação ao nível do quociente intelectual, ou seja, ambas conseguiam resolver sozinhas os mesmos problemas. Porém, ao sugerir-lhes atividades mais complexas, além das suas capacidades de resolução independente, constatou que uma das crianças, com ajuda de pessoas mais experientes, conseguia resolver problemas que indicavam uma idade mental superior à da outra que, sob as mesmas orientações, não conseguia solucionar os problemas que a primeira resolvia. Chegou à conclusão de que, crianças com a mesma idade temporal não possuíam a mesma idade mental, pois a capacidade delas para aprender algo, sob a orientação de uma pessoa mais experiente, era diferente. As crianças estavam em níveis de desenvolvimento potencial diferente. Consequentemente, o nível de desenvolvimento psíquico de um aluno não pode ser determinado apenas pelo que ele consegue construir sozinho; é necessário conhecer o que ele consegue realizar, muito embora ainda precise do auxílio de outras pessoas para fazê-lo.

### 2.2.2 Zona de Desenvolvimento Proximal

Esses estudos remetem a outro célebre conceito do pensamento vygotskyano muito importante para a educação: a *Zona de Desenvolvimento Proximal*, ou também denominada *Zona de Desenvolvimento Proximal*. Vygotsky destaca que o “bom aprendizado” é aquele que está à frente do desenvolvimento. Para ele, a escola deve guiar o ensino não para etapas intelectuais já atingidas pelo aluno, mas, sim, para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, funcionando como um incentivador de novas conquistas psicológicas. Nesse sentido, a aplicação da *Zona de Desenvolvimento Proximal* contribuirá para que os educadores tenham uma compreensão mais ampla sobre o desenvolvimento intelectual do aluno, possibilitando planejar de forma mais eficaz o futuro imediato deste, bem como o seu estado dinâmico de desenvolvimento.

Desta forma, o docente tem a função de organizar o ambiente de ensino e mediar o processo de aprendizagem impulsionando o desenvolvimento do aluno. É necessário que o professor afine bastante a sensibilidade para obter

informações fundamentais sobre o que é preciso para o apoio educativo, e tais informações podem ser obtidas através da criação de *Zona de Desenvolvimento Proximal* e da participação direta do aluno nas aulas.

Segundo Vygotsky, o aprendizado direcionado para os níveis de desenvolvimento que já foram alcançados pelo aprendiz é ineficaz, já que não se encaminha para um novo estágio do processo de aprendizagem. Para ele, a interação entre a pessoa mais experiente e o aprendiz deve estar situada nos limites da *Zona de Desenvolvimento Proximal*, pois possibilita ao aprendiz oportunidades mais efetivas para seu desenvolvimento mental, ou seja, desperta diversos processos internos de desenvolvimento, que se manifestam quando ele interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus pares. Logo, a aprendizagem é a grande responsável por instituir a *Zona de Desenvolvimento Proximal* nos sujeitos.

A *Zona de Desenvolvimento Proximal* é de cunho dinâmico e complexo, apresentando restrições diversificadas de indivíduo para indivíduo em relação a diferentes âmbitos de desenvolvimento, tarefas e conteúdos. É necessário salientar que os alunos são originários de vários meios socioculturais distintos e são herdeiros de toda a evolução genética e cultural a que estão submetidos. Além do mais, possuem capacidades cognitivas diferentes de apreensão da realidade. Conseqüentemente, a sala de aula dispõe de um corpo discente bastante heterogêneo em que cada um dos alunos tem sua história diversificada. Nesse contexto, existem diversas *Zonas de Desenvolvimento Proximal*, cada uma conforme aquilo que o aluno já sabe, relacionada aos conteúdos escolares determinados, em vista disso, não é uma zona estática, na qual apenas um método pode ser utilizado.

No intuito de compreender melhor o conceito de *Zona de Desenvolvimento Proximal*, Vygotsky reavalia o papel da imitação na sua relação com o processo ensino-aprendizagem. “Um princípio intocável da psicologia clássica é o de que somente a atividade independente da criança, e não sua atividade imitativa é indicativa de seu nível de desenvolvimento mental”. A atividade imitativa era considerada um processo meramente mecânico de cópia do real, que contribuía apenas para a formação de habilidades e acumulação de conhecimento.

Vygotsky entende que, apesar de não descartar a possibilidade de que exista momentos em que a imitação se torne meramente um fazer mecânico, a

atividade imitativa envolve não só a aplicação das capacidades próprias do aprendiz, mas também uma atividade mental de interpretação e significação das ações que estão sendo realizadas. Em outras palavras, é a reconstrução interna, por parte do indivíduo, daquilo que ele observa, nos outros, ao executar ações que estão além de suas próprias capacidades, constituindo-se num dos possíveis caminhos para o aprendizado. Vygotsky ressalta, também, que os animais não têm a capacidade de aprendizado, no sentido humano do termo, nem de desenvolver seu intelecto, pois não possuem *Zona de Desenvolvimento Proximal*. Assim, utilizou outro exemplo para esclarecer que, só é possível a imitação de ações que estão dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal do sujeito.

Então, é importante a mediação do professor, pois quando o aluno não consegue realizar determinada atividade sozinho, consegue com a ajuda de alguém mais experiente. Neste caso temos presente o seu nível de desenvolvimento proximal.

### **2.3 Aporte Teórico do Produto**

Em face dos elementos da teoria de Vygotsky, citados anteriormente, verifiquei que os mesmos são os subsídios teóricos que corroboram para utilização de todas as demonstrações experimentais praticadas pelo professor, cujo objetivo é, além de despertar a atenção e o interesse do aluno em sala de aula, facilitar a mediação dos conceitos físicos para que o aluno tenha um substrato psicológico para maximização de sua percepção cognitiva e conseqüentemente uma melhor aprendizagem face à aula apenas tradicional.

Segundo Vygotsky, todo conhecimento de origem científico é de origem formal e, portanto, são conhecimentos sistematizados que são apresentados ao discente para que possam ser apreendidos através de um sistema de relações associado às ciências sociais, línguas, matemática, ciências físicas, filosóficas e naturais. São conhecimentos de conceitos e fenômenos sistematizados e hierarquizados formalmente. Por outro lado, o conhecimento espontâneo não é de origem formal, sendo constituído por conceitos que não sistematizados e nem organizados hierarquicamente, são assentados em situações particulares de cada discente e adquiridos experimentalmente através do convívio cotidiano.

*“O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos - cabe pressupor - são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. [...] independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo de duas formas de pensamento que desde o início se excluem” (Vygotsky, 2001, p. 261).*

Portanto, o docente em seu papel de educador não pode desconsiderar que os estudantes não vêm para a escola com um repositório cultural vazio, mas sim com um entendimento e explicações próprias para alguns fenômenos e conceitos físicos inerente ao seu conhecimento espontâneo, informal, que pode ser (na maioria das vezes o é) distinto do entendimento e explicação do conhecimento científico. Este repertório é formado por modelos implícitos, com os seus sistemas de interpretação e elaboração de teorias, construídos no decorrer de sua experiência histórica e social e que utilizam para interpretar a sua realidade. Os sistemas de interpretação auxiliam na compreensão de fatos e ações sobre a realidade. São estruturas de conhecimento muito importantes que facilitam o processamento da informação podendo ser bastante complexa e sendo inerente a cada aluno e suas relações empíricas com o mundo, dado suas vivências e convivências. E neste sentido o educador deveria sondar o conhecimento espontâneo que o discente carrega em seu repertório cultural, por exemplo, alunos numa escola da zona rural terão conhecimentos espontâneos bem distintos dos discentes de uma zona urbana. Neste aspecto, o professor adequaria sua mediação de acordo com a teoria da zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky, pois este pontua a interação dinâmica entre estes dois conhecimentos ou sistemas, que acontece numa via de mão dupla: os conceitos científicos possibilitam realizações que não poderiam ser efetivadas pelo conceito espontâneo e vice-versa. Ou seja, os conceitos científicos não são assimilados em sua forma já pronta, mas sim por um processo de desenvolvimento relacionado à capacidade

geral de formar conceitos, existente no sujeito e os dois são partes que se completam.

A aprendizagem dos conceitos científicos é possível graças à escola com seus processos de ensino organizados e sistemáticos. Nestes processos, o ensino dos conhecimentos científicos implica em formas particulares de comunicação, diferentes de outras formas comunicativas. Sendo assim, a palavra não é somente utilizada como meio de comunicação, mas como objeto da atividade de comunicação com a atenção voltada diretamente para a palavra, seus significados e inter-relações – os estudantes são conduzidos à participação de uma nova forma de prática social. Portanto, a formação conceitual sempre será o resultado de uma intensa e complexa operação com a palavra ou o signo, com a participação de todas as funções intelectuais básicas. Vygotsky assim argumenta sobre esta importante questão:

*"O processo de formação conceitual é irreduzível às associações, ao pensamento, à representação, ao juízo, às tendências determinantes, embora todas essas funções sejam participantes obrigatórias da síntese complexa que, em realidade, é o processo de formação dos conceitos. Como mostra a investigação, a questão central desse processo é o emprego funcional do signo e da palavra como meio através do qual o adolescente subordina ao seu poder as suas próprias operações psicológicas, através do qual ele domina o fluxo dos próprios processos psicológicos e lhes orienta a atividade no sentido de resolver os problemas que tem pela frente"*

(VYGOTSKY, 2001, p. 169).

## **CAPÍTULO 3**

### **PRODUTO COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL**

O produto deste trabalho foi concebido como projeto de minha dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), do Polo da Universidade Federal do Pará. É constituído de experimentos que abordam os conceitos iniciais da eletrodinâmica perpassando pela definição e fórmulas das grandezas explanadas em aula tradicional dialogada e constituindo-se num processo de montagem onde os elementos do circuito elétrico explicado é o próprio discente e neste contexto o discente é usado como se fosse o elemento elétrico estudado, inicialmente, um resistor ôhmico. É mostrado a construção e uso do aparato experimental com os elementos necessários para a execução das percepções das grandezas elétricas e conceitos físicos estudados, suas finalidades, bem como o processo de montagem e o princípio de funcionamento do mesmo. Ressalto, ainda, que todo o material utilizado na experimentação é de fácil aquisição e pequeno custo financeiro.

O produto visa à participação interativa dos discentes no intuito de estimular, instigar, provocar os participantes e não participantes da experiência, servindo como instrumento facilitador da mediação do professor no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos físicos iniciais da eletrodinâmica vistos, até então, teoricamente.

O primeiro experimento permite ao educador, identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre corrente elétrica e instigá-los a repensar seus conceitos já estabelecidos; o segundo experimento realiza a mesma ação citada anteriormente, porém, agora, com o conceito de densidade de corrente elétrica; o terceiro experimento aguça a percepção do aluno com relação a uma combinação série, inicialmente, de resistores; o quarto experimento explana o curto-circuito, inicialmente, em resistor e permitindo a quebra do paradigma cotidiano de que todo curto-circuito está relacionado com explosão; o quinto experimento abrange a concepção de circuito em aberto e a ideia de chaveamento em eletricidade; o sexto experimento mostra uma combinação paralelo e suas possibilidades de queima de um elemento de um ramo não comprometer a circulação de

corrente em outro ramo paralelo e o sétimo experimento é uma combinação mista e sua diferença e característica em relação à combinação série e paralelo. Por fim, repassa-se à classe discente uma atividade avaliativa para se ter um *feedback* dos possíveis refinamentos dos conceitos físicos abordados.

Por conseguinte, este produto pode ser utilizado por todos que desejem agregar valores às suas aulas tradicionais dialogadas, objetivando a melhoria do processo cognitivo dos conceitos eletrodinâmicos mencionados.

### 3.1 Segurança: Cuidados e Precauções

Como trabalhamos com tensão elétrica alternada de 110 V, ou 220 V, cuja corrente elétrica atravessa o tórax do indivíduo, entrando em um braço e saindo pelo outro, conforme Figura 1, neste caso, apenas 1,8% da corrente elétrica atinge o coração.



TRAJETO	PORCENTAGEM DA CORRENTE
Da mão direita para a mão esquerda	1,8%

**Figura 01:** Percurso da corrente elétrica

**Fonte:** < <https://pt.slideshare.net/lagoMendes/nr10-riscos-eltricos-20109251>>, adaptado.

Como medidas preventivas, o professor **DEVE**:

- **CERTIFICAR-SE** que o corpo dos participantes se encontra isolado da Terra, através dos calçados constituídos de materiais a base de isolantes elétricos.
- **EXCLUIR** da participação nos experimentos todas as pessoas que têm problemas cardíacos e/ou marca-passo.
- **OBSERVAR** que o Produto tem sua funcionalidade voltada para o 3º ano do ensino médio, portanto, não foi planejado e nem elaborado para ser realizado

em pessoas idosas e principalmente em crianças face o seu manuseio operacional.

- **TER UM CUIDADO EXTREMO** para não fechar curto-circuito na tomada, portanto, deve-se explicar o que é o curto-circuito na tomada e advertir os participantes do experimento para não o fazê-lo.

Ressalta-se que a intensidade de corrente elétrica média que leva perigo à integridade física do homem ou mulher é aquela cujo valor, na média, é superior à 10 mA, conforme Figuras 2, 3 e 4. Em nossos experimentos, portanto, a magnitude de corrente elétrica é inferior à 3 mA, para tal, sugere-se que o experimento em série seja feito inicialmente com um número de participantes entre dez (10) e quinze (15), pois uma quantidade bem maior torna a corrente elétrica muito pequena e, portanto, o formigamento quase imperceptível.

É importantíssimo que o professor produza uma **ADVERTÊNCIA** aos alunos para **NÃO** tentarem reproduzir estes experimentos em suas casas ou outros locais, pois sua execução foi estudada, planejada, para o ambiente de sala de aula, onde pode ser controlada e mediada pelo professor.

<b>INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA (60 Hz)</b>	<b>DANO BIOLÓGICO</b>
Até 10 mA	Apenas formigamento
De 10 mA até 20 mA	Contrações musculares
De 20 mA até 100 mA	Convulsões e parada respiratória
De 100 mA até 3 A	Fibrilação ventricular
Acima de 3 A	Parada cardíaca e queimaduras graves

**Figura 02:** Tabela de corrente e danos biológicos

**Fonte:** José E. R. Durán. Biofísica: Fundamentos e aplicações, 2003, pág.178. Adaptado.

### DIFERENÇA DE SENSações PARA PESSOAS DO SEXO FEMININO E MASCULINO

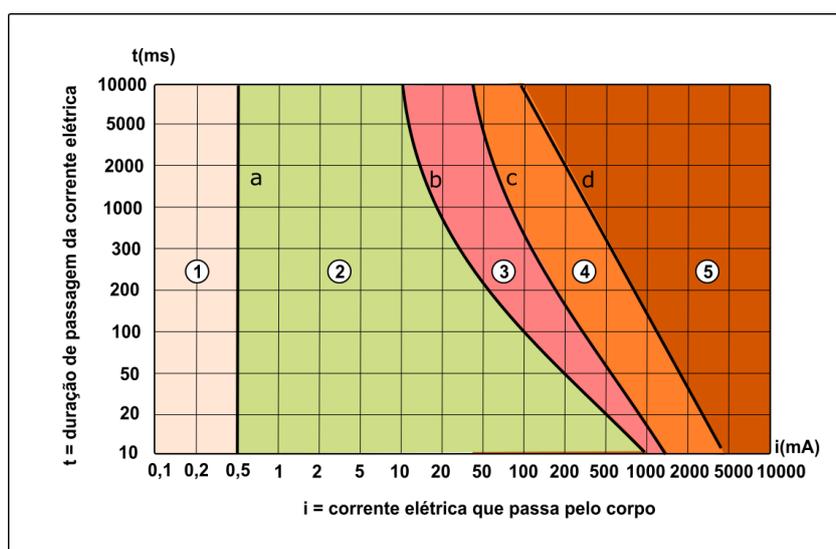
Efeitos	Corrente elétrica (mA)- 60Hz	
	Homens	Mulheres
Limiar de percepção.	1,1	0,7
Choque não doloroso, sem perda do controle muscular.	1,8	1,2
Choque doloroso, limiar de largar.	16,0	10,5
Choque doloroso e grave contrações musculares, dificuldade de respiração.	23,0	15,0

**Figura 03:** Tabela de corrente elétrica e efeito fisiológico por gênero

**Fonte:** FUNDACENTRO

Tendo em vista que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Órgão Oficial Elaborador de toda Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) para uso no Brasil, faz parte da comissão de estudos da *International Electrotechnical Commission* (IEC) - (em tradução livre: Comissão Internacional de Eletrotécnica), ela traduz e incorpora algumas normas para uso em todo o território brasileiro. A norma traduzida não deixa de ser internacional. É o caso da norma NBR IEC 60479-1.

A publicação, em 1984, da IEC 60479-1 define cinco zonas de efeitos para correntes alternadas de 50 ou 60 Hz e leva em consideração pessoas que pesam 50 kg e um trajeto de corrente entre as extremidades do corpo (mão à mão), a serem mostradas com adaptações na Figura 4.



**Figura 04:** Zonas de efeito da corrente alternada em adultos

**Fonte:** IEC 60479-1 (1984), Adaptado.

- Zona ① é aquela em que a corrente elétrica não produz reação alguma no corpo humano. Situa-se abaixo do chamado limiar de percepção (0,5 mA) e é representada pela região à esquerda da reta a da Figura 4. É importante salientar que esse valor varia de acordo com a pessoa, sendo menor para mulheres e crianças.
- Zona ② é aquela em que a corrente não produz nenhum efeito fisiológico perigoso. Está entre o limiar de percepção e a curva limite de corrente fisiologicamente perigosa (curva b) e é dada pela equação (1), onde  $i$  é o valor eficaz da corrente (mA),  $i_L$  é o limite de largar (valor eficaz) igual a 10 mA, (em mulheres) e  $t$  é o tempo de duração do choque.

$$i = i_L + \frac{10}{t}$$

Equação (1)

- Zona ③, compreendida entre a curva b e a curva c, não há risco de fibrilação ventricular, mas a corrente pode provocar outros inconvenientes, tais como: parada cardíaca, parada respiratória e contrações musculares, geralmente reversíveis.
- Zona ④, a corrente do choque elétrico pode provocar fibrilação ventricular, com uma probabilidade que vai de 0,5% (curva c) a 50% (curva d).
- Zona ⑤, situada após a curva d, há o perigo efetivo da ocorrência de fibrilação ventricular, conforme Figura 4.

Portanto, o Produto tem sua aplicabilidade de acordo com a zona ② supracitada. Por conseguinte, sugere-se ao professor que faça uso de multiteste para mensurar os valores de tensão e corrente utilizados nos experimentos, comprovando assim a inexistência de perigo à integridade física de todos os participantes do experimento.

#### NOTA<sub>1</sub>:

Os valores medidos no multitestee são de grandezas eficazes, isto é, o valor médio quadrático das grandezas cujos comportamentos são similares às respectivas grandezas contínuas e constantes. Portanto, embora as grandezas sejam alternadas, seus comportamentos eficazes são semelhantes às respectivas grandezas contínuas, quais sejam: tensão e corrente elétrica.

#### NOTA<sub>2</sub>:

Sugiro que se coloque um FUSÍVEL, de valor 10 mA, em uma das extremidades do suporte de pegada.

### **3.2 Material Utilizado no Produto**

O produto inicialmente foi composto de material de custo zero, porém, posteriormente, foi adaptado para que a pegada da mão do participante tivesse um maior contato e um maior conforto ergonômico. Neste novo suporte houve facilidade na aquisição do material com um custo bem pequeno. Os multitestees simples, conforme Figura 6, não tem a funcionalidade de medir corrente alternada, então necessita-se de outros modelos de multitestee, conforme Figuras 7 e 8, com a finalidade de mensurar a corrente circulante nos participantes. Ressalta-se que este aparelho não é fundamental para a aplicação do produto, mas tão somente para demonstrar que nenhum indivíduo que participou do experimento correu risco de dano à sua saúde.

#### *3.2.1 Multitestee*

O multitestee pode ser utilizado para demonstrar ao discente que pode funcionar como voltímetro, amperímetro ou ohmímetro. Porém, no experimento, tem a finalidade de se comportar como amperímetro e comprovar que o valor médio da corrente elétrica não causa perigo de morte e/ou dano físico aos seus participantes.

Lembramos que não é qualquer multitestee que possui a característica de fazer a leitura de corrente alternada média. Portanto, mostramos a seguir três

multiteste disponíveis no mercado, em que apenas dois deles tem a capacidade de realizar tal leitura.

- 1º) Multiteste Modelo WORKER 100706: É de baixo custo, mais popular, e facilmente encontrado no mercado eletrônico, porém, não tem a funcionalidade de medir corrente alternada e, portanto, não serve para comprovar que a corrente circulante nos participantes é inferior à 10 mA, conforme Figura 5.



**Figura 05:** Multiteste Modelo WORKER 100706  
**Fonte:** Arquivo do autor

- 2º) Multiteste Modelo ICEL MD-5770: Possui mais funcionalidades e a possibilidade de mensurar correntes alternadas no intervalo de 2 mA até 2 A, além da possibilidade de medir a resistência de cada participante, posto que sua faixa de medida vai de 200  $\Omega$  à 20 M $\Omega$ . Este multiteste é encontrado no mercado eletrônico, porém, possui um custo um pouco maior que o modelo anterior e é muito bom para comprovar que a corrente circulante nos participantes é inferior à 10 mA, conforme Figura 6.



**Figura 06:** Multiteste Modelo ICCEL MD-5770  
**Fonte:** Arquivo do autor

3º) Multiteste Modelo CE-2000N: Possui as funcionalidades do 2º modelo, porém tem um intervalo de medida mais amplo para a corrente elétrica alterada (200  $\mu$ A à 10 A), resistência elétrica (200  $\Omega$  à 200 M $\Omega$ ) e voltagem (200 mV à 1.0000 V). Este multiteste tem um custo maior que o modelo anterior e é excelente para comprovar que a corrente circulante nos participantes é inferior à 10 mA, conforme Figura 7.



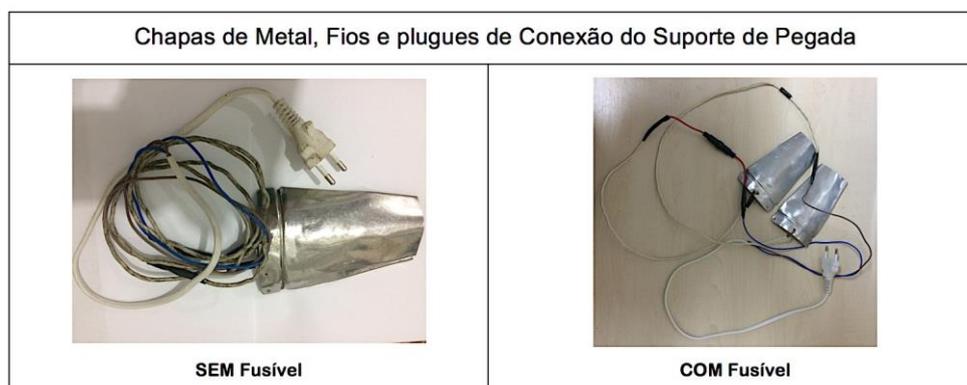
**Figura 07:** Multiteste Modelo CE-2000N  
**Fonte:** Arquivo do autor

## **OBSERVAÇÃO**

O multitestes não é necessário para a realização do experimento, é utilizado apenas para demonstrar que tal experiência não oferece risco à integridade física do participante.

### **3.2.2 Suporte de Pegada: Chapas de Conexão**

Para a realização da experiência precisamos conectar os participantes à tomada, para isto ocorrer, fiz a conexão entre duas chapas metálicas em dois fios elétricos que posteriormente terão suas outras extremidades ligadas num plugue para conexão com a tomada residencial, conforme Figura 8.



**Figura 08:** Partes Físicas do Primeiro Produto  
**Fonte:** Arquivo do autor

Sua confecção é simples, pois fiz um furo no metal e enrolei a extremidade do fio elétrico no mesmo, posteriormente fixei este enrolamento com fita elétrica isolante e o equipamento foi concluído.

Ressalto que tais chapas foram obtidas sem custo pois eram pedaços de uma bicicleta antiga, assim como também os fios e o plugue não tiveram custos pois foram obtidos de um ferro elétrico queimado. Somente comprei a fita elétrica isolante cujo custo é ínfimo.

### 3.2.3 Suporte de Pegada: Tubos de conexão

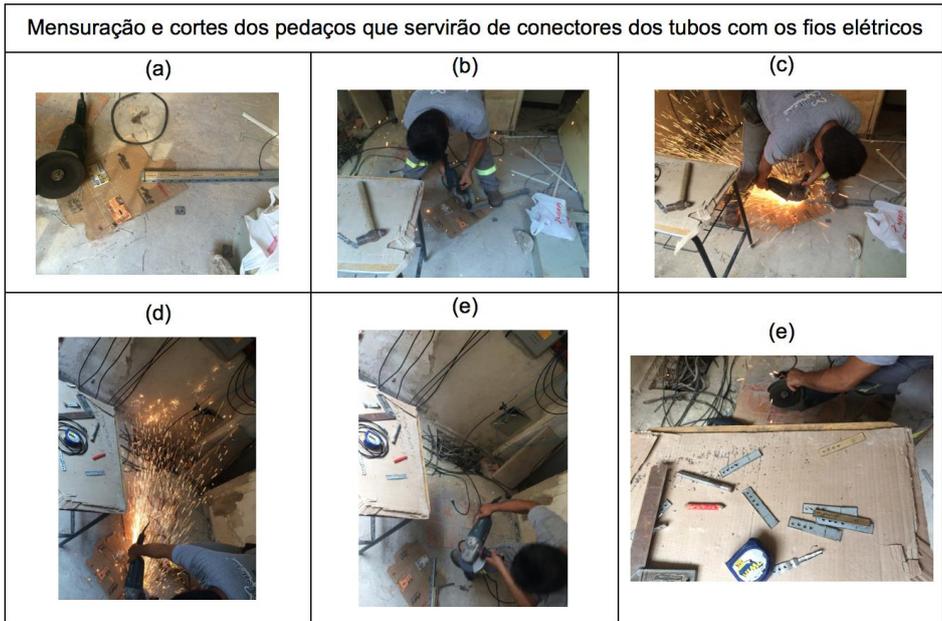
É uma proposta alternativa ao item anterior, a qual deixa, a meu ver, o instrumento mais fácil na pegada, facilitando o aumento da densidade de corrente e deixando-o mais bonito. Os procedimentos de sua construção são descritos a seguir.

Procedimento 1: Um pedaço de eletroduto de aço galvanizado com duas polegadas de diâmetro ( $\pm 50$  mm) foi cortado em quatro (4) partes que substituem as chapas e pequenos pedaços, do mesmo metal, fazem a conexão entre os tubos e os cabos elétricos, conforme Figura 9. Posteriormente, adquiri cabos elétricos, conectores, plugues e parafusos para a efetuar as devidas junções do aparato.



**Figura 09:** Criação dos tubos de pegada  
**Fonte:** Arquivo do autor

Procedimento 2: Aferição das dimensões dos conectores em sobras de ferro galvanizado. Posteriormente, realiza-se o corte para confecção dos mesmos, lixando suas bordas para que não haja rebarbas que possam causar cortes ao se fazer o contato com as mãos, conforme sequência alfabética da Figura 10.



**Figura 10:** Confeção dos conectores

**Fonte:** Arquivo do autor

Procedimento 3: Dobra-se convenientemente os conectores para realizar, em uma de suas extremidades, o rebite com um pedaço do tubo galvanizado que foi cortado, conforme Figura 11. Em seguida, os fios elétricos tiveram suas extremidades estanhadas, melhorando a condução da corrente elétrica, e foram parafusadas a outra extremidade do conector.



**Figura 11:** Rebite conector-tubo e fio estanhado

**Fonte:** Arquivo do autor

### **COMENTÁRIO IMPORTANTÍSSIMO**

Fiz a opção de pintar os pedaços do tubo nas cores preto e vermelho com a intenção do aparto experimental ter uma aparência mais bonita, profissional e também devido ao fato da palma da mão do participante ficar mais confortável

no momento da pegada, veja conjunto de imagens na Figura 12, mostrando sua confecção e pintura.



**Figura 12:** Pintura dos suportes de pegada

**Fonte:** Arquivo do autor

Sugiro, veementemente, que não se faça tal pintura haja vista que, comigo, a mesma funcionou como isolante elétrico, impedindo todos os experimentos de ocorrer. Após este ato falho, lixei as partes do suporte de pegada com o intuito de retirar a tinta ora colocada - obtive sucesso, porém depois de alguns dias o suporte enferrujou e deu uma aparência desagradável, principalmente ao se pensar em choque elétrico, além de sujar as mãos de quem as pegava. A aparência das mesmas pode ser observada na coletânea de imagens da Figura 13.



**Figura 13:** Suportes de pegada após o lixamento  
**Fonte:** Arquivo do autor

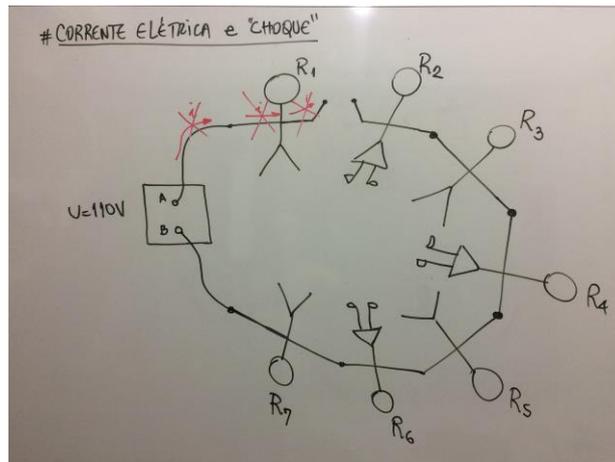
Enfim, deverei construir novamente estes suportes de pegada, porém sem pintá-los, ou então, utilizar tinta metálica condutora de eletricidade.

### 3.3 Experimentos em Sala de Aula

Todos os experimentos são feitos com corrente e tensão alternadas, porém, nestas experimentações o raciocínio é de que a média destas grandezas (valores médios quadráticos ou valores eficazes) tem um comportamento similar à corrente e tensão contínuas e constantes. Portanto, a tomada possui um comportamento eficaz similar ao de uma bateria, o que nos permite realizar os experimentos fazendo referências à teoria e conceitos iniciais da eletrodinâmica.

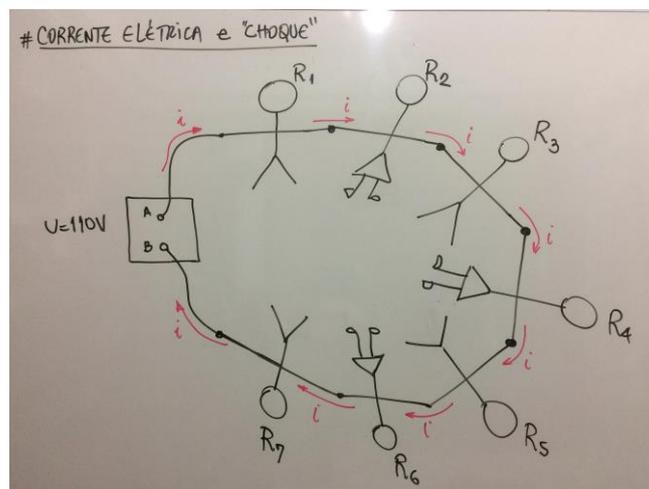
#### 3.3.1 Experimento ①: Corrente Elétrica e "Choque"

Coloca-se os participantes em uma roda de ciranda segurando um a mão do outro. Os participantes das extremidades desta ciranda seguram, cada um, o suporte de contato conectado na tomada, porém, o penúltimo participante de uma das extremidades não tem sua mão em contato com o último participante, deixando o circuito aberto, conforme Figura 14.



**Figura 14:** Circuito Aberto abordando corrente elétrica  
**Fonte:** Arquivo do autor

Mostra-se que nem um participante sente "choque", então, pede-se que o penúltimo participante encoste momentaneamente sua mão no último participante ao seu lado, fechando o circuito, conforme Figura 15. O intuito deste fechamento de circuito é fazer os participantes sentirem um leve formigamento decorrente da corrente elétrica circulante em seu corpo, i.è., do "choque" e assim perderem o receio natural. No início, os participantes ficam surpresos, mas o professor explica que tal formigamento não machuca nem causa perigo à sua saúde. Posteriormente, os próprios participantes pedem a repetição da situação e neste momento pede-se novamente o fechamento do circuito pelo penúltimo participante, de pronto feito, o professor pede para que nenhum participante largue a mão abrindo o circuito.

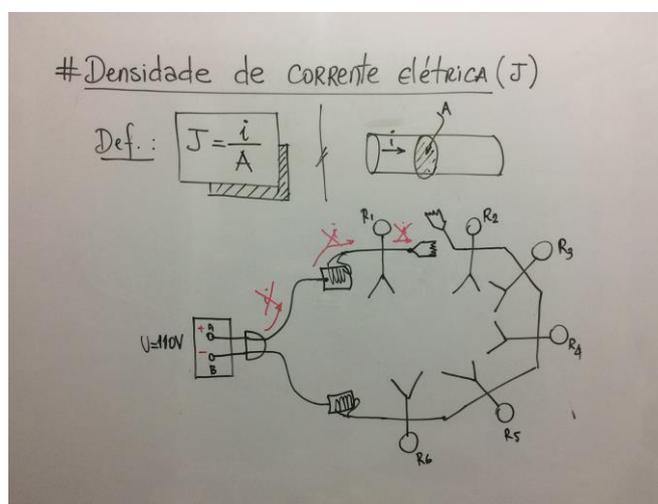


**Figura 15:** Circuito Série Fechado  
**Fonte:** Arquivo do autor

Neste momento, explica-se à turma que a corrente elétrica que passa nos corpos dos participantes produz o formigamento que os alunos estão sentindo e isto nada mais é que o conceito físico do efeito fisiológico que chamamos de "choque".

### 3.3.2 Experimento @: Densidade de Corrente Elétrica

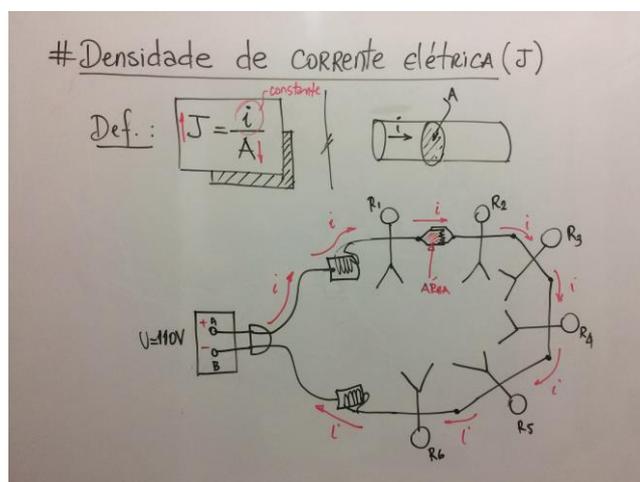
Repete-se a situação inicial da ciranda aberta de participantes no 1º experimento, conforme Figura 16.



**Figura 16:** Circuito Série aberto abordando densidade de corrente elétrica  
**Fonte:** Arquivo do autor

Mostra-se que nem um participante sente "choque", então, pede-se que o penúltimo participante encoste momentaneamente sua mão no último participante ao seu lado, fechando o circuito, conforme Figura 17. O intuito deste fechamento de circuito é fazer os participantes sentirem um leve formigamento decorrente da corrente elétrica circulante no corpo, *i.è.*, do "choque" e assim perderem o receio natural – Lembre-se de que os alunos que participaram do primeiro experimento não são, necessariamente, os mesmos deste experimento, por isto, o cuidado de fazerem os alunos se acostumarem com o formigamento. Novamente, os participantes se assustam, mas o professor explica que tal formigamento não machuca nem causa perigo à sua saúde, então pede-se o fechamento do circuito pelo penúltimo participante, feito isto, o professor pede para que nenhum participante largue a mão abrindo o circuito.

Pede-se, então, para o penúltimo e último participante irem diminuindo gradativamente a área de contato em suas mãos.



**Figura 17:** Densidade de corrente elétrica em circuito série  
**Fonte:** Arquivo do autor

- **Resultado:** O "choque" umenta entre as mãos que estão diminuindo esta área de contato e diminui nos demais.

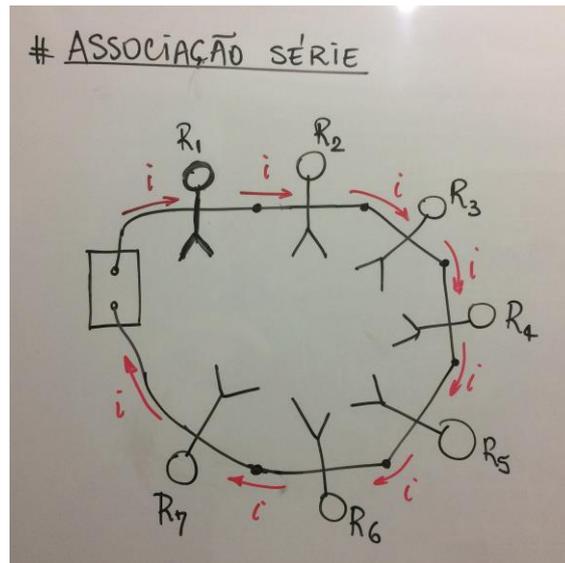
- **Conclusão:** O professor explica que a densidade de corrente elétrica mede a concentração da corrente elétrica e de acordo com a fórmula vista, para uma corrente elétrica constante, quanto menor a área de contato nas mãos maior será a densidade ou concentração de corrente elétrica nas mãos, acarretando um maior "formigamento".

### 3.3.3 Experimento ③: Associação Série

Repete-se a situação inicial da ciranda aberta de participantes no 1º experimento, conforme Figura 14.

Mostra-se que nem um participante sente "choque". Então, pede-se que o penúltimo participante encoste momentaneamente sua mão no último participante ao seu lado, fechando o circuito. Este breve fechamento do circuito é para fazer os participantes sentirem um leve formigamento devido à passagem da corrente elétrica no corpo humano, levando o participante a perder naturalmente o receio inicial. Posteriormente, pede-se novamente o fechamento do circuito

pelo penúltimo participante, e feito isto, o professor explica à turma que a corrente elétrica que passa no primeiro participante, segurando o suporte de contato na tomada, é exatamente IGUAL à corrente elétrica que passa em qualquer outro participante pois o "choque" é o mesmo em qualquer estudante, bastando trocar o aluno de posição para que sinta o mesmo "choque" ou "formigamento", conforme mostra a Figura 18.



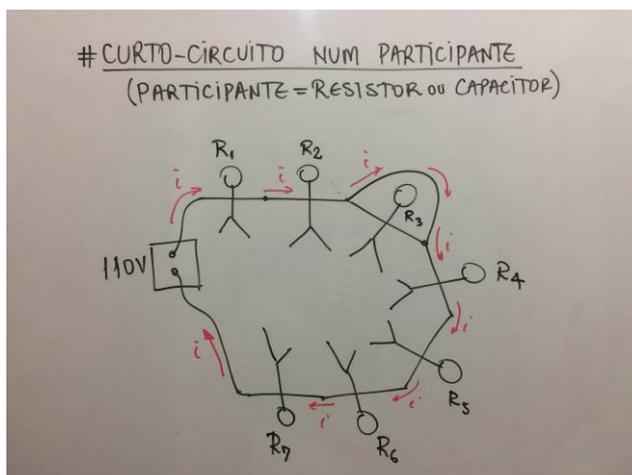
**Figura 18:** Definição de associação série de resistores  
**Fonte:** Arquivo do autor

- Resultado: O "choque" permanece constante nas mãos dos participantes do circuito.
- Conclusão: O professor explica que a corrente elétrica se mantém constante em todos os elementos do circuito, o que satisfaz a definição do conceito de associação série de resistores. Além da característica de que caso um resistor queime ou seja desligado, todos os outros deixam de funcionar. Aproveite o momento e pontue que a resistência equivalente é maior que a maior resistência da associação.

### 3.3.4 Experimento ④: Curto-circuito em Resistor

#### Parte Única

Repete-se todos os passos da associação série até que todos fiquem como na Figura 15. Posteriormente, conforme Figura 19, conecta-se um fio elétrico entre as extremidades de um participante, chamado de  $R_3$  - Neste ponto, deve-se tomar um extremo cuidado com a densidade de corrente nas mãos deste participante  $R_3$ . Por isto, os extremos dos fios devem estar conectados a partes metálicas de área similar à palma da mão, diminuindo a densidade de corrente elétrica em  $R_3$  - Este participante deixa de sentir *formigamento* ou "*choque*" enquanto os demais participantes continuam sentindo *formigamento* nas mãos.



**Figura 19:** Resistor  $R_3$  em curto-circuito  
**Fonte:** Arquivo do autor

- Resultado: O participante, chamado de  $R_3$ , não sente "*choque*" pois não é atravessado por corrente elétrica, posto que a mesma está sendo desviada pelo fio elétrico de pequeníssima resistência elétrica comparada com a do participante.

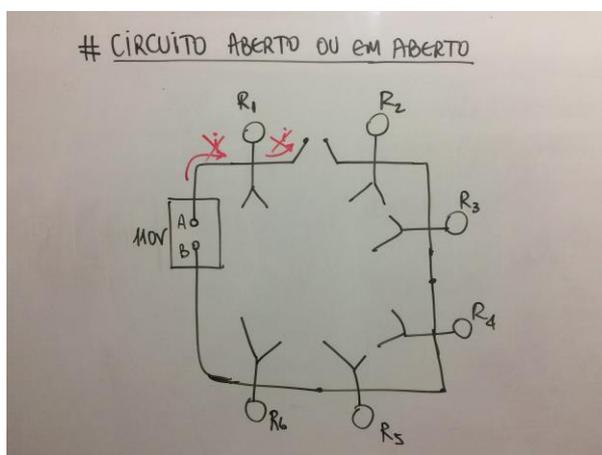
- Conclusão: O professor explica que o participante  $R_3$  funciona como um resistor em curto-circuito não explodindo, mas simplesmente deixando de funcionar! (O que ocorre de maneira similar a um capacitor). Isto ocorre devido a ddp nas mãos de  $R_3$  ser extremamente pequena, acarretando uma corrente imperceptível no mesmo (uma situação similar a esta, é a do passarinho sobre um cabo de alta tensão).

### 3.3.5 Experimento ⑤: Circuito em Aberto

Primeiramente, constrói-se a associação série da Figura 18.

#### Parte 1

Em seguida, pede-se para um participante  $R_2$  desfazer o contato de suas mãos com o participante ao seu lado, chamado agora de  $R_1$ , conforme Figura 21.

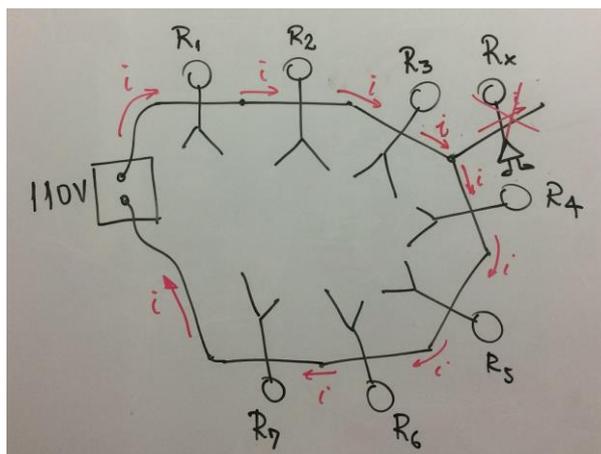


**Figura 20:** Circuito série abordando o circuito aberto  
**Fonte:** Arquivo do autor

- Resultado: Todos os participantes deixarão de sentir "choque" pois nenhum deles será atravessado por corrente elétrica, posto que a mesma não tem como saltar de  $R_3$  para  $R_4$ .
- Conclusão: O professor explica que na associação série todos os resistores deixarão de funcionar pois estarão em um circuito em aberto.

#### Parte 2

Repete-se todos os passos da associação série até que todos fiquem como na Figura 15. Pede-se para um novo participante, chamado agora de  $R_x$ , conforme Figura 20, colocar uma de suas mãos na conexão de dois participantes consecutivos que estão sentindo "choque" enquanto a outra mão de  $R_x$  permaneça livre.



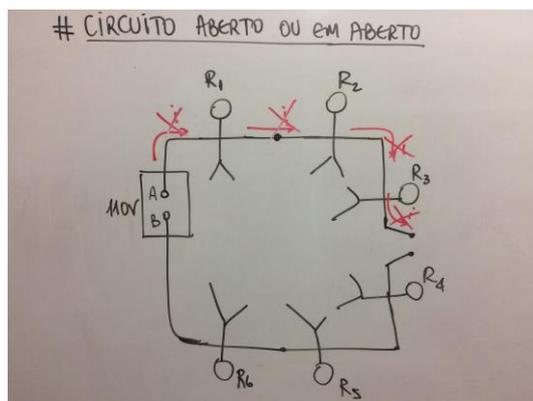
**Figura 21:** Associação série abordando outro circuito aberto  
**Fonte:** Arquivo do autor

- Resultado: O participante, chamado de  $R_x$ , não sente "choque" pois não é atravessado por corrente elétrica, haja vista que caso a corrente elétrica entre em uma de suas mãos, não terá como sair pela outra.

- Conclusão: O professor explica que o participante  $R_x$  funciona como um trecho de circuito aberto, não ocorrendo fluxo de corrente elétrica neste elemento, conseqüentemente deixando de funcionar. Isto ocorre por não existir ddp nas mãos de  $R_x$  (acontecendo de maneira similar a um capacitor).

### **Parte 3**

Em seguida à etapa 1, pede-se para se restabelecer a configuração original de  $R_1$  e  $R_2$ , e desfazer-se a conexão de mãos entre  $R_3$  e  $R_4$ , conforme Figura 22.



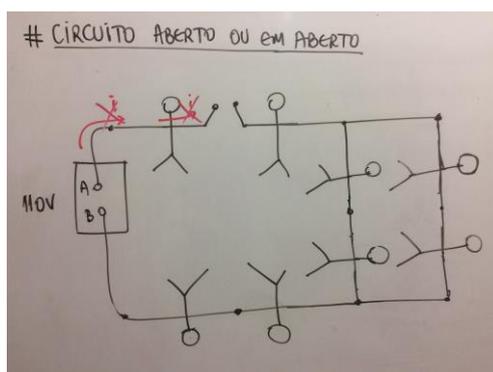
**Figura 22:** Circuito série abordando outro trecho de circuito aberto  
**Fonte:** Arquivo do autor

- Resultado: Todos os participantes deixarão de sentir "choque" pois nenhum deles será atravessado por corrente elétrica, posto que a mesma não tem como saltar de  $R_3$  para  $R_4$ .

- Conclusão: O professor explica que na associação série todos os resistores deixarão de funcionar pois estarão em um circuito em aberto.

#### Parte 4

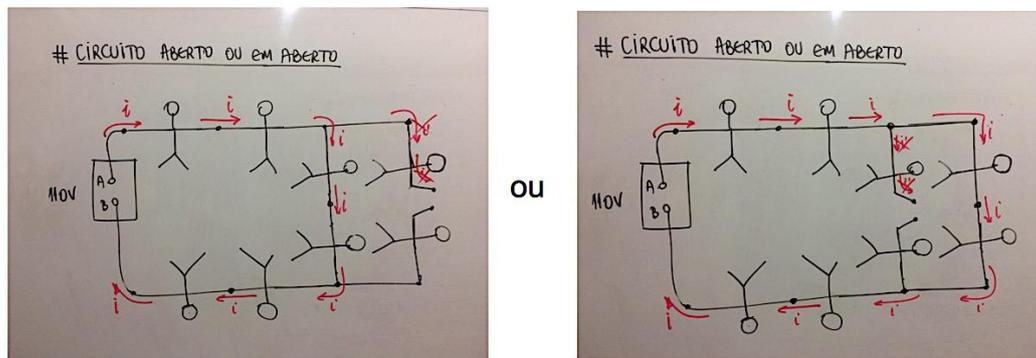
Procura-se montar uma combinação mista, porém inicialmente aberta de acordo com a Figura 23.



**Figura 23:** Associação mista aberta  
**Fonte:** Arquivo do autor

Mostrando que neste caso nenhum participante sente choque, indicando que não existe a circulação de corrente elétrica através de qualquer participante. Neste caso, então, o circuito ficou totalmente aberto. Porém, nos dois circuitos da Figura 24, temos um trecho de circuito em aberto - aquele trecho que contém

os participantes com as mãos desconectadas enquanto os outros continuam sentindo *formigamento*, indicando, assim, passagem de corrente elétrica.



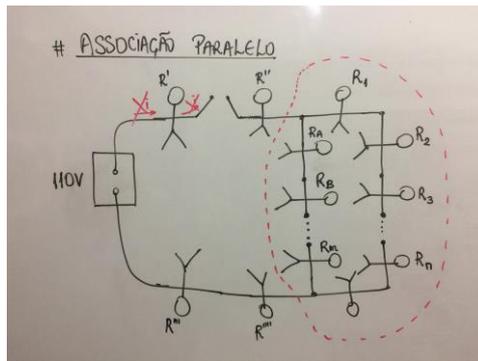
**Figura 24:** Associação mista com um trecho formando um circuito aberto  
**Fonte:** Arquivo do autor

- **Resultado:** Podemos ter circuito em aberto em todo o circuito ou apenas em um trecho deste circuito.
- **Conclusão:** O professor explica que neste circuito, o sentimento de choque identifica onde existe a passagem da corrente elétrica e onde não há este sentido, não temos corrente elétrica pois o circuito ou seu trecho está em aberto.

### 3.3.6 Experimento @: Associação Paralelo

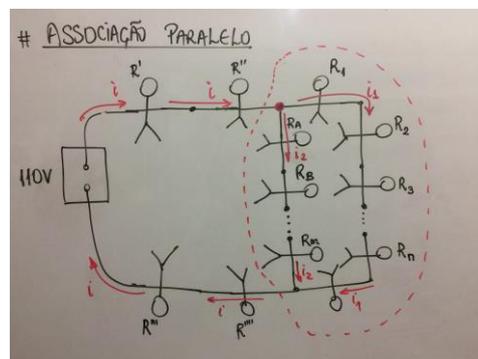
Numa combinação paralela de resistores, temos uma resistência equivalente muito pequena, causando uma corrente elétrica total mais elevada - o que acarretaria um maior formigamento nos participantes. Portanto, para se evitar tal desconforto explicaremos a combinação paralelo utilizando uma combinação mista. Esta razão deve ser esclarecida à turma.

Assim, faremos um circuito aberto de acordo com a Figura 25, onde a parte tracejada identifica o circuito paralelo que não é atravessado por corrente elétrica posto que todo circuito está em aberto.



**Figura 25:** Associação paralela através da mista aberta totalmente  
**Fonte:** Arquivo do autor

Pedimos para os participantes  $R'$  e  $R''$  para conectarem suas mãos fechando o circuito, conforme Figura 26.



**Figura 26:** Associação paralela através da mista fechada totalmente  
**Fonte:** Arquivo do autor

Verificaremos que o ramo de  $R_1$  até  $R_n$  uma corrente elétrica que poderá ser diferente da corrente elétrica que atravessa o ramo de  $R_A$  até  $R_m$ , porém tais ramos terão a MESMA tensão elétrica em seus terminais - o quê poderá ser constatado ligando o voltímetro nos terminais destes dois ramos citados.

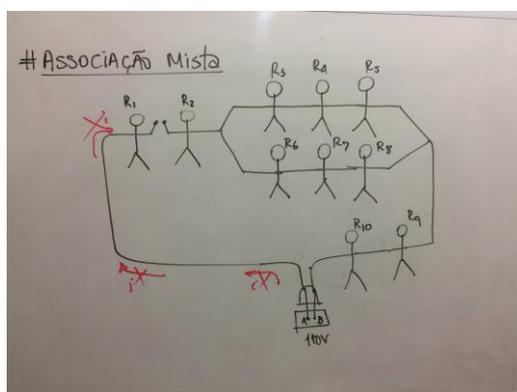
- **Resultado:** Quando um participante, por exemplo  $R_2$  desconectar sua mão com  $R_3$ , todos os participantes do ramo de  $R_A$  até  $R_m$  continuarão sentindo "choque" pois a corrente elétrica deixará de atravessar apenas o ramo de  $R_1$  à  $R_n$ .

- **Conclusão:** Uma característica da associação paralelo é que, quando um resistor queima ou é desligado, somente os resistores deste ramo deixam de funcio-

nar enquanto os demais continuam funcionando - o quê não ocorre na associação série. Aproveitando o momento, pontuamos que a associação paralela tem uma resistência equivalente menor que a menor resistência da associação.

### 3.3.7 Experimento 7: Associação Mista

A associação mista é uma combinação de resistores em sequência que formam ramos que ora estão série e ora estão em paralelo ou o equivalente de ramos em paralelo passa a estar em série com outro ramo, conforme indica a Figura 27.



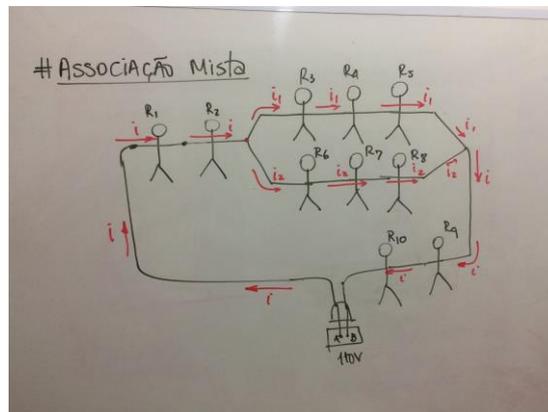
**Figura 27:** Associação mista num circuito totalmente aberto  
**Fonte:** Arquivo do autor

Senão, veja que o ramo constituído pelos resistores  $R_3$  à  $R_5$  está em paralelo com o ramo constituído dos resistores  $R_6$  à  $R_8$ , por conseguinte, esta combinação paralela está em série com o ramo que vai de  $R_1$  à  $R_2$  e com o que vai de  $R_9$  à  $R_{10}$ . No circuito todo, nenhum participante sente *formigamento* o que indica que não há passagem de corrente elétrica em qualquer elemento do circuito, posto que não há conexão entre as mãos de  $R_1$  e  $R_2$ .

#### **Parte 1**

Peça aos participantes  $R_1$  e  $R_2$  que toquem suas mãos fechando o circuito, conforme Figura 28, e verifique que todos sentirão *formigamento*, uma vez que, todos são atravessados por corrente elétrica. Pergunte aos alunos quais deles sente mais intensamente o choque e, então, irá constatar que  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_9$  e  $R_{10}$

estão sentindo mais *formigamento*, o quê indica maior intensidade de corrente elétrica.

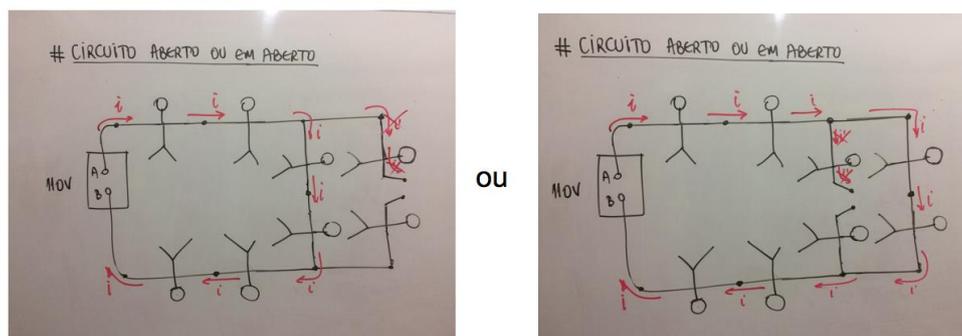


**Figura 28:** Associação mista num circuito fechado  
**Fonte:** Arquivo do autor

- **Resultado:** O *formigamento* é menor nos participantes dos ramos em paralelo e é maior nos outros que estão em série com esta combinação paralela.
- **Conclusão:** O professor explica que a corrente elétrica total atravessa os ramos em série com a combinação paralela e menor nos ramos que estão em paralelo, isto é, a corrente elétrica total  $i$  se divide em  $i_1$  e  $i_2$ .

## **Parte 2**

Refaça a sequência da parte anterior, ou seja, monte o circuito da Figura 28. Em seguida, peça para o participante  $R_4$  e  $R_5$  (ou  $R_7$  e  $R_8$ ) desconectarem as mãos e mostre que, de acordo com Figura 29, não passa corrente elétrica em todos os participantes do ramo  $R_3$  à  $R_5$  (ou  $R_6$  à  $R_8$ ), porém, passa corrente nos demais elementos do circuito. Por fim, pergunte: O que ocorre com a corrente elétrica nos participantes que sentem *formigamento*?



**Figura 29:** Associação mista com trecho formando um circuito aberto  
**Fonte:** Arquivo do autor

- **Resultado:** O *formigamento* deixa de acontecer nos participantes do ramo em que houve a desconexão das mãos, porém, o *choque* passou a ser menor nos participantes dos ramos  $R_1$  à  $R_2$  e  $R_9$  à  $R_{10}$ , sendo maior nos participantes do ramo  $R_6$  à  $R_9$  (ou  $R_3$  à  $R_5$ ).

- **Conclusão:** O professor explica que o que acontece com o *formigamento* também ocorre com a corrente elétrica. Então, a nova corrente elétrica total é a mesma para todos os resistores que são atravessados por ela, porém, sua intensidade comparada com a anterior aumenta no ramo que antes estava em paralelo e diminui nos demais ramos que antes não estavam em paralelo. O que pode ser constatado com a intensidade do formigamento nos participantes.

### 3.4 Experimentos em Sala de Aula

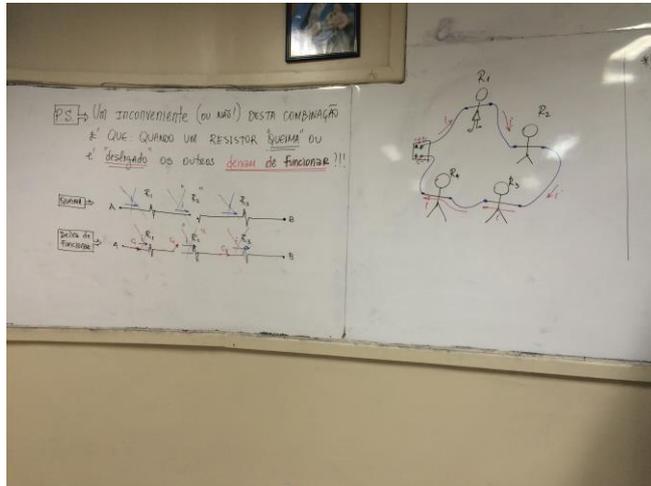
Os experimentos foram realizados no Colégio Marista Nossa Senhora de Nazaré, em duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio, na cidade de Belém do estado do Pará, e ao longo dos meses de novembro e dezembro de 2016.

A sequência dos experimentos foi a mesma apresentada neste trabalho, porém, a pedidos dos alunos refiz os experimentos abordando o que era permitido ao longo do intervalo de tempo constituinte das aulas.

Diante do exposto teórico, realizei, em sala de aula, as experiências mostradas nas sequências das figuras fotográficas seguintes.

#### Experimentos realizados na Turma A

**LEMBRE:** Antes de realizar o experimento faça uma breve revisão, no quadro, dos conceitos formais explicados na aula tradicional, conforme Figura 30. Pois o intuito da experiência é servir de ferramenta educativa facilitadora da cognição de tais conceitos e seus significados físicos.



**Figura 30:** Relembrando os conceitos vistos na aula tradicional  
**Fonte:** Arquivo do autor

Na Figura 31, o aluno e aluna demonstram que embora estejam conectados na tomada através do suporte de pegada metálico ambos não sentem "choque", o quê, evidencia que não há corrente elétrica atravessando seus corpos. Então, temos um exemplo de circuito aberto e ao mesmo tempo curto-circuito.



**Figura 31:** Exemplificação simultânea de curto-circuito e circuito aberto  
**Fonte:** Arquivo do autor

Na Figura 32, peço que os participantes formem a ciranda que constitui uma associação série e realizem o contato momentâneo com o intuito de perderem o receio psicológico, natural, do choque elétrico.



**Figura 32:** Combinação Série em aberto

**Fonte:** Arquivo do autor

Na Figura 33, posteriormente, identifico a necessidade de fazer o fechamento do circuito para que possam sentir o formigamento e perceber que o mesmo não dói ou machuca.



**Figura 33:** Reforço do 1º contato com o choque elétrico

**Fonte:** Arquivo do autor

A Figura 34 é a repetição do experimento, pois alguns participantes continuam temerosos, então, faz-se necessário a repetição do contato momentâneo para o fechamento também momentâneo do circuito. O formigamento e a corrente são momentâneos e sua finalidade é dissipar o receio do choque nos participantes.



**Figura 34:** Contatos momentâneos dissipando o receio ao choque  
**Fonte:** Arquivo do autor

A Figura 34 exemplifica a necessidade de todos os participantes estarem com suas mãos em contato uma com a outra, fechando o circuito.



**Figura 35:** Contatos fixos para permanência do choque  
**Fonte:** Arquivo do autor

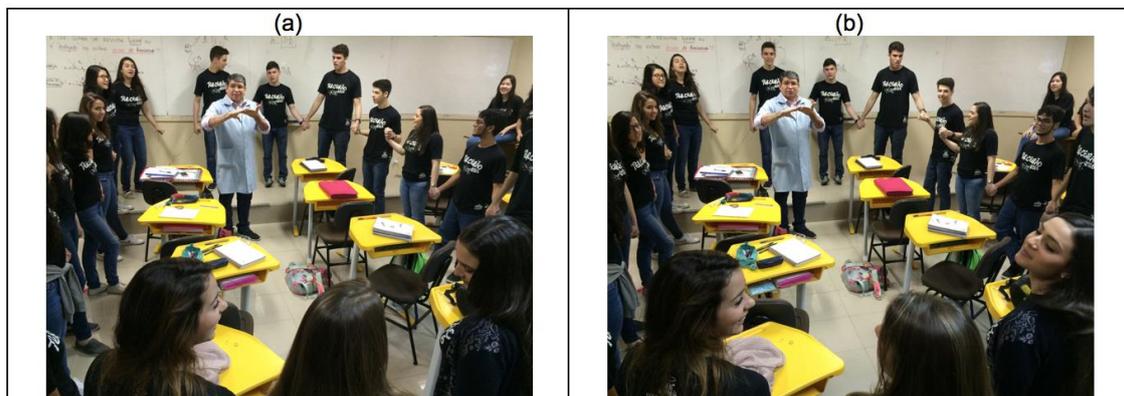
Por ventura, um ou mais participante pode desconectar sua mão, então, mister se faz que haja a verificação paciente das conexões das mãos, conforme Figura 36.



**Figura 36:** Verificação das conexões entre as mãos  
**Fonte:** Arquivo do autor

Com o receio dissipado e a associação série formada, explano a ideia do conceito de densidade de corrente elétrica, conforme mostra a sequência alfabética da Figura 37.

Peço, então, que os participantes consecutivos diminuam a área de contato em suas mãos, ocasionando, assim, uma maior densidade de corrente elétrica entre as palmas das mãos. Tal situação, será percebida como uma maior intensidade no formigamento no local em que a área do contato diminui.



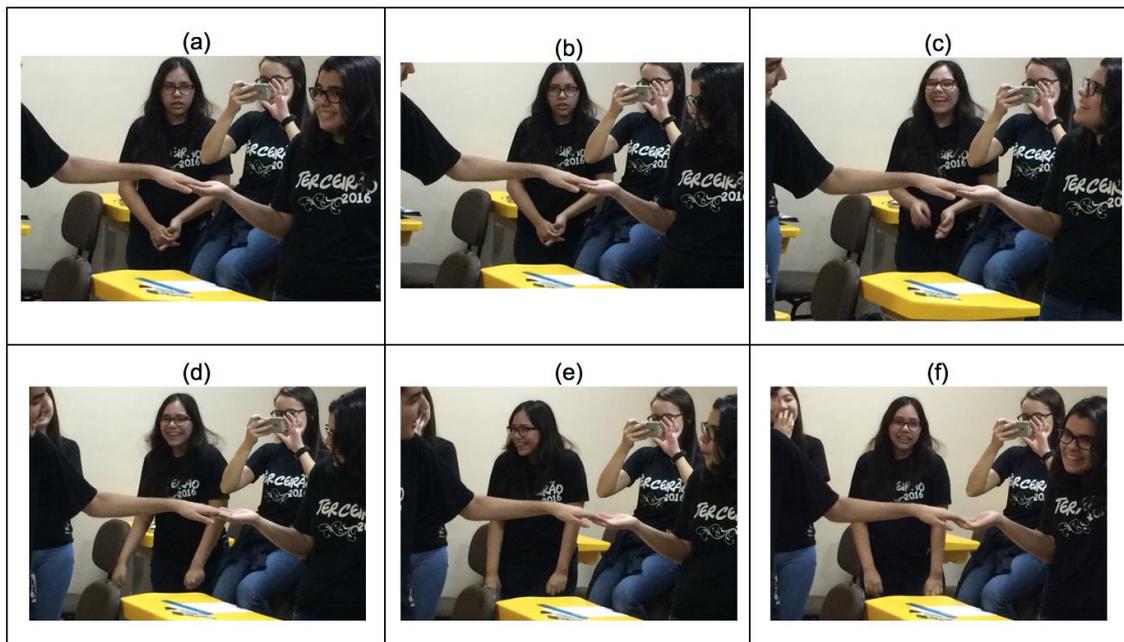
**Figura 37:** Experimento sobre a densidade de corrente elétrica  
**Fonte:** Arquivo do autor

Como todos querem participar da experiência da densidade de corrente elétrica, muitos irão tentar reproduzir a diminuição do contato nas palmas da mão, o que provocará um prejuízo na percepção dos demais. Por isto, devemos pedir paciência aos mesmos pois faremos o rodízio dos participantes que diminuirão a área de contato em suas mãos, conforme Figura 38.



**Figura 38:** Explicando o revezamento no experimento  
**Fonte:** Arquivo do autor

A Figura 39 exibe uma sequência alfabética de imagens que denota o receio inicial ao choque, quando ocorre a diminuição da área de contato entre as mãos e a conseqüente percepção de uma intensidade maior no formigamento das mãos dos participantes. Posteriormente, verifica-se a constatação facial de uma satisfação em entrar em contato com um tópico tão temeroso.



**Figura 39:** Percepção cognitiva da densidade de corrente elétrica  
**Fonte:** Arquivo do autor

O Professor constatará que depois da realização do aparato eletrodinâmico, o sentimento discente é de alegria por estarem sentindo o choque sem correr qualquer perigo em sua integridade física e de uma vontade natural de repetição do experimento. O quê se pode verificar através da Figura 40.



**Figura 40:** Motivação dos alunos após cognição da densidade de corrente  
**Fonte:** Arquivo do autor

A Figura 41, mostra-nos, novamente, circuito aberto e curto-circuito. Veja que, inicialmente, eu e uma aluna estamos segurando o suporte de pegada da tomada, conectado na tomada, e não indicamos a presença do choque ou formigamento, isto é, não existe corrente elétrica circulante - portanto, um exemplo de circuito aberto e também de curto-circuito.



**Figura 41:** Experimentação Interativa e Aula Tradicional  
**Fonte:** Arquivo do autor

A Figura 42, exibe uma sequência alfabética sobre formação da associação mista. Veja que que a moça da esquerda está com uma mão no suporte de pegada e a outra está desconectada, Figura 42-a, então, peço-lhe para conectar sua mão, momentaneamente, na do rapaz ao seu lado. Em seguida, a moça morena sente o formigamento e, com receio, pede para sair, Figura 42-b. Mais tarde a referida moça morena pede para voltar, conforme fotos à frente, sendo

uma das participantes mais ativa e motivada. Identifico que, após o fechamento do circuito, a moça de moletom branco e todos que estão em série com ela sentirão mais intensamente o choque, posto que a corrente elétrica é maior, enquanto que os demais participantes sentirão um choque menor, haja vista, que a corrente é menor.



**Figura 42:** Abordagem dos conceitos físicos na associação mista  
**Fonte:** Arquivo do autor

Em seguida, identifico que ao abrirmos um dos ramos que está em paralelo (moça branca atrás de todos, posicionada de forma mais elevada, está representando o ramo citado) os participantes deste ramo deixarão de sentir choque - embora os demais participantes continuem sentido o formigamento.

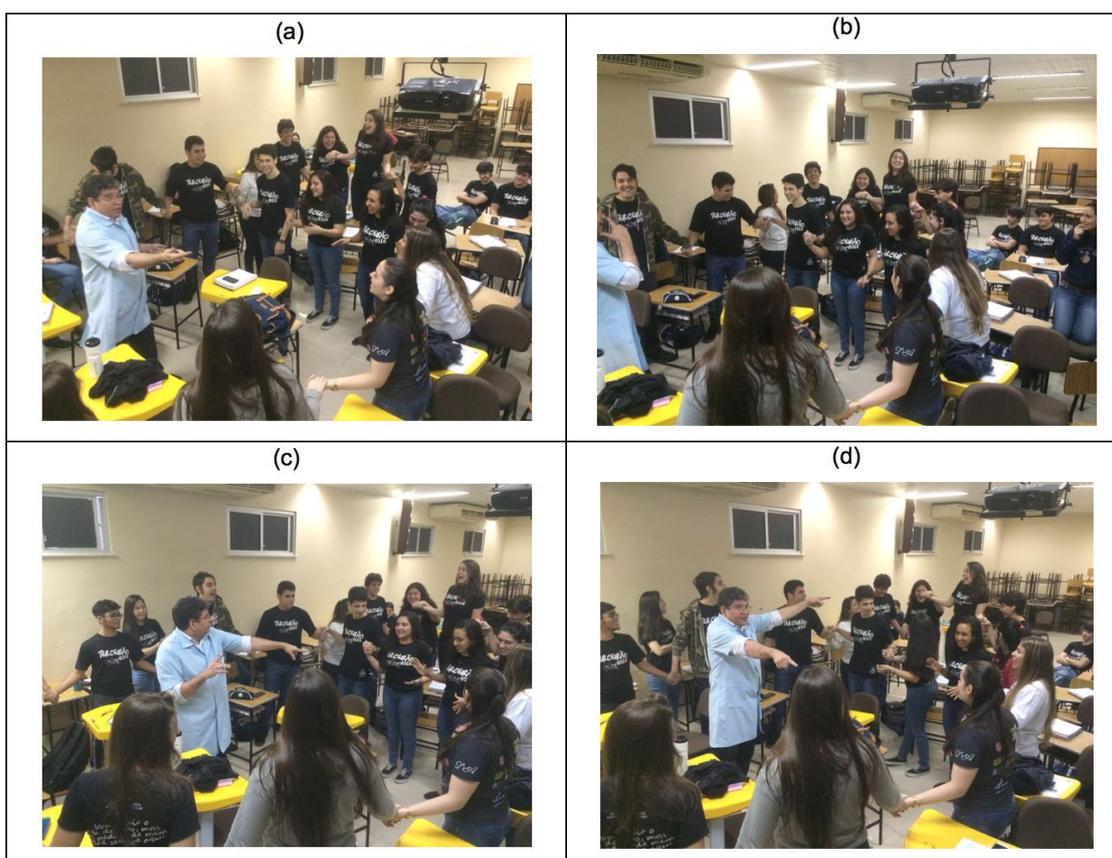
Os participantes, que antes da abertura estavam em série, sentirão uma menor intensidade do choque, enquanto, os demais que antes estavam em paralelo passarão a sentir um choque bem mais intenso. De tino, os alunos que sentirão mais intensamente o choque ficam com receio, mas depois da realização desta prática, pedem insistentemente para repetirmos - neste instante, os demais participantes pedem para sentir este aumento de intensidade de choque. Continuando, pedimos para a pessoa que abriu o ramo em paralelo que o feche - vamos constatar que os participantes que ora sentiam mais choque, agora vão sentir menos e aqueles que estavam sentindo menos choque agora vão sentir mais, conforme sequência alfabética de imagens da Figura 43.



**Figura 43:** Possibilidades de abertura dos ramos de uma associação mista

**Fonte:** Arquivo do autor

Agora, pedimos para o ramo que estava em paralelo e representado pela moça de roupa branca, mais elevada que todos, feche novamente o circuito para retornar à situação inicial. De maneira simétrica, pedimos para as moças que estão na frente da referida moça branca, que abram suas mãos, deixando todos os participantes que fazem parte deste ramo sem sentirem choque. Porém, a moça branca e seu ramo sentirão mais intensamente o choque enquanto os demais participantes que antes estavam em série, sentirão o choque com menor intensidade, conforme sequência alfabética de imagens da Figura 44.



**Figura 44:** Posições distintas de abertura nos ramos da associação mista

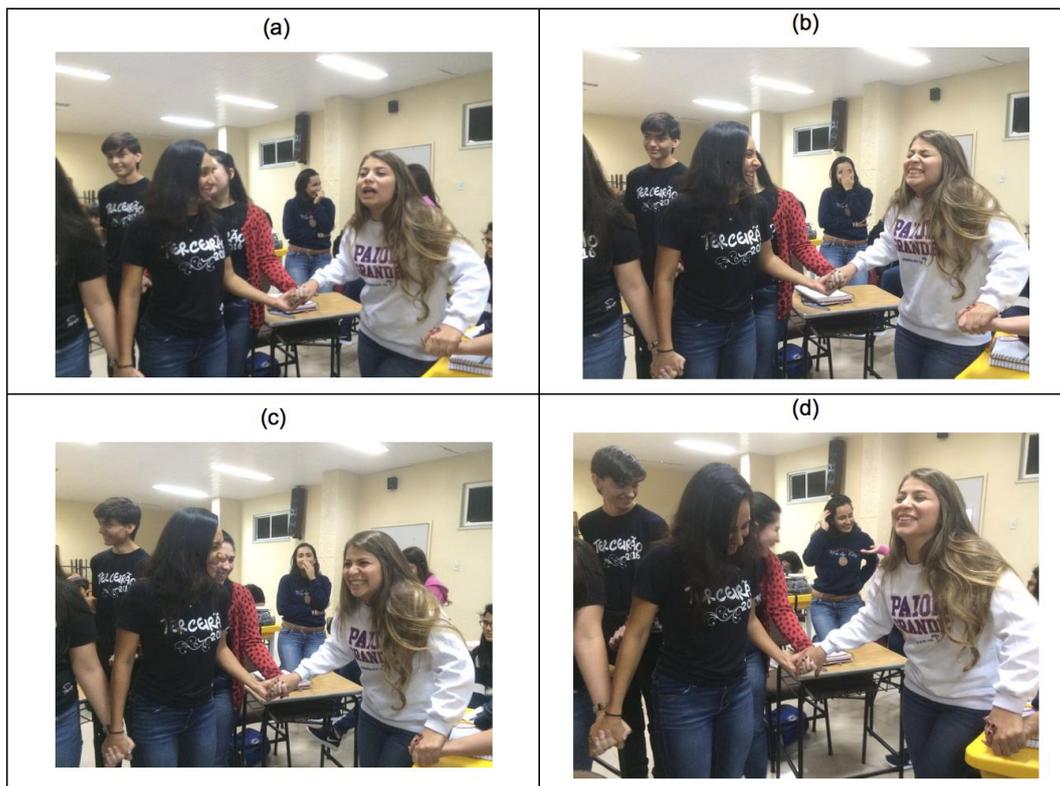
**Fonte:** Arquivo do autor

Neste conjunto de imagens, temos o reforço sobre a cognição do conceito de densidade de corrente elétrica em todos os participantes da associação mista. Observe que, no início, a fisionomia facial é de receio, mas depois passa para um sorriso maroto com expressão de divertimento, conforme sequência alfabética da Figura 45.



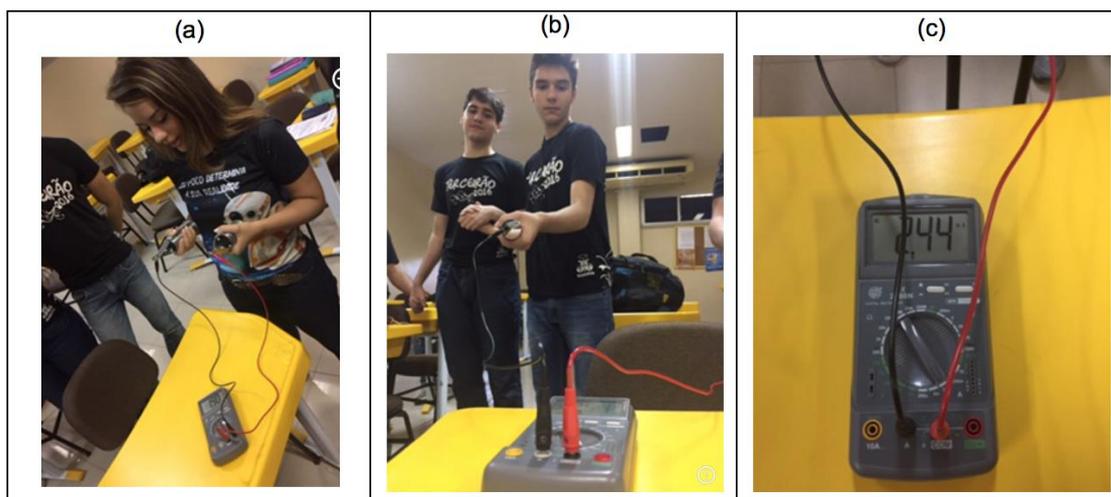
**Figura 45:** Análise da densidade de corrente em alguns participantes  
**Fonte:** Arquivo do autor

A sequência alfabética de fotos da Figura 46, mostra-nos o conceito de nó em eletrodinâmica, isto é, a junção entre os ramos que estão em paralelo (moças de casaco vermelho e a outra moça com camisa do colégio) com o ramo que está em série (moça de moletom branco) com esta associação paralelo. Observe que o ramo que não está em paralelo (moça de moletom branco) é atravessado pela corrente elétrica total do circuito e, portanto, sentirá maior formigamento ou choque em suas mãos. Novamente, perceba que, no início, a expressão da moça de moletom branco é receosa, mas, depois, passa para um sorriso com expressão facial de divertimento.



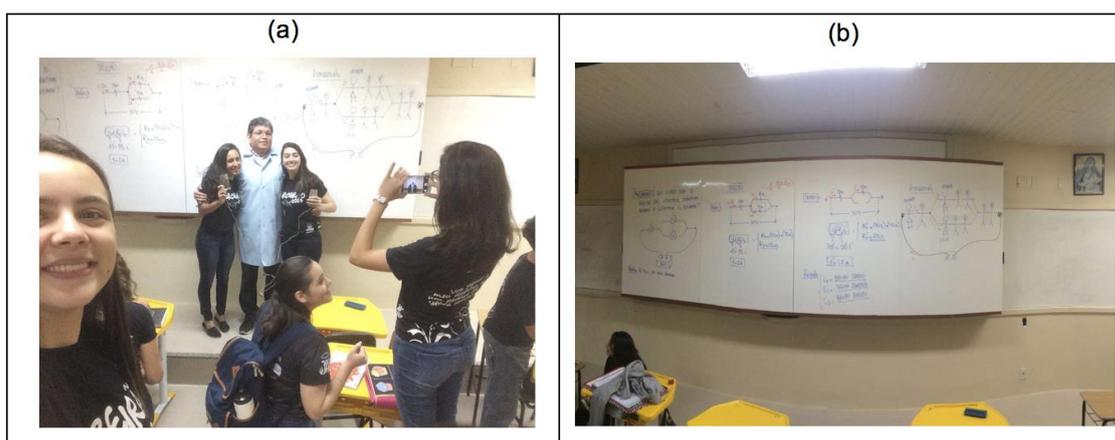
**Figura 46:** Análise Interativa do conceito eletrodinâmico de nó  
**Fonte:** Arquivo do autor

A Figura 47-a, mostra-nos o uso do multíteste funcionando como ohmímetro, enquanto a Figura 47-b identifica o aparelho em série com um trecho, indicando que o mesmo está funcionando como amperímetro. A Figura 47-c, indica a medida da corrente elétrica cuja intensidade aferida foi de 2,44 mA.



**Figura 47:** Uso do multíteste como ohmímetro e amperímetro  
**Fonte:** Arquivo do autor

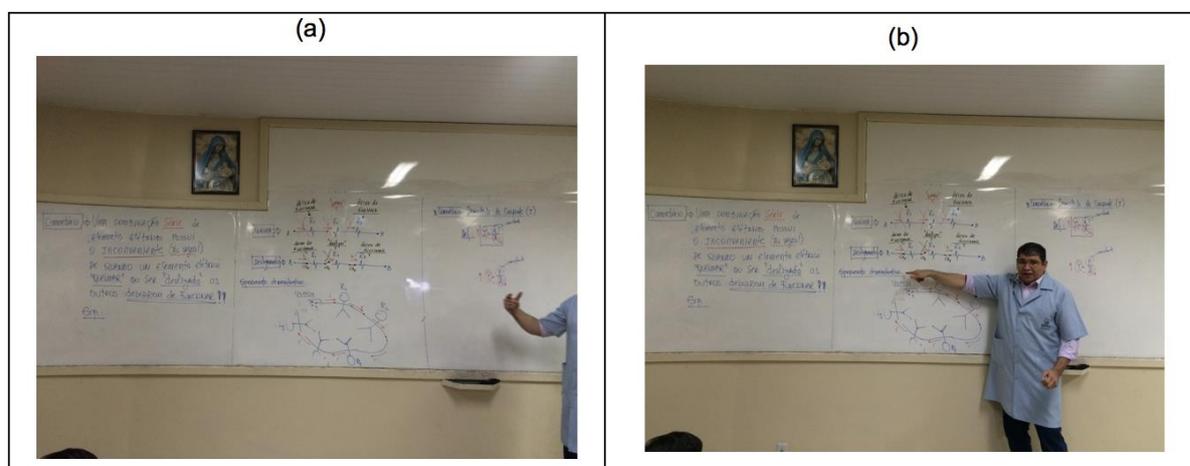
No final do experimento, tirei foto do quadro com o registro do circuito e conceitos abordados, conforme Figura 48-b. Alguns participantes, pediram para realizar um registro fotográfico segurando o aparato experimental para guardarem como recordação, em suas palavras: "... de uma aula tão diferente, instigante e surpreendentemente divertida!", conforme Figura 48-a.



**Figura 48:** Finalização da aplicação do Produto na turma A  
**Fonte:** Arquivo do autor

## **Experimentos realizados na Turma E**

Esta sequência alfabética da Figura 49, mostra uma revisão sobre os conceitos físicos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, curto-circuito, circuito aberto e associação paralelo aplicados numa associação série de pessoas que fazem o papel de resistores.



**Figura 49:** Revisão dos conceitos visto na aula tradicional  
**Fonte:** Arquivo do autor

Neste conjunto de imagens da Figura 50, temos a construção da associação série, servindo de base para análise dos conceitos físicos citados na aula tradicional. Observe que, na Figura 50-d, a moça morena levanta a mão indicando que o circuito foi aberto ali e, portanto, interrompendo a passagem de corrente elétrica em todo mundo - tal conclusão é percebida pela ausência do formigamento em todos os participantes. O mesmo ocorre na Figura 50-f, só que agora, com a moça branca que levanta a mão.



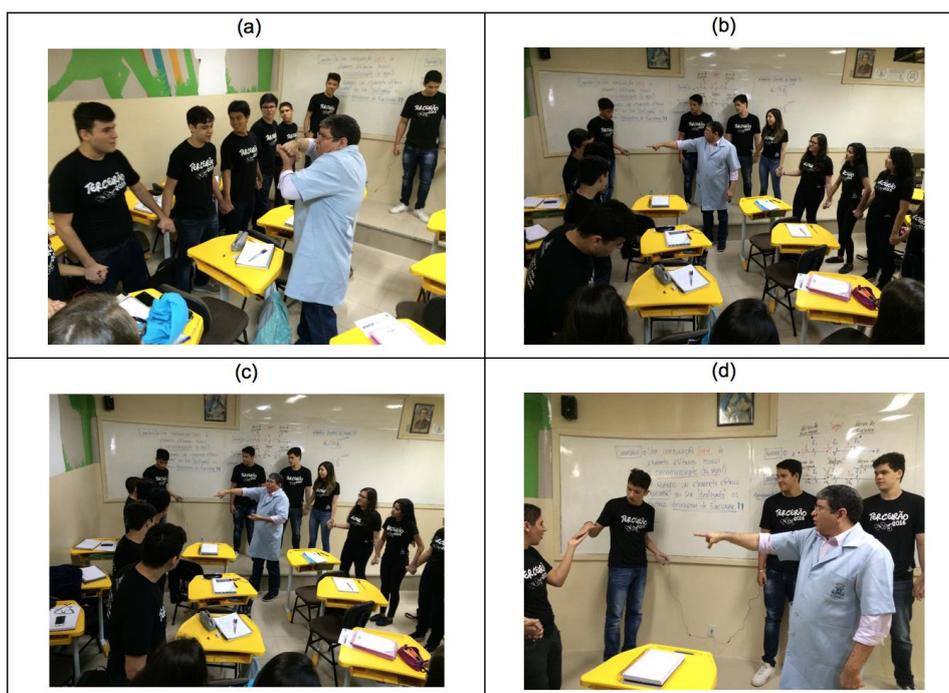
**Figura 50:** Abordagem da corrente, choque, série e circuito aberto  
**Fonte:** Arquivo do autor

Nesta nova sequência alfabética de imagens da Figura 51, demonstro o curto-circuito em mim, haja vista que a corrente elétrica entra na minha mão esquerda, mas não tem como sair pela mão direita, pois está livre. Os demais participantes desta associação série estão sentindo choque.



**Figura 51:** Abordagem sobre curto-circuito  
**Fonte:** Arquivo do autor

Na sequência alfabética da Figura 52, relembro o conceito físico de densidade de corrente elétrica, explicando aos alunos que a intensidade do formigamento está relacionada com a intensidade desta grandeza. Portanto, a densidade de corrente elétrica é percebida como, uma concentração de corrente elétrica, nas mãos cujas áreas de contato estão diminuindo.



**Figura 52:** Explicação da experimentação sobre a densidade de corrente  
**Fonte:** Arquivo do autor

Na sequência alfabética da Figura 53, os alunos são requeridos à diminuir a área de contato entre suas palmas das mãos, um par de participantes por vez, percebendo o que ocorre com a magnitude do formigamento. De pronto, todos querem sentir tal sensação. Então, é necessário esclarecer que todos terão a oportunidade de realizar tal ato. Preste atenção na sequência e verá que, no início, quando a área de contato diminui, a expressão facial dos alunos é de receio, porém, depois, é uma expressão de diversão acompanhada de sorrisos.



**Figura 53:** Experimento interativo sobre a densidade de corrente elétrica  
**Fonte:** Arquivo do autor

## CAPÍTULO 4

### ESTUDO QUANTITATIVO

Realizamos um estudo baseado em resultados quantitativos de três (3) questionários aplicados às duas (2) turmas, de um total de cinco (5), escolhidas para o uso do produto. Os questionários são constituídos por perguntas de múltipla escolha e foram elaborados desta forma por causa da duração da aula ser rigorosamente limitada, então, questões subjetivas demandariam um intervalo de tempo maior para suas respostas, ultrapassando o tempo de aula e dificultando significativamente o *feedback* dos discentes. Ressalta-se que estes questionários não possuem nenhuma identificação do aluno para que suas respostas sejam as mais espontâneas possíveis.

Abordagem quantitativa o resultado de todas as perguntas contidas nos questionários, as quais abordam os conceitos e fenômenos físicos eletrodinâmicos relacionados ao produto, além de sondar a opinião dos discentes com relação à utilização do produto como ferramenta educacional facilitadora do processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

A aplicação do questionário foi feita depois da realização de todos os experimentos e em três (3) etapas.

#### Etapa ①

O questionário 1 realiza uma sondagem quantitativa da percepção do aluno com relação aos conceitos físicos explanados na aula tradicional e novamente revistos nos cinco primeiros experimentos, quais sejam: Corrente elétrica, efeito fisiológico da corrente, densidade de corrente, curto-circuito em resistores, circuito aberto e associação série de resistores.

#### Etapa ②

O questionário 2 é aplicado de forma similar ao questionário 1, porém, agora a sondagem quantitativa é feita após a realização dos dois últimos experimentos cuja abordagem é sobre os conceitos físicos de associação paralela e associação mista de resistores, além das características inerentes à associação série, densidade de corrente, corrente e tensão elétrica.

### Etapa ③

O questionário 3 tem por finalidade sondarmos a opinião do discente quanto ao produto em relação à sua motivação na execução, sua interação com o mesmo, compreensão das grandezas físicas relacionadas, além de opinar sobre a inovação benéfica do mesmo como ferramenta facilitadora na mediação do processo de aquisição cognitiva dos conceitos físicos vistos na aula tradicional.

O resultado estatístico das respostas obtidas em cada questionário nos permite fazer uma projeção acerca do uso deste produto, enquanto ferramenta educativa que visa a facilitação da apreensão dos conceitos físicos eletrodinâmicos iniciais, bem como a necessidade, ou não, de uma divisão ou união das sete (7) etapas experimentais realizadas individualmente.

## 4.1 Resultados Quantitativos

### QUESTIONÁRIO 1

---

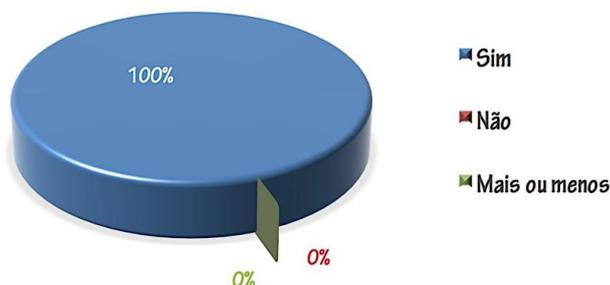
**Marque a alternativa que responde, em seu caso, a pergunta apresentada.**

01. Você compreendeu que quando seu corpo foi atravessado por corrente elétrica, houve uma sensação fisiológica de *formigamento*, a qual chamamos de "*choque*" e é caracterizada como o Efeito Fisiológico da Corrente Elétrica?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Verificar se o experimento facilitou a armazenagem cognitiva do conceito de efeito fisiológico da corrente elétrica no corpo humano.

**Resultado Quantitativo:**



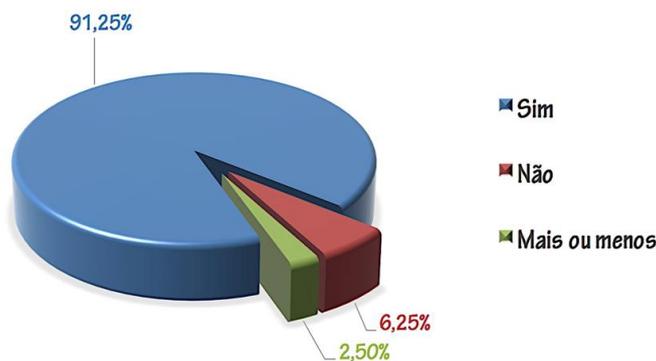
**Figura 54:** *Feedback* da análise de corrente elétrica e seu efeito fisiológico  
**Fonte:** Arquivo do autor

02. Inicialmente você teve receio ao sentir o *formigamento* em suas mãos, porém tal sentimento foi se perdendo ao longo dos experimentos?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Sondar se no decorrer do experimento o aluno perdeu o receio do choque, incentivando assim outros discentes para a participação.

**Resultado Quantitativo:**



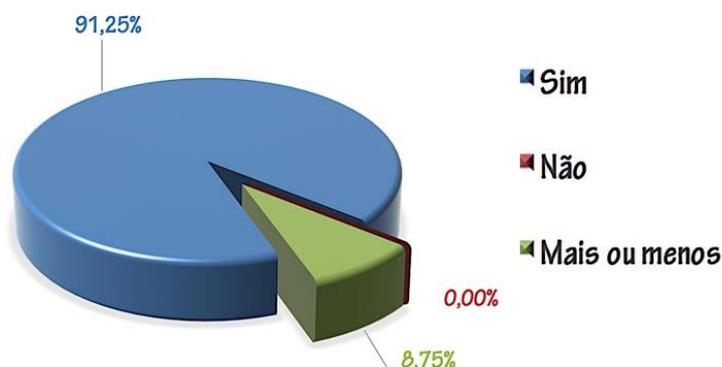
**Figura 55:** Feedback da perda do receio por um choque controlado  
**Fonte:** Arquivo do autor

03. A associação série de resistores é definida como sendo atravessada pela mesma corrente elétrica em todos os resistores da associação. Quando as pessoas fizeram o papel de resistores, houve por sua parte a percepção que o *choque* era o mesmo em qualquer posição que você se situasse?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Verificar se o experimento reforçou cognitivamente a definição da associação série de resistores.

**Resultado Quantitativo:**



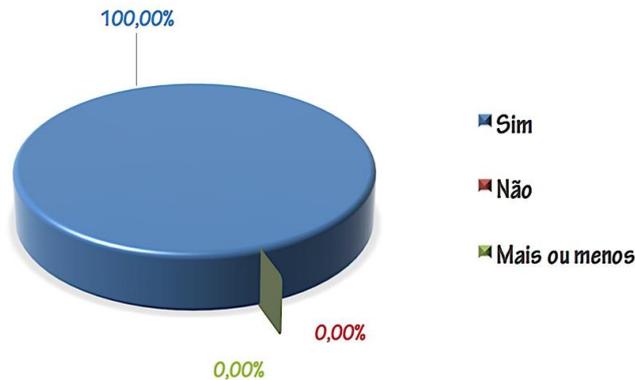
**Figura 56:** Percepção empírica da definição de série de resistores  
**Fonte:** Arquivo do autor

04. Você percebeu que na associação série de pessoas, quando uma pessoa desconectava a mão, o *choque* deixava de existir, indicando assim que não há passagem de corrente elétrica e tal contexto identificaria um *circuito aberto* totalmente?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Constatar se a experiência facilitou a interpretação cognitiva do conceito de circuito aberto.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 57:** Percepção experimental da definição de circuito aberto

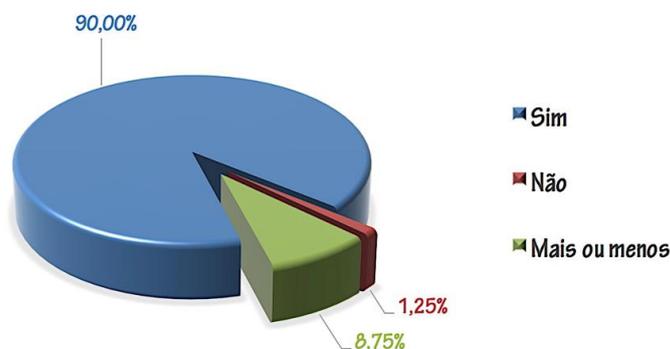
**Fonte:** Arquivo do autor

05. Você percebeu que na associação série de pessoas, quando uma pessoa desconectava a mão, o *choque* deixava de existir, indicando assim que além do circuito estar totalmente em aberto, as pessoas se comportavam como se estivessem em *curto-circuito*, ou seja, não seriam atravessadas pela corrente elétrica?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Avaliar se o experimento facilitou a interpretação cognitiva do conceito de curto-circuito em resistores.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 58:** Percepção empírica da definição de curto-circuito

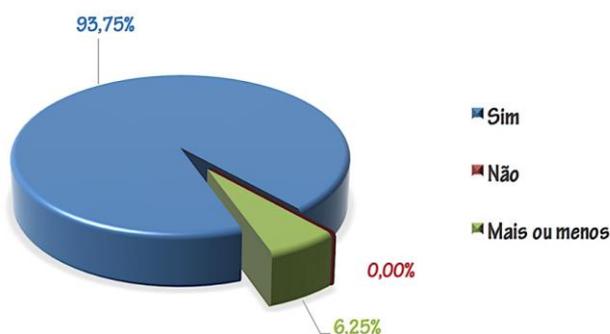
**Fonte:** Arquivo do autor

06. Quando um resistor não é atravessado por corrente elétrica, não funciona, dizemos então que ele está em *curto-circuito*. Portanto, quando uma pessoa participante do experimento não sentia *choque* se comportava como se estivesse em *curto-circuito* - não ocorrendo uma explosão com esta pessoa. Através dos experimentos, sua compreensão sobre *curto-circuito* foi facilitada?

- Sim.
- não.
- Mais ou menos.

**Objetivo:** Sondar se o experimento facilitou a compreensão e assimilação cognitiva dos conceitos de circuito aberto e curto-circuito em resistores simultaneamente e sem provocar nenhuma explosão nos mesmos.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 59:** Facilitação do Produto sobre o conceito de curto-circuito

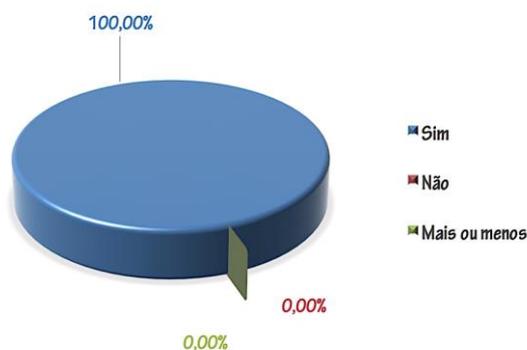
**Fonte:** Arquivo do autor

07. Houve um maior entendimento de sua parte com relação à definição e conceito de densidade de corrente elétrica após os experimentos?

- Sim.
- não.
- Mais ou menos.

**Objetivo:** Verificar se o experimento facilitou a interpretação cognitiva do conceito físico de densidade de corrente elétrica.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 60:** Facilitação experimental do conceito de densidade de corrente

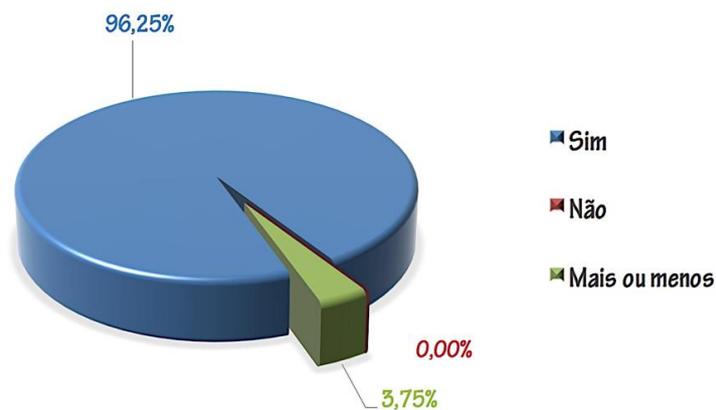
**Fonte:** Arquivo do autor

08. Na associação série representada pelos indivíduos, verificou-se que quanto mais integrante compunha esta associação, menor era a intensidade de *formigamento* ou *choque*. Isto decorre do aumento da resistência elétrica total e, conseqüentemente, da diminuição da corrente elétrica total. Neste sentido, após o experimento, ocorreu um maior entendimento desta conclusão?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Constatar se o experimento facilitou a cognição da relação matemática da 1ª lei de Ohm aplicada ao circuito como um todo.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 61:** Resistência equivalente na associação série e 1ª Lei de Ohm  
**Fonte:** Arquivo do autor

## QUESTIONÁRIO 2

---

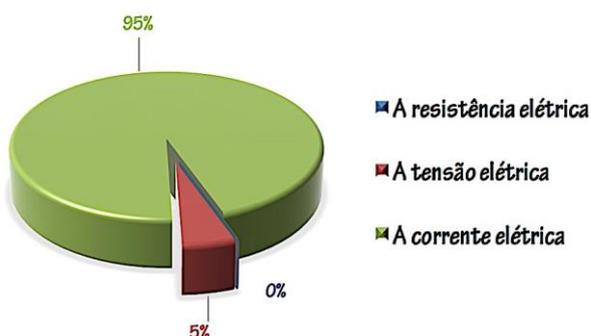
**Marque a alternativa que responde, em sua opinião, a pergunta proposta.**

01. Qual grandeza física é diretamente responsável pelo *formigamento* num *choque elétrico*?

- ( ) A resistência elétrica.
- ( ) A tensão elétrica.
- ( ) A corrente elétrica.

**Objetivo:** Averiguar se a experiência facilitou cognitivamente a relação entre a corrente elétrica e o formigamento sentido. Portanto, grandes intensidades de corrente podem ser perigosas ao ser humano.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 62:** Avaliação cognitiva da relação de corrente elétrica e choque

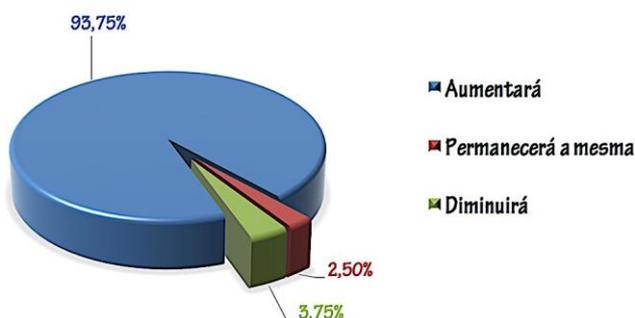
**Fonte:** Arquivo do autor

02. Para uma mesma intensidade de corrente elétrica, quando diminuirmos a área de contato entre as mãos de duas pessoas consecutivas, o que acontecerá com o *formigamento* nas mãos das mesmas?

- ( ) Aumentará.
- ( ) Permanecerá a mesma.
- ( ) Diminuirá.

**Objetivo:** Apurar se o experimento facilitou o entendimento cognitivo da existência da relação entre a densidade de corrente elétrica e o formigamento sentido.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 63:** Avaliação cognitiva da densidade de corrente elétrica e choque

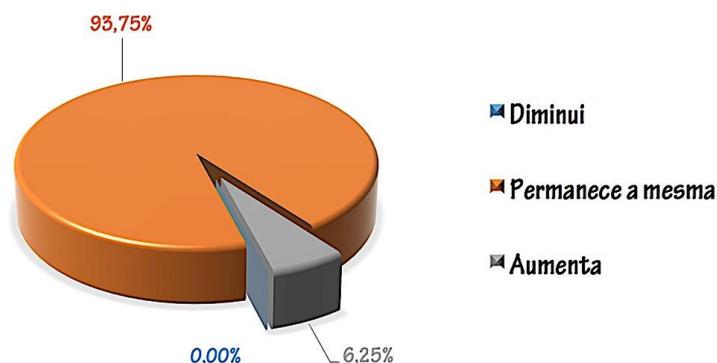
**Fonte:** Arquivo do autor

03. Quando aumentamos o número de pessoas em série, o que ocorre com a tensão elétrica total do circuito, ou seja, da tomada?

- ( ) Diminui.
- ( ) Permanece a mesma.
- ( ) Aumenta.

**Objetivo:** Investigar se o experimento facilitou o entendimento cognitivo do discente no tangente à aumentarmos o número de resistores em série não modificar a tensão total do circuito.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 64:** Relação do número de resistores série e a tensão elétrica total

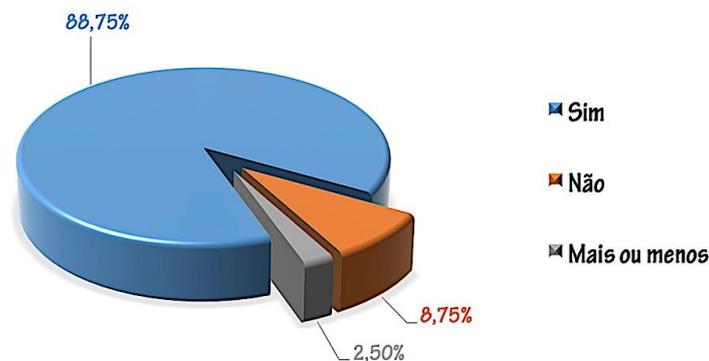
**Fonte:** Arquivo do autor

04. Na associação paralela representada pelos indivíduos, verificou-se que quanto mais integrante compunha esta associação, menor era a intensidade de *formigamento* ou *choque* no participante que segurava o suporte ligado na tomada. Isto decorre da diminuição da resistência elétrica total e conseqüente aumento da corrente elétrica total. Neste sentido, após o experimento, ocorreu um maior entendimento desta conclusão?

- ( ) Sim.
- ( ) Não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Constatar se na associação paralela, o experimento facilitou a cognição da relação matemática da 1ª lei de Ohm aplicada ao circuito como um todo.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 65:** Resistência equivalente da associação paralela e 1ª Lei de Ohm

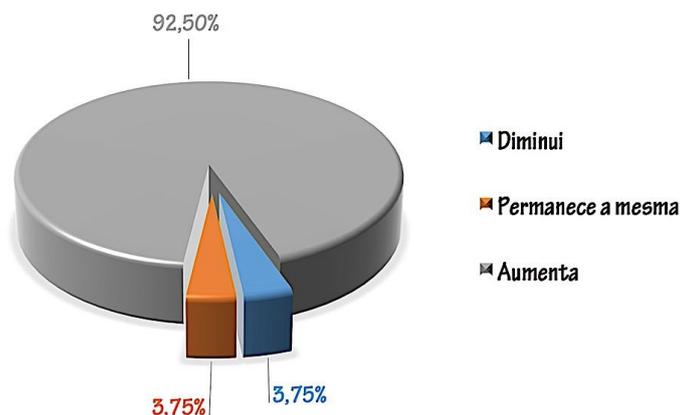
**Fonte:** Arquivo do autor

05. Quando aumentamos o número de ramos participantes em paralelo, o que ocorre com a corrente elétrica total que sai da tomada?

- Diminui.
- Permanece a mesma.
- Aumenta.

**Objetivo:** Averiguar se na associação paralela, o experimento facilitou a cognição do discente numa outra aplicação da relação matemática da 1ª lei de Ohm aplicada ao circuito como um todo.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 66:** A 1ª Lei de Ohm em resistência e corrente elétricas totais

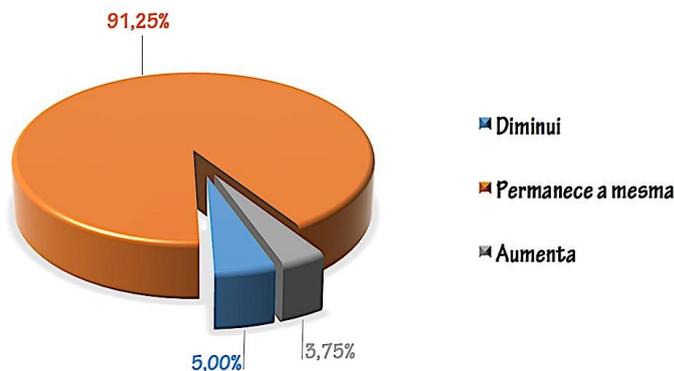
**Fonte:** Arquivo do autor

06. Quando aumentamos o número de ramos participantes em paralelo, o que ocorre com a tensão elétrica total do circuito, ou seja, da tomada?

- Diminui.
- Permanece a mesma.
- Aumenta.

**Objetivo:** Verificar que na associação paralela o número de resistores não modifica a tensão elétrica total aplicada.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 67:** A 1ª Lei de Ohm em resistência e tensão elétricas totais

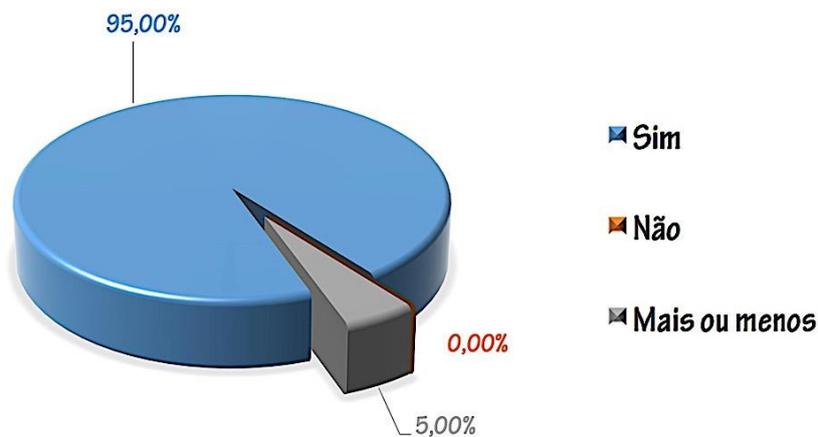
**Fonte:** Arquivo do autor

07. Foi verificado na associação mista que toda vez que um resistor, pertencente ao ramo que está em paralelo, queimar ou for desligado acarretará uma maior intensidade de corrente elétrica total. Após o experimento, houve uma maior percepção de sua parte sobre esta conclusão?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Constatar se a experiência facilitou a interpretação cognitiva da relação matemática da 1ª lei de Ohm com respeito à resistência equivalente de resistores de uma associação paralela.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 68:** Analisar a 1ª Lei de Ohm numa associação mista de resistores

**Fonte:** Arquivo do autor

### QUESTIONÁRIO 3

---

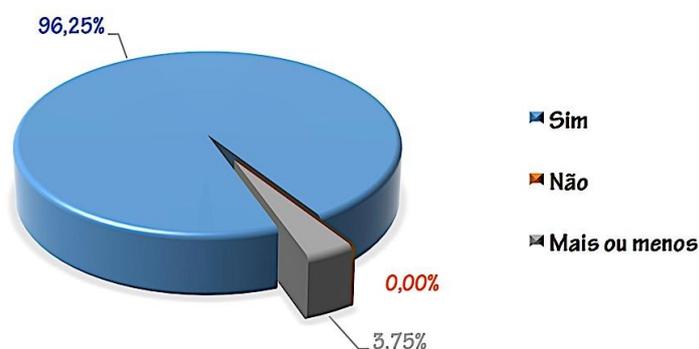
**Marque a alternativa que corresponde a sua opinião sobre o Produto realizado em sala de aula.**

01. Você acredita que o Produto, composto pelos sete (7) experimentos, deu uma motivação complementar para análise dos conceitos explanados na aula tradicional?

- ( ) Sim.
- ( ) Não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Avaliar se a motivação aplicada ao discente foi facilitada pela utilização do Produto.

**Resultado Quantitativo:**



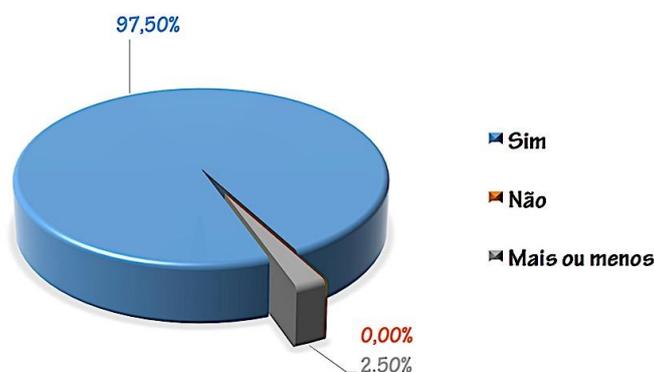
**Figura 69:** Feedback sobre a motivação após a utilização do Produto  
**Fonte:** Arquivo do autor

02. Em sua opinião, a utilização do Produto é um instrumento educacional que ajuda complementando a aula tradicional?

- ( ) Sim.
- ( ) Não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Constatar se o discente sentiu facilidade, ou não, utilizando o Produto como complemento da aula tradicional.

**Resultado Quantitativo:**



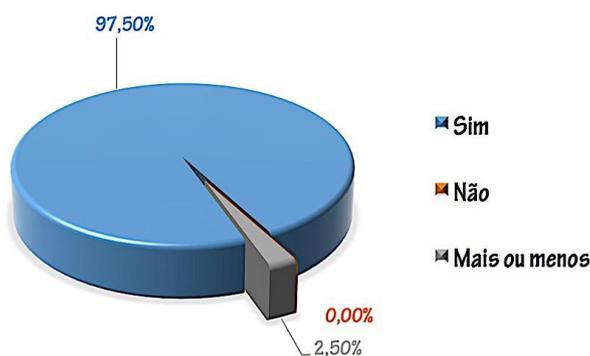
**Figura 70:** Produto como ferramenta complementar à aula tradicional  
**Fonte:** Arquivo do autor

03. Em sua opinião, a utilização do Produto constitui uma ferramenta educativa inovadora dos conceitos físicos explanados na aula tradicional?

- ( ) Sim.
- ( ) Não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Avaliar o Produto, na perspectiva do aluno, como uma ferramenta educativa inovadora que some ao processo de ensino e aprendizagem na aula tradicional.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 71:** Produto como instrumento educativo inovador

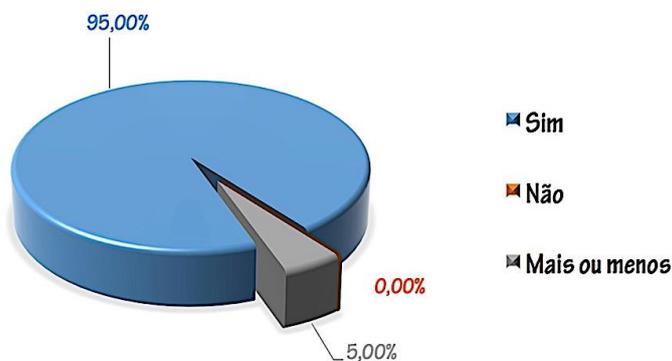
**Fonte:** Arquivo do autor

04. Com relação aos conceitos físicos vistos na aula tradicional, e considerando a realização dos experimentos, você diria que este Produto é instrumento educativo facilitador e reforçador da respectiva teoria estudada?

- ( ) Sim.
- ( ) Não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Analisar o Produto, na perspectiva do aluno, como uma ferramenta educativa que facilita a mediação dos conceitos físicos abordados, além de produzir um reforço da aula tradicional.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 72:** Produto como facilitador e reforçador da aula tradicional

**Fonte:** Arquivo do autor

05. O Produto é composto de sete (7) experimentos realizados em sala. Em sua opinião, ele
- ( ) não estava de acordo com a teoria vista na aula tradicional.
  - ( ) estava de acordo com a teoria vista na aula tradicional, porém contribuiu mais ou menos para o meu aprendizado.
  - ( ) estava de acordo com a teoria vista na aula tradicional e facilitou meu entendimento dos conceitos físicos vistos na aula tradicional.

**Objetivo:** Avaliar o Produto, segundo o discente, como uma ferramenta educativa concernente à teoria explanada na aula tradicional e com a funcionalidade de facilitar a mediação dos conceitos físicos explicados pelo professor.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 73:** Produto concernente aos conceitos vistos na aula tradicional

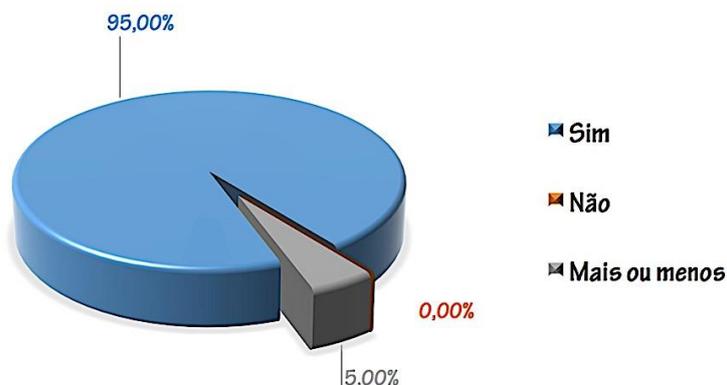
**Fonte:** Arquivo do autor

06. Quando foi dito que faríamos experimentos elétricos com o objetivo de reforçarmos os conceitos físicos abordados em sala de aula, você ficou curioso para saber como seria. O Produto superou suas expectativas?

- ( ) Sim.
- ( ) Não.
- ( ) Mais ou menos.

**Objetivo:** Analisar o grau de entusiasmo e satisfação do aluno com relação ao Produto.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 74:** Produto e a expectativa, entusiasmo e satisfação do aluno

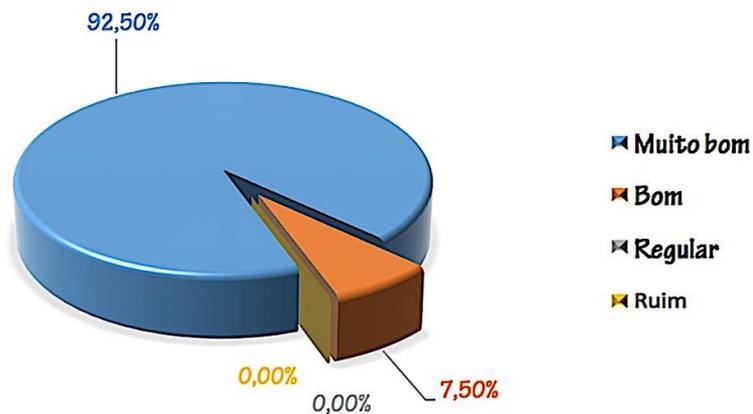
**Fonte:** Arquivo do autor

07. Qual conceito você atribuiria a este Produto?

- ( ) Muito bom.
- ( ) Bom.
- ( ) Regular.
- ( ) Ruim.

**Objetivo:** Concluir, através da visão do aluno, se o Produto realmente é uma ferramenta educativa válida para aplicação neste público alvo.

**Resultado Quantitativo:**



**Figura 75:** Avaliação conceitual do Produto  
**Fonte:** Arquivo do autor

## CONCLUSÃO

No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e para o Ensino Médio, publicados, respectivamente, em 1997 e 2000, visam garantir que todos os educandos alcancem, mesmo em locais e situações diferentes, os conhecimentos considerados essenciais para o exercício da cidadania (BRASIL, 1997 e 2000).

Com isso, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino médio (PCNEM) (2000) apresentam como proposta um ensino interdisciplinar ao abordar temas estruturais, que têm por finalidade formar mais preparado para o mundo do trabalho das ciências e das tecnologias; para o exercício da cidadania.

Da mesma forma, os PCN+ (2002, p. 15) ressaltam que algumas “competências podem ter um apelo mais técnico-científico, outras mais artístico-cultural, mas há um arco de qualidades humanas que, ainda que em doses distintas, tomará parte nos fazeres de cada aprendizado específico”, impondo aos agentes, por certo, “organizar o conhecimento a partir não da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o educando, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida”.

Isto significa, no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem de Física, repensar não apenas o que é tradição e tradicionalismo enquanto metodologias distintas que se aproximam e se chocam, mas ainda propor a experimentação como uma estratégia interativa para ampliar a compreensão sobre a realidade e a ciência física como um todo.

Para tal, havemos de questionar também a dicotomia que separa o ontem do hoje em educação para melhor entendermos, afinal, o que muda e o que permanece, uma vez que, segundo os PCNEM (BRASIL, 2000, p.14), tratar do “fenômeno da vida em toda a sua diversidade de manifestações” visa à “compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas”.

Logo, em um contexto em que as transformações políticas, econômicas e sociais se processam de modo cada vez mais rápido, enquanto o tradicionalismo de velhos paradigmas da educação apontam, principalmente, para a falta de sintonia entre a realidade escolar e as necessidades formativas, compartmentando as disciplinas em conteúdos padronizados e dissociados, segrega os

sujeitos; a tradição tem muito a nos ensinar, de diferentes maneiras, sobre o papel social do professor, da escola e do aluno.

Assim, certos de que a educação escolar brasileira, da colônia ao Império e do Império à República, certamente, mudou, de diferentes maneiras e métodos, um dos marcos dessas mudanças foi a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei Nº. 9394/96 (BRASIL, 1996).

Todavia, muito aquém da LDBEN, no que se refere não apenas à última etapa da Educação Básica, mas à educação em sua amplitude, as práticas pedagógicas para o ensino de Física, através de experiências simples dialogadas, podem ir além de um conjunto de nomenclaturas e definições ao demonstrarmos conceitos abstratos, os quais, assimilados na interação com diferentes sujeitos e realidades, contribuem para uma aprendizagem muito mais significativa.

Nesta perspectiva, a Resolução da Câmara de Educação Básica (CEB) nº 3, de 26 de junho de 1998, institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino médio (DCNEM), as quais se constituem, segundo o Artigo 1º, “num conjunto de definições doutrinárias sobre princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização pedagógica e curricular”. O objetivo seria, segundo o mesmo artigo, “vincular a educação com o mundo do trabalho e a prática social, consolidando a preparação para o exercício da cidadania e propiciando a preparação básica para o trabalho”.

Destarte, as propostas pedagógicas das escolas e os currículos, segundo as DCNEM, deveriam incluir, no dia a dia vigente do espaço escolar, as competências básicas, conteúdos e formas de conteúdo, previstas de acordo com as finalidades expostas no artigo 4º, dentre os quais ressalto o inciso I, que trata sobre o “desenvolvimento da capacidade de aprender e continuar aprendendo, da autonomia intelectual e do pensamento crítico, de modo a ser capaz de prosseguir os estudos e de adaptar-se com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento” e o inciso II, que ressalta a “constituição de significados socialmente construídos e reconhecidos como verdadeiros sobre o mundo físico e natural, sobre a realidade social e política” (BRASIL, 1998)

No entanto, para cumprir as finalidades propostas pelas DCNEM quanto ao Ensino Médio, da forma como disposto em seu artigo 5º – I - ter presente que os conteúdos curriculares não são fins em si mesmos, mas básicos para constituir competências cognitivas ou sociais, priorizando-as sobre as informações; II

- ter presente que as linguagens são indispensáveis para a constituição de conhecimentos e competências; III - adotar metodologias de ensino diversificadas, que estimulem a reconstrução do conhecimento e mobilizem o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas e outras competências cognitivas superiores; IV - reconhecer que as situações de aprendizagem provocam também sentimentos e requerem trabalhar a afetividade do educando. (BRASIL, 1998) – requer a necessidade de contextualização do conteúdo a fim de relacionar teoria e a prática.

Entretanto, certamente as DCNEM não foram suficientes para definir uma organização inovadora do Ensino Médio, visto que as escolas, os professores e os educandos ainda não estavam preparados para vivenciar novas práticas pedagógicas. Questionava-se “o quê ensinar”, “quando ensinar”, “como ensinar” para que todas as teorias vinculadas às Diretrizes e à LDBEN não se tornassem impraticáveis diante do tradicionalismo.

Por esta razão, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino médio (PCNEM) surgem com a finalidade de complementar as DCNEM e os PCN+ com o propósito de aproximar as novas tendências de execução de ensino nas práticas vigentes no contexto escolar, estabelecendo um diálogo mais próximo com os professores; auxiliando na seleção e ordenação de conteúdos, procedimentos, atitudes, valores; propondo organizar cursos e aulas e, ainda, imprimindo maior liberdade para criar possibilidades metodológicas que melhor se relacionem com o perfil do educando, da escola, do projeto político-pedagógico, do contexto de classe e extraclasse.

Portanto, entre o tradicional, o tradicionalismo e a experimentação no ensino de Física, rever o papel social do professor é importante para promover um aprendizado ativo e responsivo; rever o papel social da escola é importante para incorporarmos elementos culturais e dos históricos; rever o papel social do aluno é importante para (re)descobrir o gosto por um aprender mais engajado social, econômico, político e culturalmente, e comprometido com o meio do qual fazemos parte de forma integrada.

Assim, trilhar um novo caminho, certamente, traz metodologias não de todo novas, mas inovadoras, que podem ensinar o educando a pensar, a buscar estratégias, a enxergar respostas possíveis, a interagir com o mundo em que vivemos tal como buscamos demonstrar com a experimentação.

Logo, o produto apresentado comprova que a experimentação proporciona um reencontro com um padrão de ensino-aprendizagem que os educandos vivenciam mesmo fora do ambiente escolar. Padrões estes que, mais do que indicar o quê fazer, o quê ensinar, devem fazer-nos refletir sobre como e por quê.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, São Paulo, 2003.

Saviani, Demerval. **As Concepções Pedagógicas na História da Educação Brasileira.** Campinas: Histedbr, 2005. (Projeto de Pesquisa "O espaço Acadêmico da Pedagogia no Brasil")

BACHELARD, Gaston. **A filosofia do não.** Abril. São Paulo, 1978.

BOJUNGA, Lygia. **A casa da madrinha.** 20ª ed. Rio de Janeiro: Casa Lygia Bojunga, 2009.

BORBA, Francisco S. Educação. In: Borba, Francisco S. **Dicionário Unesp de Português Contemporâneo.** Curitiba: Piá, 2011. P. 462.

BRAICK, Patrícia R. **Estudar História, das origens do homem à era digital.** 2ª ed. Moderna, São Paulo, 2015.

BRASIL. **Constituição Federativa do Brasil.** Brasília.1988.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais.** Brasília: MEC / SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica:** MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. **PCN+ do Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos PCN. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CASA Lygia Bojunga. Disponível em: <<http://www.casalygiabojunga.com.br>>. Acesso em dezembro de 2016.

COSTA, Magda S.P. **Maria Montessori e seu método**. Linhas críticas, v.7, n.13, jul/dez 2001. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/viewFile/6544/5274>>. Acesso em maio de 2016.

DEWEY, J. **Experiência e Educação**. 3ª ed. Tradução: Anísio Teixeira. Companhia Editora Nacional, São Paulo, 1979.

DURÁN, José E. R. **Biofísica: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

FERRARI, Márcio. Herbart - **O organizador da pedagogia como ciência**. Coleção os pensadores. Revista Nova escola. Abril. São Paulo, 2008. Disponível em:<[http://www.sociologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/grandes\\_pensadores\\_educacao.pdf](http://www.sociologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/grandes_pensadores_educacao.pdf)>. Acesso em junho de 2016.

FUNDACENTRO. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/recomendacao-tecnica-de-procedimento/publicacao/detalhe/2012/9/rtp-05-instalacoes-eletricas-temporarias-em-canteiros-de-obras>>  
Acesso: janeiro de 2017.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 11ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GAARDER, Joistein. **O mundo de Sofia**. Cia das Letras. 1995. Disponível em: <[http://www.projeto.camisetafeitadepet.com.br/imagens/banco\\_imagem\\_livros/6\\_livro\\_site.pdf](http://www.projeto.camisetafeitadepet.com.br/imagens/banco_imagem_livros/6_livro_site.pdf)>. Acesso em agosto de 2016.

GARCIA, Eduardo A.C. **Biofísica**. 2ª ed. São Paulo: Sarvier, 2015.

GASPAR, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de Física. Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

MANACORDA, Mario A. **História da Educação: Da Antiguidade aos Nossos Dias**. São Paulo: Cortez, 2001.

LEFRANÇOIS, Guy R. **TEORIAS DA APRENDIZAGEM: O que o professor disse**. 6ª ed. São Paulo: CENGAGE Learning, 2016.

MOREIRA, Marco A. **TEORIAS DE APRENDIZAGEM**. 2ª ed. São Paulo: E.P.U., 2015.

MOTTA, E. O. **Direito Educacional e Educação no século XXI**. Brasília, Unesco, 1997.

PALMA FILHO, João C. **A Educação Brasileira no Período de 1930 a 1960: a Era Vargas**. 2005. Disponível em: <<http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/107/3/01d06t05.pdf>>. Acesso em maio de 2016.

PRIORE, Mary Del; Venâncio Renato. **Uma breve história do Brasil**. São Paulo: Planeta, 2010.

REIS, Elival M.; SILVA, Otto H.M. **Atividades experimentais: uma estratégia para o ensino de física**. Cadernos Intersaberes, vol. 1, n. 2, 2013.

ROUSSEAU, J. J. **Emílio ou da Educação**. 3ª ed. Bertrand Brasil S.A. Rio de Janeiro, 1995.

SANTOS, Carlos A. **Persistência e ousadia**. Entrevista disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2009/02/05/carlos-alberto-dos-santos-persistencia-e-ousadia/>>. Acesso em dezembro de 2016

SILVA, M. **Sala de aula interativa**. Rio de Janeiro: Quartel, 2010.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

## **APÊNDICE 1**

### **Questionários**

No final de todas as experiências interativas e participativas, pede-se que os alunos respondam, sem se identificar e sendo o mais sincero possível, as

perguntas propostas nos seguintes questionários. Estes questionários servirão de instrumento para análise dos experimentos enquanto ferramenta educacional.

## QUESTIONÁRIO 1

---

**Marque a alternativa que responde, em seu caso, a pergunta apresentada.**

01. Você compreendeu que quando seu corpo foi atravessado por corrente elétrica, houve uma sensação fisiológica de *formigamento*, a qual chamamos de "*choque*" e é caracterizada como o Efeito Fisiológico da Corrente Elétrica?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

02. Inicialmente você teve receio ao sentir o *formigamento* em suas mãos, porém tal sentimento foi se perdendo ao longo dos experimentos?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

03. A associação série de resistores é definida como sendo atravessada pela mesma corrente elétrica em todos os resistores da associação. Quando as pessoas fizeram o papel de resistores, houve por sua parte a percepção que o *choque* era o mesmo em qualquer posição que você se situasse?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

04. Você percebeu que na associação série de pessoas, quando uma pessoa desconectava a mão, o *choque* deixava de existir, indicando assim que não há passagem de corrente elétrica e tal contexto identificaria um *circuito aberto* totalmente?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

05. Você percebeu que na associação série de pessoas, quando uma pessoa desconectava a mão, o *choque* deixava de existir, indicando assim que além do circuito estar totalmente em aberto, as pessoas se comportavam como se estivessem em *curto-circuito*, ou seja, não seriam atravessadas pela corrente elétrica?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

06. Quando um resistor não é atravessado por corrente elétrica, não funciona, dizemos então que ele está em *curto-circuito*. Portanto, quando uma pessoa participante do experimento não sentia *choque* se comportava como se estivesse em *curto-circuito* - não ocorrendo uma explosão com esta pessoa. Através dos experimentos, sua compreensão sobre *curto-circuito* foi facilitada?

- ( ) Sim.
- ( ) não.
- ( ) Mais ou menos.

07. Houve um maior entendimento de sua parte com relação à definição e conceito de densidade de corrente elétrica após os experimentos?

- Sim.
- não.
- Mais ou menos.

08. Na associação série representada pelos indivíduos, verificou-se que quanto mais integrante compunha esta associação, menor era a intensidade de *formigamento* ou *choque*. Isto decorre do aumento da resistência elétrica total e, conseqüentemente, da diminuição da corrente elétrica total. Neste sentido, após o experimento, ocorreu um maior entendimento desta conclusão?

- Sim.
- não.
- Mais ou menos.

## QUESTIONÁRIO 2

---

**Marque a alternativa que responde, em sua opinião, a pergunta proposta.**

01. Qual grandeza física é diretamente responsável pelo *formigamento* num *choque elétrico*?

- A resistência elétrica.
- A tensão elétrica.
- A corrente elétrica.

02. Para uma mesma intensidade de corrente elétrica, quando diminuirmos a área de contato entre as mãos de duas pessoas consecutivas, o que acontecerá com o *formigamento* nas mãos das mesmas?

- Aumentará.
- Permanecerá a mesma.
- Diminuirá.

03. Quando aumentamos o número de pessoas em série, o que ocorre com a tensão elétrica total do circuito, ou seja, da tomada?

- Diminui.
- Permanece a mesma.
- Aumenta.

04. Na associação paralela representada pelos indivíduos, verificou-se que quanto mais integrante compunha esta associação, menor era a intensidade de *formigamento* ou *choque* no participante que segurava o suporte ligado na tomada. Isto decorre da diminuição da resistência elétrica total e conseqüente aumento da corrente elétrica total. Neste sentido, após o experimento, ocorreu um maior entendimento desta conclusão?

- Sim.
- Não.
- Mais ou menos.

05. Quando aumentamos o número de ramos participantes em paralelo, o que ocorre com a corrente elétrica total que sai da tomada?

- Diminui.
- Permanece a mesma.
- Aumenta.

06. Quando aumentamos o número de ramos participantes em paralelo, o que ocorre com a tensão elétrica total do circuito, ou seja, da tomada?

- Diminui.
- Permanece a mesma.
- Aumenta.

07. Foi verificado na associação mista que toda vez que um resistor, pertencente ao ramo que está em paralelo, queimar ou for desligado acarretará uma maior intensidade de corrente elétrica total. Após o experimento, houve uma maior percepção de sua parte sobre esta conclusão?

- Sim.
- não.
- Mais ou menos.

### QUESTIONÁRIO 3

---

**Marque a alternativa que corresponde a sua opinião sobre o Produto realizado em sala de aula.**

01. Você acredita que o Produto, composto pelos sete (7) experimentos, deu uma motivação complementar para análise dos conceitos explanados na aula tradicional?

- Sim.
- Não.

Mais ou menos.

02. Em sua opinião, a utilização do Produto é um instrumento educacional que ajuda complementando a aula tradicional?

Sim.

Não.

Mais ou menos.

03. Em sua opinião, a utilização do Produto constitui uma ferramenta educativa inovadora dos conceitos físicos explanados na aula tradicional?

Sim.

Não.

Mais ou menos.

04. Com relação aos conceitos físicos vistos na aula tradicional, e considerando a realização dos experimentos, você diria que este Produto é instrumento educativo facilitador e reforçador da respectiva teoria estudada?

Sim.

Não.

Mais ou menos.

05. O Produto é composto de sete (7) experimentos realizados em sala. Em sua opinião, ele

não estava de acordo com a teoria vista na aula tradicional.

estava de acordo com a teoria vista na aula tradicional, porém contribuiu mais ou menos para o meu aprendizado.

estava de acordo com a teoria vista na aula tradicional e facilitou meu entendimento dos conceitos físicos vistos na aula tradicional.

06. Quando foi dito que faríamos experimentos elétricos com o objetivo de reforçarmos os conceitos físicos abordados em sala de aula, você ficou curioso para saber como seria. O Produto superou suas expectativas?

Sim.

Não.

Mais ou menos.

07. Qual conceito você atribuiria a este Produto?

Muito bom.

Bom.

Regular.

Ruim.

## **ANEXO A**

### **Questões Vestibulares**

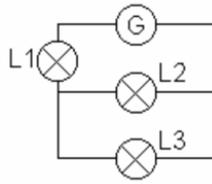
---

Neste momento apresentamos aos alunos algumas questões contidas nos mais diversos caderno de prova dos vestibulares em anos diferentes. Então, pede-se para o aluno tentar resolver e em seguida, o professor faz a correção destas questões com os alunos.

---

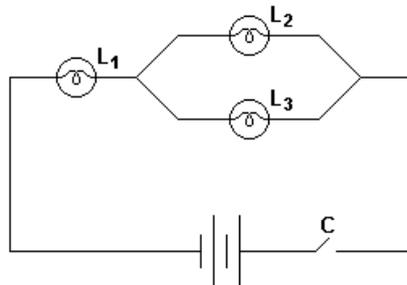
01. (ONF-2000) **IDEIAS LUMINOSAS ...**

Considere o circuito a seguir esquematizado, em que G representa um gerador de tensão constante:



Se as lâmpadas forem todas iguais, diga, justificando, o que acontece, ao desenroscar a lâmpada L<sub>3</sub>, à intensidade luminosa de L<sub>1</sub> e de L<sub>2</sub>. Admita que a intensidade luminosa é proporcional à potência dissipada na lâmpada.

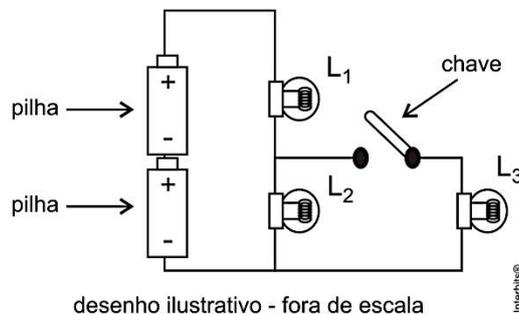
02. (UFSCAR-2003-Modificado) Na associação da figura, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, e L<sub>3</sub> são lâmpadas idênticas. A fonte de tensão constante e contínua tem valor nominal de 12 V.



Ao ligar a chave C, observa-se que

- (A) todas as lâmpadas brilham com a mesma intensidade.
- (B) L<sub>2</sub>, e L<sub>3</sub> têm o mesmo brilho, menos intenso do que o brilho de L<sub>1</sub>.
- (C) L<sub>2</sub>, e L<sub>3</sub> têm o mesmo brilho, mais intenso do que o brilho de L<sub>1</sub>.
- (D) L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, e L<sub>3</sub> têm brilhos de intensidades decrescentes, nessa ordem.
- (E) L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, e L<sub>3</sub> têm brilhos de intensidades crescentes, nessa ordem.

03. (AMAN-2014) O circuito elétrico de um certo dispositivo é formado por duas pilhas ideais idênticas, de tensão "V" cada uma, três lâmpadas incandescentes ôhmicas e idênticas L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub>, uma chave e fios condutores de resistências desprezíveis. Inicialmente, a chave está aberta, conforme o desenho abaixo.

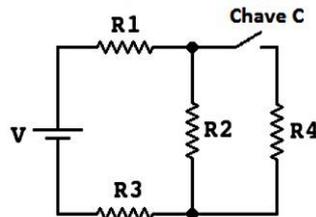


Em seguida, a chave do circuito é fechada. Considerando que as lâmpadas não se queimam, pode-se afirmar que

- (A) a corrente de L<sub>1</sub> aumenta e a L<sub>2</sub> diminui.
- (B) a corrente de L<sub>1</sub> diminui e a de L<sub>3</sub> aumenta.

- (C) a corrente de  $L_3$  diminui e a de  $L_2$  permanece a mesma.
- (D) a corrente de  $L_1$  diminui e a corrente de  $L_2$  aumenta.
- (E) a corrente de  $L_1$  permanece a mesma e a de  $L_2$  diminui.

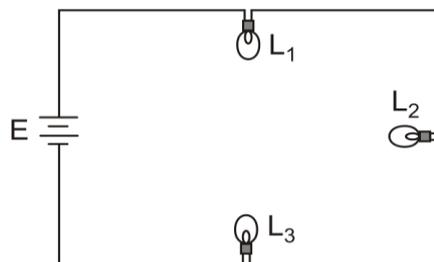
04. (IFMG-2016) Matheus, estudante do IFMG, monta um circuito com quatro lâmpadas idênticas (representadas pelas resistências  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  e  $R_4$ ) e uma bateria ideal de tensão  $V$ . Inicialmente a chave  $C$  está aberta, como representado a seguir.



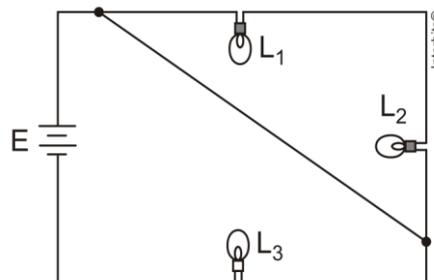
Matheus analisa o circuito antes e depois da chave  $C$  ser ligada. Após o fechamento da chave  $C$ , Matheus verifica que:

- (A) a bateria passa a fornecer uma tensão maior.
- (B) a corrente que atravessa a lâmpada  $R_3$  diminui.
- (C) a corrente que atravessa a lâmpada  $R_2$  diminui.
- (D) um curto-circuito se estabelece no circuito.
- (E) um circuito aberto se estabelece no circuito.

05. (UERJ-2013-Modificado) Em uma experiência, três lâmpadas idênticas  $\{L_1, L_2, L_3\}$  foram inicialmente associadas em série e conectadas a uma bateria  $E$  de resistência interna nula. Cada uma dessas lâmpadas pode ser individualmente ligada à bateria  $E$  sem se queimar. Observe o esquema desse circuito, quando as três lâmpadas encontram-se acesas:



Em seguida, os extremos não comuns de  $L_1$  e  $L_2$  foram conectados por um fio metálico, conforme ilustrado abaixo:



A afirmativa que descreve o estado de funcionamento das lâmpadas nessa nova condição é:

- (A) As três lâmpadas se apagam.
- (B) As três lâmpadas permanecem acesas.

- (C)  $L_1$  e  $L_2$  se apagam e  $L_3$  permanece acesa.
- (D)  $L_3$  se apaga e  $L_1$  e  $L_2$  permanecem acesas.
- (E)  $L_1$  se apaga e  $L_2$  e  $L_3$  permanecem acesas.