



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA SOBRE CONCEITOS DA ELETRODINÂMICA**

Petrus Marcelino Barros

BRASÍLIA - DF  
2015

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE FÍSICA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL

EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA SOBRE CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA**

Petrus Marcelino Barros

Dissertação realizada sob orientação da Prof<sup>ª</sup>. Maria de Fátima da Silva Verdeaux ser apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física – Área de Concentração “Física na Educação Básica” pelo Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília.

BRASÍLIA - DF  
2015

BB277c Barros, Petrus  
CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO  
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA SOBRE CONCEITOS DA  
ELETRODINÂMICA / Petrus Barros; orientador Fátima  
Verdeaux. -- Brasília, 2015.  
141 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Física) --  
Universidade de Brasília, 2015.

1. Eletrodinâmica. 2. Ensino de Física. 3. UEPS. 4.  
Aprendizagem Significativa. I. Verdeaux, Fátima,  
orient. II. Título.

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

PETRUS MARCELINO BARROS

### **CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA SOBRE CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física – Área de Concentração “Física na Educação Básica“ pelo Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília.

Aprovada em \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Fátima da Silva Verdeaux  
(Presidente – IF – UnB)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliane Mendes Guimarães  
(Membro interno não vinculado ao programa – FUP – UnB)

---

Prof. Dr. Olavo Leopoldino da Silva Filho  
(Membro interno vinculado ao programa – IF – UnB)

---

Prof. Dr. Fábio Ferreira Monteiro  
(Membro interno vinculado ao programa – IF – UnB)

---

Prof. Dr. Wylter Cordeiro dos Santos  
(Suplente - Membro interno vinculado ao programa – IF – UnB)

Dedico este trabalho à minha esposa Cleonice, que sempre me impulsionou, sendo compreensiva na minha ausência para a realização do mestrado, à minha orientadora Fátima Verdeaux, pelo belíssimo trabalho realizado durante as etapas desta dissertação, e às minhas filhas, Helena e Cecília e espero que este trabalho seja um incentivo aos estudos para elas.

## AGRADECIMENTOS

À minha família que sempre acreditou em mim.

Ao meu pai, Luiz Edilson Marcelino Barros, meu primeiro exemplo de professor.

À minha mãe Elza Rosa, que foi responsável por minha criação.

À minha irmã Nara Barros, pela incansável ajuda.

Aos colegas do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo UnB, que foram verdadeiros parceiros nas disciplinas. Em especial ao amigo Frederico Jordão, que esteve presente em todas as dificuldades do curso.

À minha orientadora Fátima Verdeaux, pelos seus puxões de orelha. Certamente, sem eles, esta dissertação não seria concluída.

Ao Instituto de Física da Universidade de Brasília pelo apoio constante aos mestrandos.

Aos professores do MNPEF, que aceitaram o desafio do mestrado profissional.

À CAPES pelo incentivo financeiro.

À SBF pela propagação do mestrado profissional em ensino de física.

A Deus que nos renova a cada dia.

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho original”.*

*(Albert Einstein)*

## RESUMO

BARROS, Petrus Barros. **Construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre conceitos de eletrodinâmica**. 2015. 141p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília – Brasília/DF, 2015.

Esta dissertação investigou os resultados da aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa no Ensino Médio em busca de evidências de aprendizagem significativa sobre conceitos da eletrodinâmica. Assim, os conteúdos: corrente, tensão, resistência, energia e potência elétrica foram abordados. Este trabalho, fundamentado na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e na Teoria de Ensino de Bruner, foi realizado em uma escola particular do Distrito Federal com duas turmas da terceira série do ensino médio, das quais uma tornou-se a turma experimental e outra a controle. Na turma experimental, os aprendizes foram submetidos à sequência didática e ao material autoral desenvolvido especificamente para esta pesquisa. Na turma controle, o professor/pesquisador ministrou aulas da forma tradicional sobre os mesmos temas abordados na turma experimental. Todos os aprendizes responderem dois testes: o primeiro chamado de teste de sondagem que teve como objetivo comparar as duas turmas antes da aplicação da metodologia e também serviu para investigar os conhecimentos prévios dos aprendizes; e um segundo teste realizado no final da aplicação do produto a fim de verificar a relação entre o uso da UEPS e o aumento na compreensão dos conceitos abordados. Os dados obtidos foram analisados de forma qualitativa e indicaram indícios de aprendizagem significativa após a aplicação da UEPS.

**Palavras Chaves:** Eletrodinâmica; Ensino de Física; Aprendizagem Significativa; UEPS



## ABSTRACT

BARROS, Petrus Barros. **Construction of a Potentially Meaningful Teaching Units on concepts of electrodynamics**. 2015. 141 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília – Brasília/DF, 2015.

This dissertation investigated the application of the effect of a Potentially Significant Teaching Unit in high school in search of meaningful learning of evidence on electrodynamics. Contents as current, voltage, resistance, energy and electrical power was approached. This research project, based on Meaningful Learning Theory of Ausubel and Bruner Teaching Theory was held in a private school in the Federal District with two groups of the third year of high school, one of which became the experimental group and the other control group. In the experimental group learners underwent didactic sequence and copyright material developed specifically for this research. In the control group the teacher / researcher taught classes in the traditional way on the same topics covered in the experimental class. All learners answer two tests: the first called pumping test aimed to compare the two groups before the application of the methodology and also served to investigate prior knowledge of learners; and a second test performed at the end of application of the product in order to ascertain the relationship between the use of Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU) and increased understanding of the concepts discussed. The data were analyzed qualitatively and indicated evidence significant learning of after the application of PMTU. The material produced and the didactic sequence is in the appendices of this dissertation.

**Keywords:** Electrodynamics ; Physical education ; Meaningful Learning ; PMTU

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da Teoria da Assimilação.....	29
Figura 2 – Etapas da Metodologia Aplicada.....	36
Figura 3 – Raios entre nuvens .....	43
Figura 4 – Lâmpada incandescente .....	45
Figura 5 – Resistores de chuveiro elétrico.....	46
Figura 6 – Resistor de Carvão .....	47
Figura 7 – Classificação do comportamento do resistor .....	47
Figura 8 – Representação das grandezas envolvidas na 2ª Lei de Ohm.....	48
Figura 9 – Selo PROCEL.....	49
Figura 10 – Destaque para a potência elétrica do aparelho .....	50
Figura 11 – Destaque para o consumo mensal do aparelho .....	51
Figura 12 – Fonte de tensão variável .....	52
Figura 13 – Fios Elétricos .....	52
Figura 14 – Resistor de carvão de resistência $10 \Omega$ .....	53
Figura 15 – Fio de resistência de níquel-cobre.....	53
Figura 16 – Multímetro digital.....	53
Figura 17 – Resistor conectado a fonte elétrica .....	54
Figura 18 – Detalhe do fundo de escala do ohmímetro .....	56
Figura 19 – Medida da resistência de 7,5 cm de fio.....	56
Figura 20 – Dobra no fio .....	57
Figura 21 – Medida da resistência elétrica com o fio dobrado.....	57
Figura 22 – Placa do circuito elétrico de um nobreak.....	59
Figura 23 – Destaque para associação de resistores em paralelo.....	59
Figura 24 – Esquema da associação de resistores em série .....	60
Figura 25 – Esquema da associação de resistores em paralelo .....	61
Figura 26 – Resistor de resistência de $220 \Omega$ .....	62

<b>Figura 27 – Multímetro digital .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 28 – Fios elétricos .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 29 – Medida da resistência equivalente de dois resistores associados em série....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 30 – Detalhe do fundo de escala do ohmímetro .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 31 – Resistores associados em paralelo .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 32 – Potência elétrica em função das horas do dia.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 33 – Circuito com lâmpadas. Associação Mista. ....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 34 – Associação de três materiais com condutividades diferentes.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 35 – Alternativas da questão 3 .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 36 – Eficiência geram da conversão de energia química em energia luminosa....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 37 – Figura para a Questão 2 .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 38 – Figura para a Questão 3 .....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 39 – Ligação entre pilha, lâmpada e um fio.....</b>	<b>79</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de acerto no teste de sondagem.....	66
Gráfico 2 – Percentual de marcação por alternativa da questão 1.....	68
Gráfico 3 – Percentual de marcação por alternativa da questão 2.....	69
Gráfico 4 – Percentual de marcação por alternativa da questão 3.....	71
Gráfico 5 – Percentual de marcação por alternativa da questão 4.....	72
Gráfico 6 – Percentual de acertos no teste aplicado após a sequência didática.....	73
Gráfico 7 – Percentual de marcação por alternativa da questão 1.....	75
Gráfico 8 – Percentual de marcação por alternativa da questão 2.....	77
Gráfico 9 – Percentual de marcação por alternativa da questão 3.....	78
Gráfico 10 – Percentual de marcação por alternativa da questão 4.....	80
Gráfico 11 – Percentual de marcação por alternativa da questão 5.....	81

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Relação entre Tensão e Corrente Elétrica.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabela 2 – Relação entre comprimento do condutor e resistência elétrica.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabela 3 – Relação entre comprimento do fio dobrado e resistência elétrica.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabela 4 – Resistência equivalente para resistores associados em série.....</b>	<b>63</b>
<b>Tabela 5 – Resistência equivalente para resistores associados em paralelo.....</b>	<b>64</b>
<b>Tabela 6 – Relação ente potência elétrica e tempo de uso de cada eletrodoméstico.....</b>	<b>71</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 – Energia elétrica consumida .....</b>	<b>39</b>
<b>Quadro 2 – Principais submúltiplos do ampère .....</b>	<b>44</b>
<b>Quadro 3 – Energia elétrica consumida .....</b>	<b>52</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>20</b>
2.1 Metodologia da Revisão .....	20
2.2 Grupo 1: Aprendizagem Significativa e construção de UEPS.....	20
2.3 Grupo 2: Críticas ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).....	22
2.4 Grupo 3: Ensino de Eletrodinâmica.....	24
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>26</b>
3.1 Teoria de aprendizagem significativa de David P. Ausubel .....	26
3.2 Teoria de Ensino de Jerome Seymour Bruner .....	30
3.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS .....	31
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
4.1 Método de investigação e caracterização da amostra.....	34
4.2 Sequência Didática.....	36
<b>5 PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>42</b>
5.1 Destinação.....	42
5.2 Introdução .....	42
5.3 Produto Educacional .....	43
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>66</b>
6.1 Análise da homogeneidade da amostra.....	66
6.2 Análise do teste de sondagem.....	67
6.3 Análise do teste aplicado ao final da sequência didática.....	73
6.4 Análise dos questionários pré/pós teste.....	82
6.5 Pesquisa qualitativa acerca do uso de UEPS.....	85
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>127</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>128</b>

<b>APÊNDICE G .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>138</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho foi inspirado nas dificuldades de aprendizagem em circuitos elétricos encontradas pelo professor/pesquisador em seus aprendizes ao longo dos anos. Para encontrar novos caminhos que permitissem construir uma aprendizagem significativa o professor/pesquisador buscou na literatura pesquisas acerca de teorias de aprendizagem que fomentassem a construção de uma nova forma de ensinar.

O professor/pesquisador percebeu que os livros didáticos não eram atrativos para seus aprendizes. Muitos deles usavam o livro-texto apenas para resolução de exercícios, e não faziam a leitura do livro sugerida. A partir desta constatação surgiu a vontade de construir um material autoral, em que a leitura não fosse tediosa, que cumprisse os requisitos de um material potencialmente significativo.

Para a elaboração do material proposto no parágrafo anterior foram utilizadas a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e a teoria de ensino de Bruner. Estas teorias associadas permitiram desenvolver um texto que considerou os conhecimentos prévios do aprendiz e trabalhou os conceitos a partir de situações problema, de modo a manter o aprendiz motivado durante o processo de forma gradativa.

O material autoral (apêndice C) desenvolvido foi trabalhado em sala de aula com base na sequência didática (apêndice D) elaborada especificamente para o uso deste material. Essa sequência didática descreve as etapas de cada aula.

O professor/pesquisador pôde observar durante sua atuação como professor de física em escolas de nível médio desde 2008 que a maioria dos aprendizes não se interessavam pelas aulas de eletrodinâmica, e a forma escolhida por eles para “aprender” os conteúdos ministrados em sala de aula era por meio da memorização.

Tal percepção surgiu durante as aulas com diferentes turmas, sendo corroborada pelos resultados das avaliações escolares. De forma geral, o professor/pesquisador percebeu que não havia aprendizagem significativa em eletrodinâmica em seus aprendizes.

A partir desta constatação surgiu o problema: É possível provocar uma aprendizagem significativa sobre conceitos da eletrodinâmica, se os aprendizes não se interessam pelo assunto?

O objetivo geral deste trabalho é verificar a ocorrência de aprendizagem significativa através do uso de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) (MOREIRA, 2011) sobre conceitos de eletrodinâmica que possa ser utilizada por outros docentes.

Os objetivos específicos são: desenvolver um material autoral sobre corrente, tensão, resistência, energia e potência elétrica; elaborar uma sequência didática e aplicá-la no ensino médio; analisar a potencialidade do material produzido, bem como da sua sequência didática; analisar os resultados dos testes aplicados a fim de encontrar indícios que a unidade de ensino construída é potencialmente significativa.

A dissertação está dividida em sete capítulos que descrevem as etapas seguidas para investigar a problemática desta pesquisa.

O Capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica realizada no período entre 2009 e 2015, baseada em quatro periódicos brasileiros, a saber: Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Experiências em Ensino de Ciências, Investigações em Ensino de Ciências.

O Capítulo 3 trata do referencial teórico. Esse capítulo é dividido em três partes: na primeira desenvolve a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel; na segunda é comentada a Teoria de Ensino de Bruner; na última são colocadas a definição e as condições para desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

No Capítulo 4 encontra-se a metodologia, em que detalhamos as etapas da construção e aplicação do produto educacional desenvolvido neste trabalho.

No Capítulo 5 apresentam-se os resultados da aplicação do produto. Nesse capítulo os resultados são analisados com base no referencial teórico.

No Capítulo 6 encontra-se o material autoral desenvolvido e utilizado neste trabalho. O texto do material desenvolve os seguintes temas da eletrodinâmica: corrente, tensão, resistência, energia e potência elétrica.

O último capítulo, o Capítulo 7, destina-se à conclusão. Nesse capítulo conclui-se a dissertação sugerindo novas perspectivas para o trabalho.

Por fim, espera-se que a proposição de ensino de eletrodinâmica apresentada nesta dissertação auxilie colegas docentes em suas aulas e sirva também de incentivo para a criação de novas Unidades de Ensino Potencialmente Significativa.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Metodologia da Revisão**

Esta revisão foi baseada em quatro periódicos brasileiros no período entre 2009 e 2015: Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Experiências em Ensino de Ciências, Investigações em Ensino de Ciências.

Devido à sua relevância para este trabalho foram incluídas duas dissertações.

Dos periódicos, foram selecionados os onze artigos relacionados com o tema desta pesquisa que é a criação de uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre eletrodinâmica. Estes artigos foram separados em três categorias:

1. Aprendizagem Significativa e construção de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) (cinco artigos e uma dissertação de mestrado)
2. Críticas ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (três artigos)
3. Ensino de Eletrodinâmica (três artigos e uma dissertação de mestrado)

### **2.2 Categoria 1: Aprendizagem Significativa e construção de UEPS**

Laburú, Silva e Sales (2010) falam sobre a importância do laboratório, onde o aprendiz é confrontado com o valor esperado e o valor medido.

Num sentido amplo, aprender física significa, então não só aprender os seus conceitos de modo qualitativo, mas deve envolver dos aprendizes determinação experimental de suas grandezas. Com isso, permite-se que eles participem genuinamente da natureza desta ciência, ou seja da relação existente entre teoria e evidência (p. 2).

Há uma atividade prática proposta no produto educacional desenvolvido nesta dissertação (apêndice C) em que o aprendiz usa recursos práticos para verificar a 1ª lei de Ohm. Na sequência desta atividade prática o aprendiz é instigado a encontrar experimentalmente relações entre as dimensões de um fio e a sua resistência elétrica, a fim de determinar a 2ª lei de Ohm.

Wesendonk e Prado (2015) mostram que a atividade prática favorece o trabalho investigativo. Os autores percebem que os aprendizes ficam inicialmente interessados em desenvolver a atividade, movidos pela curiosidade, e por realizar uma atividade que possibilita a interação direta entre o aprendiz e o conteúdo a ser trabalhado.

Na sequência didática aplicada neste trabalho há aulas práticas com o objetivo de o aprendiz ser instigado por uma situação problema real. Na teoria de ensino de Bruner, a dúvida do aprendiz é responsável pelo início do processo de aprendizagem.

Gonzales e Rosa (2014) elaboram, aplicam e avaliam uma sequência didática para ensinar conceitos fundamentais de eletrodinâmica na educação de jovens e adultos. A construção do material buscou satisfazer três condições a fim de que o material fosse potencialmente significativo: o interesse do aprendiz, a definição dos subsunçores necessários para a aprendizagem e a sua organização.

O material autoral desenvolvido nesta dissertação também teve esta preocupação na sua elaboração. O teste de sondagem (apêndice A) trouxe resultados que auxiliaram a satisfazer as condições para a criação de um material potencialmente significativo.

Ainda Gonzales e Rosa (2014) fazem uso de um ambiente virtual, no qual os aprendizes podiam simular a construção de circuitos elétricos.

A sequência didática proposta nesta dissertação não fez uso de simulações computacionais. Uma vez que a escola onde o produto foi aplicado, possui um laboratório bem equipado. Entretanto, entende-se que o produto poderá ser adequado a cada realidade, por exemplo pela substituição das aulas práticas por simulações computacionais.

Griebeler (2012) na sua dissertação de mestrado orientada pelo professor Marco Moreira defende o uso de UEPS para desenvolver aprendizagem significativa para alguns conteúdos de Física Quântica. A metodologia utilizada por Griebeler para a elaboração da UEPS se aproxima da metodologia realizada nesta dissertação. O ponto inicial é o levantamento dos subsunçores, depois uma apresentação mais geral do conteúdo e utilizando a recursividade o nível de discussão do assunto vai aumentando.

Griebeler (2012), nas suas considerações finais, afirma que a utilização de UEPS pode ser uma atualização curricular. Seus resultados evidenciaram aprendizagem significativa, encorajando o uso de UEPS em diferentes conteúdos e para níveis escolares diferentes.

Hilger e Griebeler (2013) elaboraram uma UEPS que foi aplicada em estudantes de 3º ano associados em duplas. As autoras mantiveram o foco do trabalho na evolução do estudante ao longo do processo. Afirmam que a UEPS favorece uma avaliação contínua dos aprendizes,

permitindo acompanhar o desenvolvimento de cada um. Isto se contrapõe ao método tradicional onde só há avaliação no final do processo.

Calheiro e Garcia (2012) construíram duas UEPS visando integrar tópicos de física de partículas e de eletricidade. A escolha em fazer uso de UEPS foi motivada pelo desejo de se realizar um ensino que promova a mudança conceitual e facilite a aprendizagem significativa. As autoras criticam os professores que apenas se preocupam com a resposta certa, incentivando a memorização por parte dos alunos. Na criação da UEPS, um dos princípios necessários é o uso de situações-problema. Estas situações servem para despertar a intencionalidade do aprendiz para a aprendizagem significativa.

Os tópicos do produto educacional elaborado nesta dissertação (apêndice C) iniciam com uma situação problema. As situações problemas iniciam com um baixo nível de complexidade, e no decorrer da sequência didática, o nível de complexidade vai aumentando.

### **2.3 Categoria 2: Críticas ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**

O material autoral aplicado neste trabalho foi fomentado a partir das competências e habilidades propostas na Matriz de Referência do ENEM, itens Eixos Cognitivos e Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (anexo I). Na revisão bibliográfica foram encontrados trabalhos que criticam a prova do exame. Entretanto, não foram encontradas críticas negativas à sua Matriz de Referência (anexo I).

Gonçalves e Barroso (2014) analisam a trajetória do ENEM, desde 1998 até 2014. Comentam que, no início, o Exame Nacional tinha o objetivo de avaliar o indivíduo ao término da escolaridade básica, para aferir o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania. A partir de 2005, o programa PROUNI utilizou os resultados do ENEM como indicador para financiamento de cursos superiores.

No ano de 2009, houve uma reformulação na Matriz de Referência do ENEM. O exame começou a ser utilizado como critério para outras finalidades. A partir do resultado, o candidato passou a concorrer a vagas em programas governamentais, como em cursos profissionalizantes e à Educação Superior. O ENEM, ainda, passou a fornecer certificado de conclusão do ensino médio para maiores de 18 anos.

Com a importância deste exame, é evidente que o material didático a ser trabalhado nas escolas precisa estar de acordo com a Matriz de Referência do ENEM (Anexo I), com a finalidade de possibilitar ao aprendiz condições de ingresso à Educação Superior. O produto educacional desenvolvido neste trabalho considerou as competências e habilidades propostas pela matriz ENEM.

Gonçalves e Barroso (2014) analisam os microdados do ENEM 2009 disponibilizados pelo INEP. Estes dados permitem concluir que o percentual de acerto é, em média, inferior nas questões que exigem algum tipo de raciocínio matemático.

No teste de sondagem (apêndice A) e no teste aplicado no final da sequência didática (apêndice B) foram inseridas questões que envolviam raciocínio matemático para avaliar a variação no percentual de acerto em relação a questões teóricas.

Bassalo (2011) realiza uma análise crítica-constructiva das questões do ENEM 2009. O autor afirma que o aprendiz necessita, para uma boa análise dos itens, ser interessado em saber mais do que os livros didáticos normalmente apresentam e que saiba relacionar o contexto histórico – conceitual da Física e da Tecnologia. O autor, ainda, faz críticas aos enunciados das questões, afirmando que apareceram muitas pegadinhas e textos longos com informações desnecessárias.

As situações problema propostas no produto educacional visam relacionar informações apresentadas em diferentes formas, de tal forma que o aprendiz se sinta motivado a buscar e a construir suas respostas.

Silveira, Barbosa e Silva (2015) também criticam a formulação dos itens do exame. Afirmam que as questões devam ser mais consistentes com a avaliação de habilidades e competências. Os autores comentam a falta de integração entre Física, Química e Biologia. Ressaltam que as questões que compõem a prova de ciências da natureza são 15 questões de cada componente curricular distribuídas na prova aleatoriamente.

Percebe-se que há uma insatisfação com as questões de Física no exame do ENEM. E, de acordo com a crítica, o problema está na elaboração, que não condiz com a matriz de referência do ENEM.

## 2.4 Categoria 3: Ensino de Eletrodinâmica

Laburú, Gouveia e Barros (2009) propõem trabalhar circuitos elétricos com representações e desenhos produzidos pelos próprios aprendizes. A simbologia formal, inicialmente, não é apresentada, e, desta forma, o aprendiz cria sua representação para os dispositivos de um circuito elétrico. Os autores afirmam que assim é possível acompanhar o desenvolvimento dos aprendizes na sala de aula. A forma de representação criada por cada indivíduo é uma forma rápida e eficaz para indicar falhas conceituais. Esta rapidez permite alterar o plano de aulas durante o processo.

Na sequência didática descrita na metodologia desta dissertação, ocorrem situações nas quais o aprendiz precisa desenhar ou montar o circuito elétrico em atividades práticas. São momentos essenciais para o professor avaliar o desenvolvimento do aprendiz.

Rebello e Ramos (2009) afirmam que tradicionalmente o ensino de circuitos elétricos é descontextualizado, com forte ênfase em fórmulas e cálculos. Se opondo a esta forma de ensino, as autoras propõem o uso de recursos computacionais, e produção de maquetes pelos aprendizes. Destacam que desta forma foram percebidos o avanço e as dificuldades durante todo o processo.

O uso de recursos computacionais permite a experimentação em escolas que não possuam laboratório. E ainda, o aprendiz, em casa, pode rever o conteúdo estudado de uma forma mais atrativa. No produto educacional aplicado, são sugeridos alguns *sites* onde o aprendiz encontrará informações e simulações acerca do tema eletrodinâmica.

Dias, Barlette e Martins (2009) pesquisaram a opinião dos aprendizes sobre as aulas de eletricidade. Como resultado concluíram que um dos principais fatores que favorecem na aprendizagem é a possibilidade do conteúdo se relacionar com o cotidiano do aprendiz. Os autores afirmam que a “materialidade” do cotidiano funcionou como ponto de partida.

No desenvolvimento da sequência didática foi considerado o conhecimento que o aprendiz possui inicialmente, este conhecimento pode vir do seu cotidiano.

Ainda Dias, Barlette e Martins (2009) mostram que para os aprendizes, os três aspectos que dificultam a aprendizagem são: 1) a percepção que a Física é uma disciplina abstrata e difícil; 2) dificuldades com interpretação de texto e problemas matemáticos; 3) a auto-culpabilização do próprio aprendiz.

Os testes aplicados durante a metodologia deste trabalho foram desenvolvidos também com o objetivo de evidenciar dificuldades em questões que avaliam, além dos conceitos físicos, conceitos matemáticos ou interpretação de texto.



Lopes (2015) em sua dissertação de mestrado constrói uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre conceitos de eletricidade. O autor coloca a importância dos conhecimentos prévios para promover a aprendizagem significativa, e para identificá-los, Lopes aplica um questionário.

Para a elaboração da UEPS aplicada nesta dissertação, os conhecimentos prévios foram evidenciados no resultado do teste de sondagem (apêndice A). A partir deste resultado é analisada a necessidade de um organizador prévio.

Lopes (2015) inclui experimentos na sua sequência didática. Estes experimentos foram realizados pelos próprios aprendizes. O autor destaca os benefícios da atividade experimental.

As atividades experimentais permitem desenvolver no aluno a capacidade de articular pesquisa, produção de material por escrito, manuseio de equipamentos, montagem de experimentos, interação em grupo e troca de significados. (p. 44)

O autor ainda afirma que a Física Experimental proporciona um ambiente favorável para o aprendiz aprender e gostar de Física.

Na conclusão de seu trabalho, Lopes, ressalta uma preocupação na elaboração de UEPS associada à estrutura cognitiva do aprendiz. É necessário que haja entre as partes compatibilidade para que a nova informação consiga interagir com o conhecimento prévio. Outro fator relevante para o processo de aprendizagem significativa é a motivação do aprendiz.

Lopes (2015) verificou inicialmente um baixo interesse dos seus aprendizes pela Física. Com a aplicação de sua unidade de ensino, o autor percebeu um aumento no interesse dos aprendizes, evidenciado pelo engajamento das turmas nas atividades propostas.

Nos seus resultados, Lopes (2015) verifica indícios de aprendizagem significativa. Relaciona o sucesso do seu trabalho com as discussões realizadas com os aprendizes relacionando o conteúdo com problemas vivenciados por eles no cotidiano. Outro ponto relevante para o autor, é a aprendizagem pela investigação.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo as teorias de aprendizagem de Ausubel e de Bruner são discutidas a fim de fundamentar o produto educacional e sua aplicação. O cerne da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa, enquanto a teoria de ensino de Bruner centra-se na ativação da aprendizagem e o currículo em espiral. Neste capítulo ainda há considerações sobre o conceito de unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) relativamente ao qual o material autoral foi desenvolvido.

#### 3.1 Teoria de aprendizagem significativa de David P. Ausubel

De acordo com Ausubel, para que haja aprendizagem significativa é necessário que exista uma ligação do novo conhecimento com um conhecimento prévio do aprendiz. Desta forma o novo conhecimento ancora-se neste conhecimento prévio, alterando-o, caracterizando uma aprendizagem significativa.

O aprendiz tem, então, um novo conhecimento sobrepondo-se ao anterior. Não são dois conhecimentos distintos aprendidos, mas sim um conhecimento ampliado.

Ausubel (1978) resume o principal princípio para que ocorra aprendizagem significativa da seguinte forma:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo. (Ausubel, 1978, p. iv)

Observa-se duas ações que o professor deve realizar:

- a. Investigar aquilo que o aprendiz já sabe. Isto não se limita a reconhecer os conteúdos já aprendidos pelo aluno, mas também deve ser considerado sua estrutura cognitiva.
- b. Ensine-o de acordo. Esta afirmação indica que o ensino precisa partir daquilo que o aprendiz já sabe.

Moreira (2009) afirma que para ocorrer aprendizagem significativa são necessárias duas condições:

a. o aprendiz tem que ter disposição para aprender. O aluno que memoriza informações está realizando uma aprendizagem mecânica.

b. o conteúdo a ser aprendido tem que ser significativo. Para um estudante o conteúdo pode ser significativo enquanto que para outro não. Isto está associado à experiência de cada indivíduo.

Com base nesta teoria de aprendizagem, o material aplicado aos aprendizes foi desenvolvido. Acredita-se que a teoria de aprendizagem significativa se adequa bem ao produto educacional desenvolvido nesta dissertação, uma vez que o objetivo é que, após a sequência didática, a aprendizagem seja significativa. Os conceitos tratados foram desenvolvidos para evitar a aprendizagem arbitrária ou literal, pois estas formas de aprendizagem não são significativas. Moreira (1997) define aprendizagem significativa da seguinte forma:

Aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito.

Para garantir uma aprendizagem significativa, o produto educacional considerou os conhecimentos prévios dos aprendizes. Através de um levantamento, foi possível identificar quais informações e qual nível cognitivo os estudantes traziam consigo. Foi a partir desta identificação que o material aplicado foi desenvolvido.

A aprendizagem significativa se opõe à aprendizagem mecânica no que diz respeito à forma que o novo conhecimento se relaciona com algum conhecimento do indivíduo. Assim a nova informação interage com o que Ausubel denomina de “conceito subsunçor”, ou simplesmente subsunçor.

Moreira (2009) define subsunçor da seguinte forma:

O "subsunçor" é um conceito, uma idéia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de "ancoradouro" a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (i.e., que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação).

Os subsunçores foram evidenciados após aplicação do questionário. Com estes dados o material, que foi utilizado com os alunos, foi escrito. Assim foi possível construir um produto

que possa ser relacionado com o conhecimento prévio do estudante, isto é, “logicamente significativo” (MOREIRA 2009).

A aprendizagem significativa vai além de uma relação do que será aprendido com o seu subsunçor, ela se dá na interação entre estes dois. Sem esta interação, ocorre o que Ausubel define como aprendizagem mecânica, na qual a nova informação é memorizada de forma arbitrária e literal.

O produto educacional desenvolvido foi elaborado com a preocupação de se tornar potencialmente significativo. De acordo com a teoria de Ausubel, só seria possível se o material fosse capaz de interagir com os conhecimentos prévios do aprendiz. Assim, foi desenvolvido um produto educacional que tenha um significado lógico e não arbitrário, considerando os subsunçores do aprendiz, nos quais os novos conhecimentos serão ancorados.

Ausubel propõe o uso de organizadores prévios para facilitar a aprendizagem significativa. São informações dadas ao aprendiz antes de iniciar o novo conteúdo a ser desenvolvido, ajudando o aluno a preencher a lacuna entre o que ele já sabe e o que ele irá aprender. Segundo o próprio Ausubel (1978, p.171):

A principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara.

Ao desenvolver o produto educacional surgiu a preocupação de como conectar o conhecimento prévio (subsunçor) do aprendiz com o novo conhecimento. Para tal foi considerado o que MOREIRA (2008) aborda sobre organizador prévio.

Os organizadores prévios podem tanto fornecer “ideias âncora” relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem, ou seja, para explicitar a relacionabilidade entre os novos conhecimentos e aqueles que o aprendiz já tem mas não percebe que são relacionáveis aos novos.

No caso de material totalmente não familiar, um organizador “expositivo”, formulado em termos daquilo que o aprendiz já sabe em outras áreas de conhecimento, deve ser usado para suprir a falta de conceitos, idéias ou proposições relevantes à aprendizagem desse material e servir de “ponto de ancoragem inicial”. No caso da aprendizagem de material relativamente familiar, um organizador “comparativo” deve ser usado para integrar e discriminar as novas informações e conceitos, ideias ou proposições, basicamente similares, já existentes na estrutura cognitiva. Destaque-se, no entanto, que organizadores prévios não são simples comparações introdutórias, pois, diferentemente destas, organizadores, devem:

1 - identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;

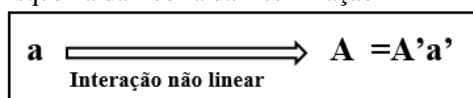
2 - dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;

3 - prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

Com base nisto, no início de cada tema do material autoral desenvolvido nesta dissertação, há informações na forma de texto, gráficos, e tabelas para que sirvam de “âncoradouro provisório”, caso o aprendiz não possua subsunçores.

O princípio da assimilação proposto por Ausubel resulta da aprendizagem significativa. A assimilação ocorre quando uma nova informação potencialmente significativa, aqui denominada por **a**, interage de forma não literal e não arbitrária com um conhecimento, ideia, já presente no sistema cognitivo do aprendiz, denominado por **A**. Este conhecimento, ideia seria o subsunçor. Moreira esquematiza a assimilação conforme figura 1:

Figura 1 – Esquema da Teoria da Assimilação



Fonte: Moreira, 1999, p. 157.

O produto interacional **A'a'** demonstra que a ideia Âncora **A** é modificada para **A'a'**. Os fatores deste produto **A'** e **a'** estão relacionados constituindo uma nova unidade, **A'a'**. Desta forma, a aprendizagem significativa não se dá apenas pela alteração de **a** em **a'**, mas também pela alteração do subsunçor **A'** formando o novo produto interacional **A'a'**.

O material autoral aplicado foi desenvolvido considerando o produto interacional, observando, durante sua aplicação, a mudança dos subsunçores evidenciados no teste de sondagem (apêndice A).

### 3.2 Teoria de Ensino de Jerome Seymour Bruner

Para Bruner (1969), "ensinar é, em síntese, um esforço para moldar o desenvolvimento" e "uma teoria de ensino versa, com efeito, sobre as várias maneiras de auxiliar o desenvolvimento".

Bruner afirma que o processo de aprender está relacionado à descoberta, através da exploração de alternativas e do currículo em espiral. A exploração de alternativas se dá na investigação de problemas.

O produto educacional aplicado nessa dissertação apresenta, ao longo das discussões dos temas, situações problema, nas quais o aprendiz é instigado a uma solução. Estas investigações de problemas devem ser, conforme Bruner, "dirigidas" pelo professor de modo a não causar confusão no aprendiz.

Então, o professor precisa mediar o processo para que a aprendizagem pela descoberta não se torne caótica. A intervenção não deve atrapalhar o processo de investigação do aprendiz, mas também não pode ser ausente, deixando-o perdido ou angustiado.

A sequência na aprendizagem é formalizada por Bruner, que a expressa nos seguintes termos: cabedal de informações, estágio de desenvolvimento, natureza da matéria e diferenças individuais. (MOREIRA, 2009)

Para Bruner, a recursividade do conteúdo possibilita ao aprendiz rever o conteúdo em diferentes níveis de profundidade. O produto educacional elaborado nesse trabalho traz no seu desenvolvimento os conceitos de corrente e resistência elétrica, entre outros, mais de uma vez. A cada vez que estes conceitos aparecem, o nível de abstração e complexidade é maior.

Bruner coloca a dúvida como a ativação do processo. É ela que instiga o aluno a buscar a aprendizagem. Esta dúvida é gerada no aprendiz a partir de uma situação problema. Outros fatores no processo de exploração de alternativas são a manutenção e a direção.

O material utilizado foi elaborado e fomentado pelas teorias de aprendizagem de Ausubel e de Bruner. A preocupação da identificação dos subsunçores, a criação de organizadores prévios e o produto interacional são características presentes no material. Ainda o produto também faz uso de situações problemas para ativar o processo de aprendizagem, e o

texto do material contribui para a manutenção e a direção do aprendiz neste processo evitando que a exploração de alternativas se torne caótica ou desinteressante.

### **3.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**

As UEPS propõem uma sequência didática que busca garantir uma aprendizagem significativa, conforme MOREIRA (2011). A sequência didática é o conjunto de passos que o professor irá executar junto ao aprendiz evitando que ocorra a aprendizagem mecânica.

Após determinado o tema a ser desenvolvido em sala de aula, a sequência didática deve permitir que o professor investigue os conhecimentos prévios trazidos pelos aprendizes, como por exemplo, através de mapas conceituais. Após este passo, o aprendiz deve ser confrontado por uma situação problema de nível introdutório, gerando uma dúvida nele, como colocado por Bruner, a fim de que ocorra a ativação do processo. Continua-se a sequência didática iniciando o conteúdo que será trabalhado. Esta primeira parte é feita com visões mais gerais do assunto, e a cada aula aumenta-se o grau de complexidade até atingir o nível de aprendizagem desejado.

Moreira (2011) enumera os aspectos sequenciais

Aspectos sequenciais (passos):

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

O produto educacional desenvolvido nesta dissertação baseou-se nas teorias aqui apresentadas. Na sua elaboração, foram considerados os conhecimentos prévios do aprendiz, os subsunçores. As introduções dos temas do material autoral foram realizadas a fim de que se tornassem organizadores prévios para criar uma ponte entre o conhecimento a ser aprendido e o conhecimento que o aluno já traz. A partir de situações problema, o texto do produto



educacional busca instigar o aprendiz e, a cada etapa da sequência didática, isto é, a UEPS, ocorre uma gradação. Iniciando por conhecer, passando por compreender e finalmente por aplicar o conhecimento.

## **4 METODOLOGIA**

Neste capítulo serão descritas as etapas que constituíram a aplicação da proposta de trabalho, a elaboração do material aplicado aos aprendizes, o desenvolvimento de cada aula e as avaliações realizadas no início e no final da sequência didática.

### **4.1 Método de investigação e caracterização da amostra**

A metodologia utilizada neste trabalho é a investigação experimental, onde busca-se indícios de aprendizagem significativa dos aprendizes no final da sequência didática proposta pelo produto educacional desenvolvido nesta dissertação. Segundo LAVILLE e DIONNE (1999), esse tipo de pesquisa deve inicialmente buscar demonstrar a existência de uma relação de causa e efeito entre duas variáveis.

Foram compostos dois grupos aleatórios, cada um com 40 aprendizes de faixa etária de 16 a 18 anos: um grupo denominado turma controle (TC) e o outro denominado turma experimental (TE). Para MOREIRA (2003), a aleatoriedade na formação dos grupos não garante a equivalência entre os grupos, embora se reduz a probabilidade de serem diferentes. Para assegurar que estes dois grupos eram equivalentes, foi efetuado um teste de sondagem (apêndice A), buscando elementos que mostrasse o nível de conhecimento sobre eletrodinâmica de cada turma.

A aplicação da pesquisa foi realizada em uma escola particular, situada na L2 Sul, Brasília – DF, a qual oferece os três anos do ensino médio no turno matutino e, no turno vespertino, oferece atividades complementares, como robótica, atividades esportivas, oficina de redação, entre outras. Nesta escola, há laboratórios de física, química e biologia.

O laboratório de física é amplo composto por 10 bancadas. Cada bancada foi desenvolvida para o trabalho coletivo de até cinco alunos. Em cada bancada, há tomadas com tensão de 220V e 110V e um computador com internet.

Nesta escola, cada turma tem quatro aulas semanais de física, cada aula com duração de 50 minutos. Destas quatro aulas, duas são colocadas em sequência, gerando uma aula dupla com duração de 100 minutos. Para a sequência didática deste trabalho, utilizou-se dez aulas.

Na TE, as aulas duplas foram usadas para as atividades práticas propostas pelo material aplicado aos aprendizes. O motivo desta escolha deve-se ao tempo gasto em processos que não estão previstos na aula, como o tempo para a locomoção da turma da sala de aula até o laboratório, para a acomodação dos aprendizes nas bancadas do laboratório, calibragem dos instrumentos usados no laboratório. Já na TC, foram mantidas aulas expositivas, realizadas sempre em sala de aula e baseadas no livro didático adotado pela escola.

Em busca de elementos que mostrem uma aprendizagem significativa, os dois grupos foram submetidos a uma avaliação quantitativa inicial (apêndice A), aqui chamada de sondagem, e uma avaliação quantitativa final (apêndice B). As questões aplicadas nestas avaliações foram diferentes. A primeira avaliação assegurou que existia uma equivalência entre os grupos. A segunda avaliação foi aplicada com o objetivo de verificar se há diferença no nível de conhecimento entre as turmas, buscando encontrar indícios de aprendizagem significativa na TE.

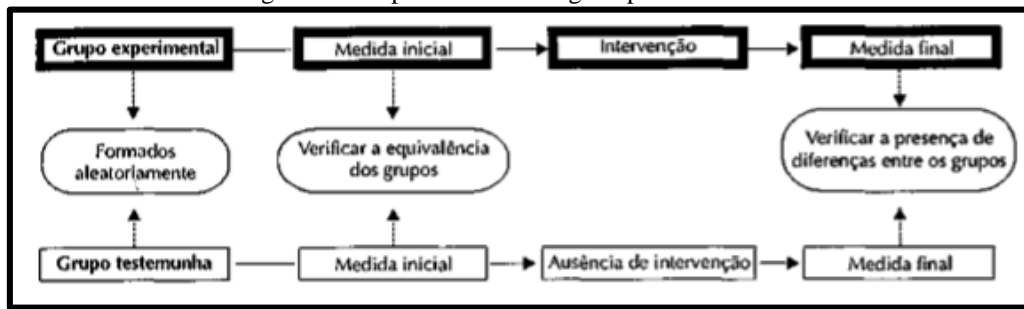
Também se realizou uma pesquisa qualitativa inicial (apêndice E), com a utilização de questionário eletrônico para 10 aprendizes do grupo TC a fim de auxiliar a identificação de subsunçores, por isto não foi necessário que todos os 40 aprendizes realizassem esta pesquisa, uma vez que seu objetivo era fornecer para o professor pesquisador elementos comuns a faixa etária e social dos aprendizes acerca do tema eletrodinâmica.

O mesmo questionário (apêndice E) foi aplicado com a mesma amostra no final da sequência didática visando averiguar se houve uma evolução nos conceitos por parte desses aprendizes. As respostas foram transcritas para o apêndice G.

Por fim e após a sequência didática, efetuou-se uma outra avaliação qualitativa (apêndice F) acerca do uso de UEPS, com a mesma amostra de 10 alunos, para averiguação da percepção dos aprendizes com relação a esta sistemática. As respostas foram transcritas para o apêndice G.

A figura 2 representa as etapas da metodologia aplicada neste trabalho.

Figura 2 – Etapas da Metodologia Aplicada



Fonte: Laville; Dionne, 1999, p. 139

## 4.2 Sequência Didática

A sequência didática foi elaborada a fim de que o aprendiz, no final do processo, dominasse os seguintes conceitos de eletrodinâmica: corrente, resistência, tensão e potência elétrica, associação de resistores e circuitos elétricos simples compostos por gerador e resistor.

As aulas iniciam com algum recurso visual sobre o assunto que será trabalhado para que o aprendiz ative o subsunçor. Isto é essencial para ocorrer a aprendizagem significativa, uma vez que o novo conteúdo precisa ser ancorado em algum conhecimento que o aprendiz já possua. A escolha do recurso visual foi uma tentativa de atrair o interesse da sala.

A partir da fotografia, ou de um experimento demonstrativo, o professor provoca o aprendiz a explicar um novo conceito ou fenômeno. Desta forma, de acordo com Bruner, ocorre a ativação do processo de aprendizagem.

Os conteúdos trabalhados nesta sequência didática aparecem mais de uma vez. A cada aula eles retornam em um nível maior de complexidade. Esta é a vantagem em trabalhar o currículo em espiral, não há necessidade de sanar todo um conteúdo no primeiro contato com o aprendiz, pois o mesmo assunto será trabalhado mais adiante na sequência didática, e desta vez, com mais detalhe.

As atividades experimentais propostas tem como objetivo desenvolver a investigação, a descoberta. Para Bruner, o processo de aprender se dá na exploração de alternativas. Este produto educacional propõe ao aprendiz momentos de dúvida, para ativar o processo de aprendizagem, momentos de atividades práticas, para investigação e verificação de resultados discutidos em sala, pois desta forma o aprendiz se mantém motivado durante o processo de aprendizagem. Os roteiros das aulas servem para que a discussão em sala de aula, ou atividade experimental não se torne dispersa de tal forma que o aprendiz se perca no processo de descoberta.

## 1ª Aula

Tempo previsto: 1 hora/aula

Objetivos: Reconhecer a presença da corrente elétrica no cotidiano.

Atividades: Atividade experimental demonstrativa dos efeitos da corrente elétrica:

- Efeito Joule (térmico)
- Efeito Luminoso
- Efeito Magnético
- Efeito Fisiológico (choqueelétrico)

Esta atividade tem o objetivo de funcionar como organizador prévio, isto é, uma ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que conteúdo que será aprendido.

Durante os experimentos o professor procurou envolver a turma experimental de tal forma que os aprendizes fossem citando experiências vividas por eles que se assemelhassem com a atividade prática desenvolvida.

Após esta atividade o professor formalizou o conceito de corrente elétrica. Diferenciou a corrente iônica da corrente eletrônica.

Apresenta a equação para calcular a intensidade da corrente elétrica pela razão entre da quantidade de carga que atravessa uma secção reta do condutor e o intervalo de tempo.

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

Foi mostrado os submúltiplos da unidade de medida para intensidade de corrente elétrica: miliampère (mA) e microampère ( $\mu$ A).

## 2ª Aula

Tempo previsto: 1 hora/aula

Objetivos: Apresentar a 1ª Lei de Ohm

Atividade: A partir de uma breve retomada da aula anterior, o professor instiga os aprendizes a pensar o que causa a corrente elétrica, e ainda os fatores que dificultam ou facilitam a corrente elétrica. Neste momento define tensão elétrica, diferencia-se bons e maus condutores elétricos (fazendo uma analogia com bons e maus condutores térmicos).

Apresenta a 1ª Lei de Ohm na forma  $U = R \cdot i$ , onde

$U$  = tensão elétrica nos terminais do resistor – Medida em volt (V)

$R$  = resistência elétrica - Medida em Ohm ( $\Omega$ )

$i$  = intensidade da corrente elétrica – medida em ampère (A)

Caracteriza resistores como ôhmico ou não – ôhmico e mostra suas curvas características.

### 3ª e 4ª Aulas

Tempo previsto: 2 horas/aula

Objetivo: Verificar a 1ª lei de Ohm, e descobrir a 2ª lei de Ohm

Atividade: No laboratório os alunos foram separados em grupo 10 grupos de quatro alunos cada. Eles seguiram a prática proposta encontrada no apêndice C.

Primeiramente, pede-se que aumente a tensão da fonte elétrica e verifique, através do amperímetro, a intensidade de corrente elétrica. Este experimento é realizado com resistor de carvão, e depois com uma lâmpada incandescente. Com os dados, o aprendiz deve construir um gráfico  $U \times i$  para o resistor de carvão e para a lâmpada.

Após é dado 60 cm de fio de níquel-cromo para que o aprendiz relacione o comprimento do fio com sua resistência elétrica

## 5ª aula

Tempo previsto: 1 hora/aula

Objetivo: Introduzir o conceito de Energia e Potência elétrica.

Atividade: O professor inicia a aula retomando os efeitos e a definição de corrente elétrica. Através do diálogo com a sala de aula, os alunos são questionados sobre a diferença entre a unidade de medida volt (V) e a unidade watt (W). O professor mostra vários aparelhos eletrodomésticos como lâmpada, geladeira, chuveiro, secador de cabelo, televisor, entre outros, e instiga o estudante a pensar como pode todos estes aparelhos serem ligados a uma rede de tensão elétrica de 220 V e apresentarem potências tão diferentes. A resposta esperada é a diferença na intensidade de corrente elétrica que atravessa cada um desses aparelhos.

Apresenta para o aprendiz a relação  $P = U \cdot i$  e relembra a relação entre energia e potência  
 $Energia = Pot \cdot \Delta t$

$P$  = potência elétrica – Medida em watt (W)

$U$  = tensão elétrica nos terminais do resistor – Medida em volt (V)

$i$  = intensidade da corrente elétrica – medida em ampère (A)

Como exercício, o aprendiz completa o Quadro 1:

Quadro 1 – Energia elétrica consumida

Aparelho Elétrico	Potência (W)	Intensidade de Corrente (A)	Tempo de uso diário (h)	Energia Elétrica consumida (kWh)
Lâmpada				
Geladeira				
Chuveiro				
Microondas				
Secador de Cabelo				
Carregador de Celular				
			Energia Total	

Fonte: Elaboração própria

## 6ª e 7ª Aulas

Tempo previsto: 2 horas/aula

Objetivo: Associar resistores elétricos. No final desta aula o aprendiz deverá ser capaz de encontrar o valor da resistência equivalente de uma associação de resistores.

Atividade: No laboratório é apresentado aos aprendizes uma breve explicação do multímetro na função de ohmímetro. Cada bancada do laboratório recebe alguns resistores os quais terão suas resistências elétricas medidas pelos próprios estudantes. Seguindo a prática proposta apresentada no apêndice C, o aprendiz tenta descobrir a relação matemática para o cálculo da resistência equivalente em associações em série e em paralelo.

## 8ª aula

Tempo previsto 1 hora/aula

Objetivo: Diferenciar o que ocorre com a tensão e com a corrente elétrica na associação de resistores em série e em paralelo.

Atividade: Aula expositiva sobre associação de resistores, retomando a atividade prática desenvolvida na 6ª e 7ª aula.

Nesta aula o professor apresenta um experimento demonstrativo com duas montagens:

- (a) Duas lâmpadas incandescentes com dados nominais (40W – 220V) associadas em série.
- (b) Duas lâmpadas incandescentes com dados nominais (40W – 220V) associadas em paralelo.

Desconectando uma das lâmpadas, o aprendiz pode observar que na associação em série, ocorre a interrupção da corrente o que causa o desligamento da segunda lâmpada. Mas na associação em paralelo, quando desconecta uma das lâmpadas nada ocorre com a segunda lâmpada.

## 9ª Aula

Tempo previsto 1 hora/aula



Objetivo: Apresentar esquemas de circuitos elétricos simples, composto por gerador elétrico e resistores elétricos.

Atividade: Aula expositiva. No quadro o professor mostra em esquemas ligações elétricas do cotidiano, como ligação de lâmpadas e tomadas em uma residência, circuito *threeway*, associação de lâmpadas em um pisca-pisca usado em árvore de natal.

### 10ª Aula

Tempo previsto 1 hora/aula

Objetivo: Entender como um chuveiro elétrico funciona.

Atividade: Foi dividida a sala em 10 grupos. A cada grupo foi dado um chuveiro elétrico. Os aprendizes precisavam responder as seguintes questões:

- (a) O que é responsável por ligar o chuveiro?
- (b) Como a chave seletora de “temperatura” inverno, desligado, verão, interfere na associação de resistores no interior do chuveiro?
- (c) Os resistores do chuveiro estão associados em série ou em paralelo?
- (d) Para aquecer mais a água, é necessária uma resistência equivalente maior ou menor?
- (e) Faça um esquema representando o circuito elétrico do chuveiro.

## **5 PRODUTO EDUCACIONAL**

### **5.1 Destinação**

Este produto é destinado aos colegas docentes com o intuito de promover novas formas de ensino da eletrodinâmica. Este material constitui uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre conceitos de eletrodinâmica e foi aplicado na 3ª série do ensino médio no desenvolvimento dos conceitos de corrente, tensão, resistência, energia e potência elétrica.

Os tópicos do texto foram elaborados buscando relacionar o novo conteúdo com conhecimentos prévios do aprendiz. Durante o material autoral, há atividades experimentais que se mostraram grandes aliadas no processo de aprendizagem, podendo ser substituídas por simulações computacionais em caso de impossibilidade de realização das atividades de laboratório.

A sequência didática foi desenvolvida para a aplicação do material autoral em 10 aulas com duração de 50 minutos. Este número de aulas se mostrou adequado na realidade trabalhada. Porém, pode ser ajustado de acordo com as condições presentes.

### **5.2 Introdução**

Como produto educacional foi produzido um capítulo sobre eletrodinâmica e uma sequência didática para a sua aplicação em sala de aula. O texto tratou dos conceitos de corrente, tensão, resistência, potência e energia elétrica. A sequência didática utilizou o recurso do currículo em espiral, proposto por Bruner e da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel.

O desenvolvimento deste capítulo foi auxiliado pela Matriz de Referência do ENEM, itens Eixos Cognitivos e Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (anexo 1).

## 5.3 Produto Educacional

### 1. Corrente Elétrica

Figura 3 – Raios entre nuvens



Fonte: Fotografia realizada por Chico Ferreira

Na foto da figura 3 podemos observar raios entre nuvens. O clarão mostra o caminho percorrido por cargas elétricas (elétrons). O que será que causou o surgimento do raio? Como se mede a intensidade do fluxo de cargas elétricas?

Os atritos da nuvem com o ar, e com o vapor d'água que se condensa na nuvem causam eletrização, isto é, a nuvem fica com um desequilíbrio entre o número de prótons e elétrons. Esta diferença de carga elétrica gera um potencial elétrico. O potencial elétrico por si só não é suficiente para causar o raio. É necessário que apareça uma diferença de potencial elétrico. Assim, duas nuvens, eletrizadas com quantidades de cargas diferentes, com formatos diferentes, estabelecem uma diferença de potencial (ddp) entre elas. A ddp é a causa da corrente elétrica.

Resumindo:

**Definição:** Movimento ordenado de partículas portadoras de carga elétrica.

**Causa:** Diferença de potencial elétrico entre dois pontos.

**Intensidade (i) :** Razão da quantidade de carga que atravessa uma seção transversal de um condutor por unidade de tempo.

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

Onde

i → intensidade de corrente elétrica – unidade no SI: ampère (A)

$\Delta Q$  → quantidade de carga que atravessa uma seção transversal de um condutor – unidade no SI: coulomb (C)

$\Delta t$  → intervalo de tempo – unidade no SI: segundo (s)

É comum a utilização de submúltiplos da unidade de medida ampère.

Quadro 2 – Principais submúltiplos do ampère

1 miliampère ou 1mA	$10^{-3}\text{A}$
1 microampère ou $1\mu\text{A}$	$10^{-6}\text{A}$

Fonte: Elaboração própria

### Classificação do tipo de corrente elétrica quanto a sua natureza.

**Corrente Eletrônica** – Formada pelo fluxo ordenado de elétrons, como por exemplo corrente elétrica estabelecida em fios metálicos.

**Corrente Iônica** – Formada pelo fluxo ordenado de íons, como por exemplo corrente elétrica estabelecida nos neurônios ou em soluções eletrolíticas.

### Para Casa

1) Descreva os efeitos da corrente elétrica apresentados em sala de sala.

a) Efeito Joule:

---

---

---

b) Efeito Luminoso:

---

---

---

c) Efeito Magnético:

---

---

---

d) Efeito Fisiológico

---

---

---

- 2) Considere que durante um raio entre nuvem e solo ocorra a transferência de 10 coulomb de carga elétrica em um intervalo de 0,1 s. Calcule a intensidade média de corrente elétrica deste raio.

### Para saber mais

<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/relamp/relampagos/caracteristicas.da.corrente.eletrica.php>

## 2. Leis de Ohm

Figura 4 – Lâmpada incandescente



Fonte: Elaboração própria

A figura 4 mostra o interior de uma lâmpada incandescente. A parte central, que mais brilha, é constituída por um filamento de tungstênio. Em funcionamento, este filamento pode atingir uma temperatura aproximada de 2500 °C. O que causa o brilho desta lâmpada? Como podemos ter lâmpadas com brilhos diferentes conectadas a mesma diferença de potencial elétrico?

Como já vimos, a corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas, mas este movimento ordenado não significa movimento em linha reta. Os raios entre nuvens formam caminhos em zig e zag, da mesma forma que os elétrons a percorrer um fio metálico, também faz um movimento não retilíneo. O termo ordenado é empregado com a conotação que há um sentido resultante no movimento das cargas elétricas.

Imaginemos uma lâmpada ligada em uma rede elétrica de ddp 110 V. Por ela passaria uma intensidade de corrente elétrica  $i_1$ . Agora, se a mesma lâmpada fosse conectada em uma rede elétrica de ddp igual a 220 V, a intensidade de corrente que a atravessaria certamente seria diferente de  $i_1$ . Define-se então como a resistência elétrica a razão entre a ddp aplicada e a intensidade de corrente elétrica.

$$R = \frac{U}{i}$$

Onde

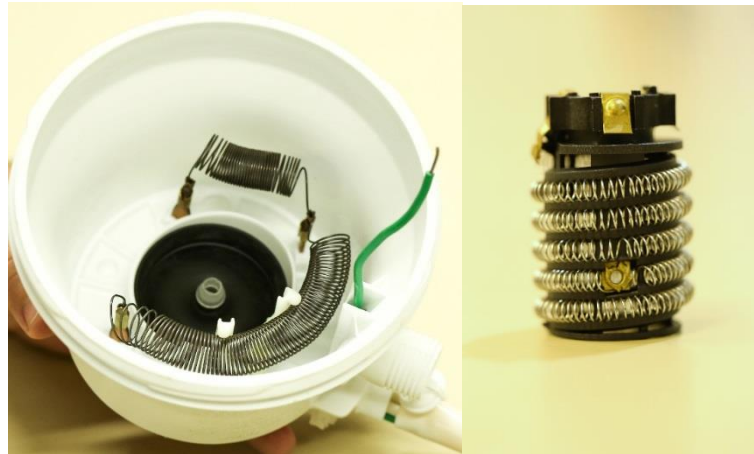
R  $\longrightarrow$  Resistência Elétrica - unidade no SI: ohm ( $\Omega$ )

U  $\longrightarrow$  Diferença de Potencial (ddp) – unidade no SI: volt (V)

i  $\longrightarrow$  intensidade de corrente elétrica – unidade no SI: ampère (A)

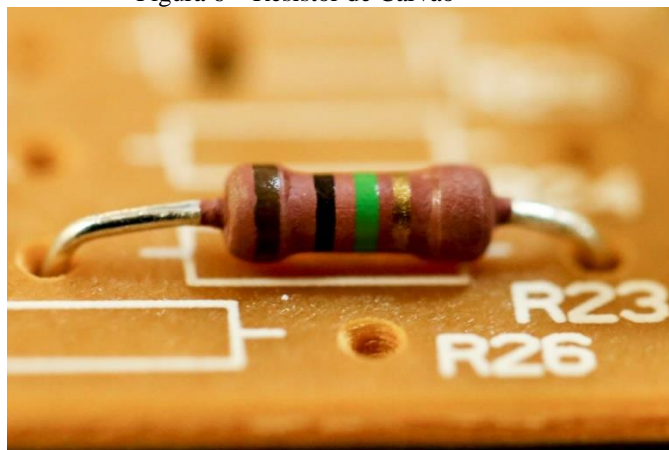
O dispositivo que oferece resistência elétrica é chamado de **resistor**. Além do filamento das lâmpadas incandescentes, existem outros tipos de resistores, como evidenciado nas figuras 5 e 6:

Figura 5 – Resistores de chuva elétrico



Fonte: Elaboração própria

Figura 6 – Resistor de Carvão



Fonte: Elaboração própria

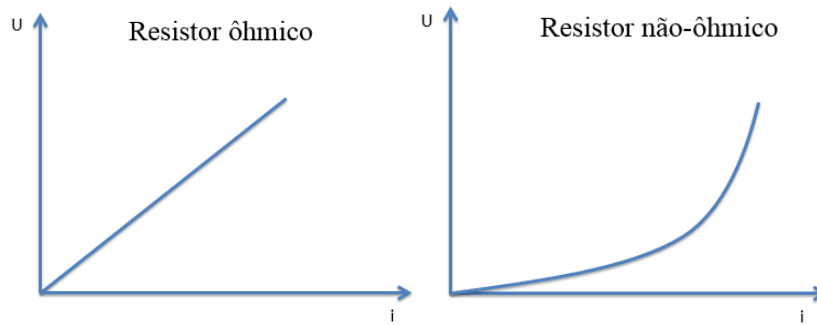
### **Classificação do comportamento do resistor.**

O Resistor é classificado como ôhmico ou não-ôhmico (Figura 7).

**Resistor ôhmico** – A razão entre a ddp aplicada em seus terminais, e a intensidade de corrente que o atravessa é constante.

**Resistor não-ôhmico** – A razão entre a ddp aplicada em seus terminais, e a intensidade de corrente que o atravessa não é constante.

Figura 7 – Classificação do comportamento do resistor

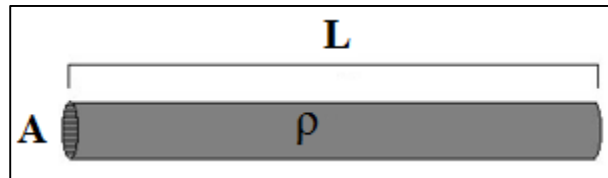


Fonte: Elaboração própria

## 2ª Lei de Ohm

A 2ª Lei de Ohm relaciona o material e as dimensões de um condutor com a sua resistência elétrica.

Figura 8 – Representação das grandezas envolvidas na 2ª Lei de Ohm



Fonte: Elaboração própria

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Onde

$\rho$  – resistividade do material - unidade no SI: ohm.metro ( $\Omega.m$ )

$L$  - comprimento do fio – unidade no SI: metro (m)

$A$  - área da seção transversal do fio – unidade no SI: metro ao quadrado ( $m^2$ )

## Para Casa

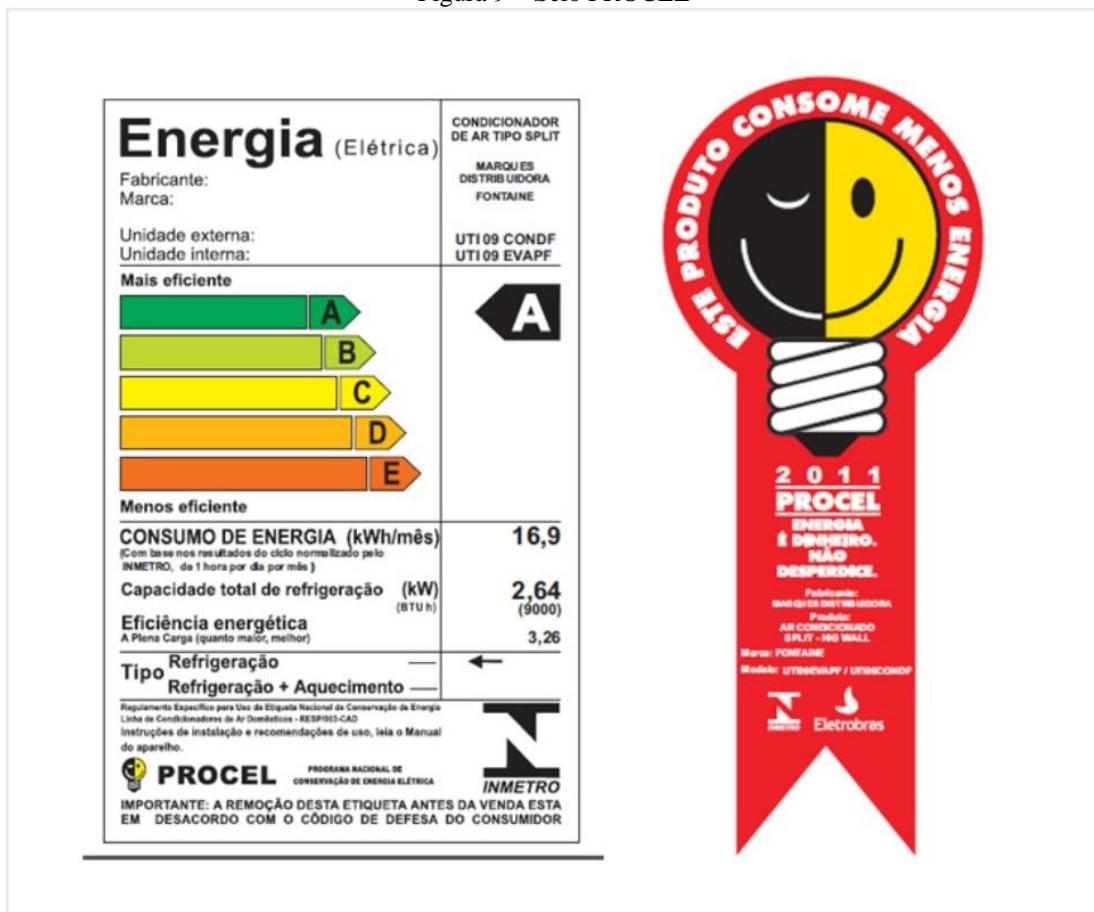
- 3) Por que em uma instalação elétrica residencial se utiliza fios de diferentes espessuras?
-



- 
- 
- 4) A temperatura do material influencia na sua resistência elétrica? Crie um modelo que justifique sua resposta.
- 
- 
- 

### 3. Energia e Potência Elétrica

Figura 9 – Selo PROCEL



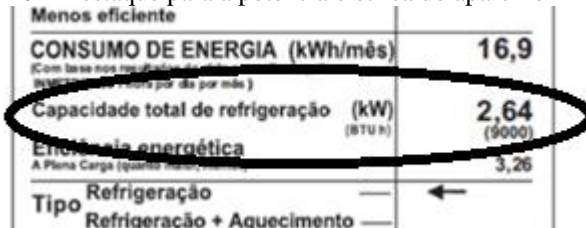
Fonte: Disponível em <http://static.webarcondicionado.com.br/blog/uploads/2015/06/selo-9000.jpg> (acesso 10/03/2014)

A figura 9 é de um selo PROCEL. Este selo tem como finalidade permitir que o consumidor reconheça quais eletrodomésticos são mais eficientes e que consomem menos energia elétrica. O desenvolvimento de aparelhos elétricos que consumam menos energia é

importante para todos, pois ajuda na preservação do meio ambiente e ainda diminui o custo da conta mensal de energia elétrica.

No selo podemos encontrar a potência do condicionador de ar tipo Split, conforme figura 10:

Figura 10 – Destaque para a potência elétrica do aparelho



Menos eficiente	
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês) <small>(Com base nos requisitos mínimos estabelecidos pelo INMETRO)</small>	16,9
Capacidade total de refrigeração (kW) <small>(BTU/h)</small>	2,64 <small>(9000)</small>
Eficiência energética <small>A Plena Carga (quando necessário)</small>	3,26
Tipo Refrigeração	←
Tipo Refrigeração + Aquecimento	

Fonte: Disponível em <http://static.webarcondicionado.com.br/blog/uploads/2015/06/selo-9000.jpg> (acesso 10/03/2014)

Potência = 2,64 kW, o que é equivalente à 2640 W.

A companhia elétrica, no caso de Brasília, a CEB, cobra o consumo de energia elétrica. Este consumo de energia pode ser calculado pela relação:

$$Energia = Pot \cdot \Delta t$$

Onde:

*Energia* ➤ Consumo de energia elétrica.

*Pot* ➔ Potência elétrica do aparelho elétrico.

$\Delta t$  ➔ Intervalo de tempo de uso do aparelho elétrico.

As unidades de medida dessas grandezas no SI são:

*Energia* ➤ em joule (J)

*Pot* ➔ em watt (W)

$\Delta t$  ➔ em segundo (s)

Novamente no selo (figura 11), encontra-se uma outra unidade possível para a energia, o quilo-watt-hora - **kWh**. Esta unidade é usual quando se trata de energia elétrica.

Figura 11 – Destaque para o consumo mensal do aparelho

Melhor eficiente	
<b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)</b> <small>(Com base nos resultados do ciclo normalizado pelo IGTRO, de 1 hora por dia por mês)</small>	<b>16,9</b>
Capacidade total de refrigeração (kW) <small>(BTU/h)</small>	2,64 <small>(9000)</small>
Eficiência energética	

Fonte: Disponível em <http://static.webarcondicionado.com.br/blog/uploads/2015/06/selo-9000.jpg> (acesso 10/03/2014)

A fim de que a unidade de medida da energia seja o kWh, podemos adotar as seguintes unidades de medida:

*Energia* ➤ em quilo-watt-hora (kWh)

*Pot* ➔ em quilo-watt (kW)

$\Delta t$  ➔ em hora (h)

### **Potência, tensão, e corrente elétrica.**

Há uma relação entre essas grandezas descrita pela fórmula

$$Pot = U \cdot i$$

Onde:

*Pot* ➔ Potência Elétrica. - Unidade de medida: watt (W).

*U* ➔ Diferença de potencial, (ddp), também chamada de tensão elétrica. - Unidade de medida: volt (V).

*i* ➔ intensidade de corrente elétrica. - Unidade de medida: ampère (A).

Faça uma pesquisa da potência elétrica dos aparelhos abaixo e complete o Quadro 3. Na coluna **tempo de uso diário**, faça uma estimativa.

Quadro 3 – Energia elétrica consumida

Aparelho Elétrico	Potência (W)	Intensidade de Corrente (A)	Tempo de uso diário (h)	Energia Elétrica consumida (kWh)
Lâmpada				
Geladeira				
Chuveiro				
Microondas				
Secador de Cabelo				
Carregador de Celular				
<b>Energia Total</b>				

Fonte: Elaboração própria

### Custo da conta de energia elétrica

O custo pode ser calculado caso seja conhecido o valor do kwh. Usando o valor de R\$ 0,50 para o kwh, calcule o custo com base na tabela acima.

### Atividade Experimental 1 – Leis de Ohm

**Objetivo:** Verificar a 1ª Lei de Ohm e Investigar a 2ª Lei de Ohm.

**Material:**

1 Fonte de tensão variável: 0 até 15V. (Figura 12)

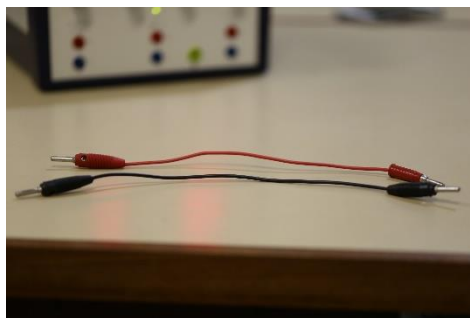
Figura 12 – Fonte de tensão variável



Fonte: Elaboração própria

2 Fios elétricos. (Figura 13)

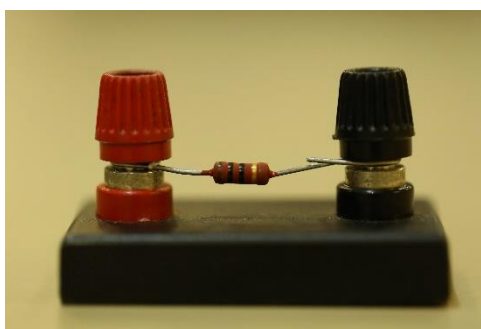
Figura 13 – Fios Elétricos



Fonte: Elaboração própria

1 resistor de carvão de resistência  $10 \Omega$ . (Figura 14)

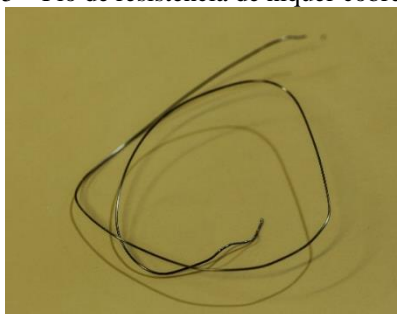
Figura 14 – Resistor de carvão de resistência  $10 \Omega$



Fonte: Elaboração própria

15) 60 cm de fio de resistência de níquel-cobre, conhecido como fio de Constantan. (Figura

Figura 15 – Fio de resistência de níquel-cobre



Fonte: Elaboração própria

1 multímetro digital. (Figura 16)

Figura 16 – Multímetro digital

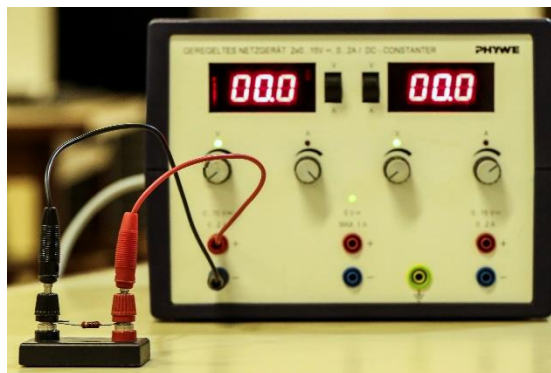


Fonte: Elaboração própria

### Procedimento 1

Com a fonte de tensão em 0V conecte os terminais do resistor de 10 Ω nos terminais da fonte, conforme indicado na figura.17.

Figura 17 – Resistor conectado a fonte elétrica



Fonte: Elaboração própria

Use a chave ao lado do visor da fonte para alternar entre voltímetro e amperímetro.

### Dados experimentais

Com a chave na posição voltímetro, regule a tensão de saída da fonte para 1V. Altere a posição da chave para amperímetro e faça a leitura da intensidade de corrente. Calcule a razão entre a tensão e a corrente elétrica.

Volte a chave para voltímetro refaça o passo anterior acrescentando 1V a cada vez.

Preencha a Tabela 1 com os dados coletados

Tabela 1 – Relação entre Tensão e Corrente Elétrica

Tensão Elétrica (V)	Intensidade de Corrente Elétrica (A)	$\frac{U}{i}$
0	0	-----
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Fonte: Elaboração própria

### Análise de dados

Construa um gráfico com os dados da Tabela 1. No eixo vertical coloque a grandeza Tensão Elétrica, e no eixo horizontal a grandeza Intensidade de corrente elétrica.

Responda:

- 1) O gráfico encontrado foi aproximadamente uma reta? O que isto significa?

---

---

---

- 2) Qual o significado físico da razão calculada na 3ª coluna da Tabela 1? Qual a unidade desta grandeza física?

---

---

---

## Procedimento 2

Coloque o multímetro na função de **ohmímetro**, conforme a figura 18:

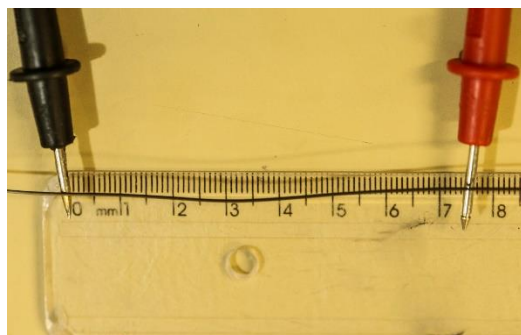
Figura 18 – Detalhe do fundo de escala do ohmímetro



Fonte: Elaboração própria

Meça a resistência elétrica de 7,5 cm do fio de níquel-cobre. (Figura 19)

Figura 19 – Medida da resistência de 7,5 cm de fio



Fonte: Elaboração própria



## Dados Experimentais

Aumente a distância entre os terminais do ohmímetro em 7,5 cm, e leia a resistência elétrica deste trecho. Refaça esta etapa até que a distância entre os terminais seja de 30 cm. Anote os dados na Tabela 2.

Tabela 2 – Relação entre comprimento do condutor e resistência elétrica

Comprimento (cm)	Resistência Elétrica ( $\Omega$ )
7,5	
15,0	
22,5	
30,0	

Fonte: Elaboração própria

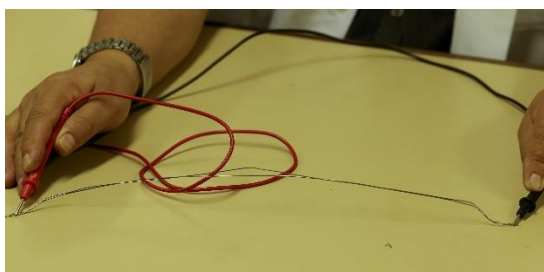
Dobre o fio ao meio e enrole suas pontas conforme a figura 20

Figura 20 – Dobra no fio



Fonte: Elaboração própria

Figura 21 – Medida da resistência elétrica com o fio dobrado.



Fonte: Elaboração própria

Refaça o procedimento 2 com o fio enrolado, figura 21, e preencha a Tabela 3.

Tabela 3 – Relação entre comprimento do fio dobrado e resistência elétrica

Comprimento (cm)	Resistência Elétrica ( $\Omega$ )
7,5	
15,0	
22,5	
30,0	

Fonte: Elaboração própria

### **Análise de dados**

Responda:

1) Qual relação entre o comprimento do condutor e sua resistência elétrica?

---

---

---

2) Qual relação entre a espessura do fio e sua resistência elétrica?

---

---

---

3) Estabeleça uma relação matemática da resistência elétrica de um fio em função do seu comprimento e da sua área de seção reta.

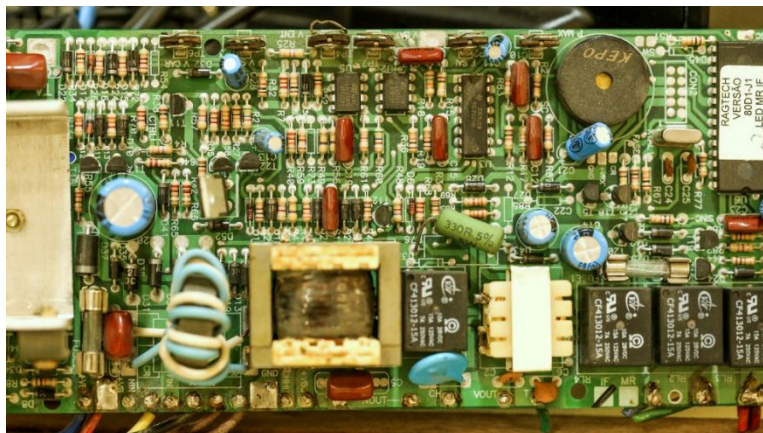
---

---

---

## 5. Associação de resistores

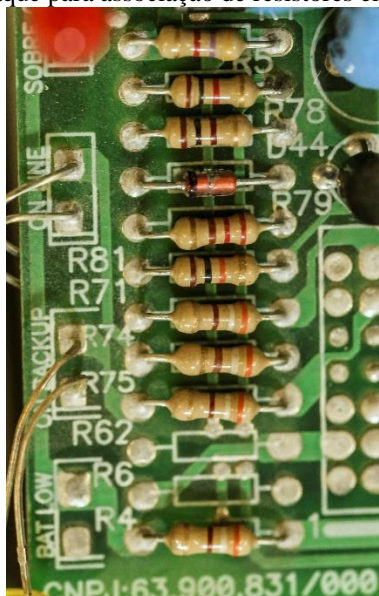
Figura 22 – Placa do circuito elétrico de um nobreak



Fonte: Elaboração própria

A figura 22 demonstra um circuito elétrico de um nobreak, dispositivo usado para manter equipamentos que estejam conectados a ele funcionando, mesmo que haja uma queda de energia. Observa-se que o circuito é formado por vários dispositivos, entre eles, resistores, em destaque na figura 23.

Figura 23 – Destaque para associação de resistores em paralelo



Fonte: Elaboração própria

Os resistores têm outra função, além de converter energia elétrica em térmica. O aquecimento sempre ocorre quando há corrente elétrica por um resistor, o que pode ser útil, como em aparelhos resistivos: chuveiro elétrico, ferro elétrico, forno elétrico entre outros.

Mas e nesta placa da foto? Os resistores foram instalados com a função de aquecer? Certamente não. Quando se associa um resistor a outro, dependendo da forma que é feita esta associação, pode causar divisão de tensão elétrica, ou divisão de corrente elétrica.

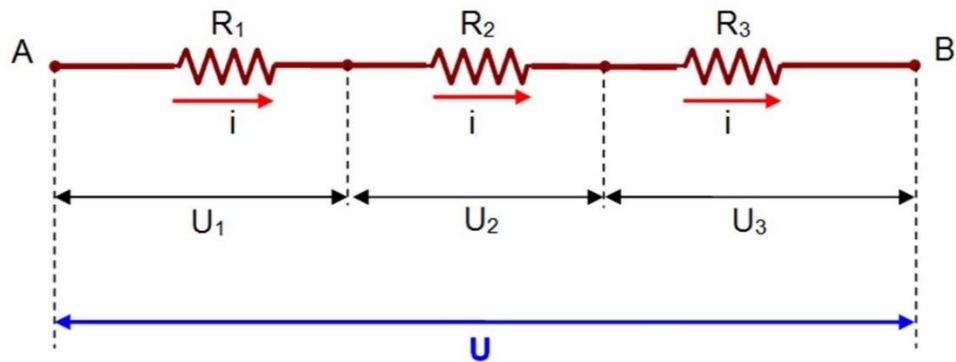
### Associação em Série

**Característica:** os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica.

**Consequência:** ocorre divisão da tensão elétrica.

### Esquema da associação de resistores em série. Figura 24

Figura 24 – Esquema da associação de resistores em série



Fonte: Elaboração própria

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

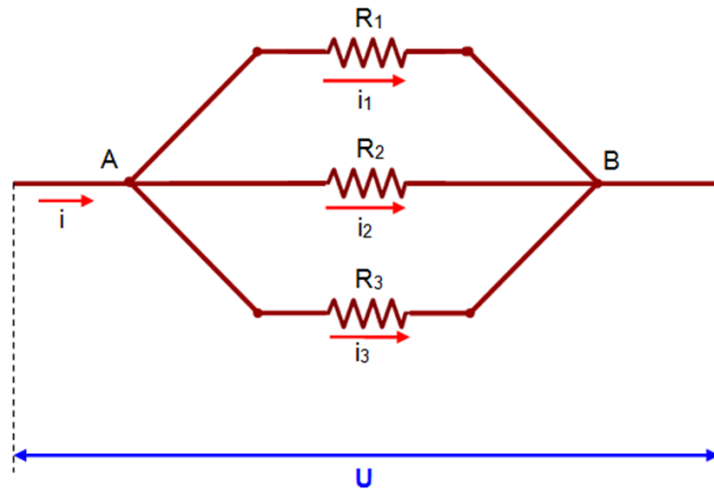
### Associação em Paralelo

**Característica:** os resistores estão submetidos a mesma tensão elétrica.

**Consequência:** ocorre divisão da corrente elétrica

## Esquema da associação de resistores em paralelo (Figura 25)

Figura 25 – Esquema da associação de resistores em paralelo



$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

Fonte: Elaboração própria

Para casa

Acesse o link [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc)

Neste endereço eletrônico você encontrará um simulador de circuito elétrico

## 6. Atividade de laboratório 2

Objetivo: Descobrir a relação matemática para calcular o valor da resistência equivalente de associação de resistores em série e em paralelo.

### Material

3 resistores elétricos. (100  $\Omega$  , 220  $\Omega$  e 470 $\Omega$ ). Na figura 26, há um exemplo de resistor de 220  $\Omega$ .

Figura 26 – Resistor de resistência de 220  $\Omega$



Fonte: Elaboração própria

1 multímetro. (Figura 27)

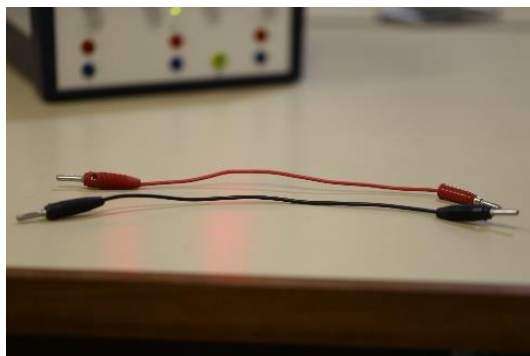
Figura 27 – Multímetro digital



Fonte: Elaboração própria

Fios para realizar as associações entre os resistores. (Figura 28)

Figura 28 – Fios elétricos

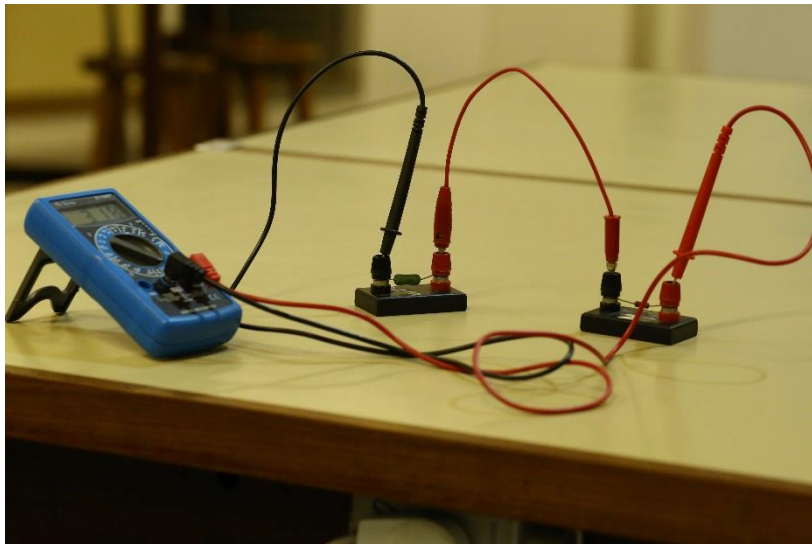


Fonte: Elaboração própria

### Procedimento1 – Associação em série

Associe em série os resistores em grupo de dois a dois, conforme figura 29.

Figura 29 – Medida da resistência equivalente de dois resistores associados em série



Fonte: Elaboração própria

### Dados Experimentais

Com o multímetro na posição de ohmímetro, figura 30, meça a resistência equivalente de cada associação indicada na tabela 4.

Figura 30 – Detalhe do fundo de escala do ohmímetro



Fonte: Elaboração própria

Tabela 4 – Resistência equivalente para resistores associados em série

Resistores Associados em Série	Resistência Equivalente
100 $\Omega$ e 220 $\Omega$	
100 $\Omega$ e 470 $\Omega$	
220 $\Omega$ e 470 $\Omega$	

Fonte: Elaboração própria

## Análise de Dados

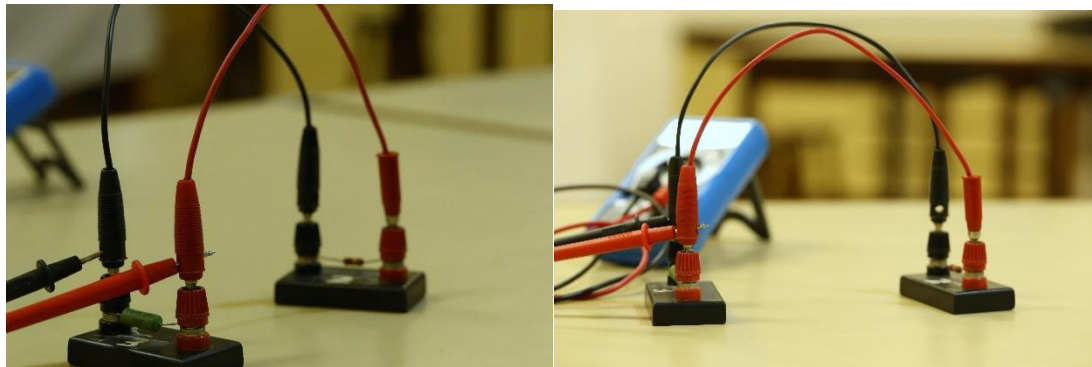
Responda:

Qual a relação matemática entre as resistências individuais com a resistência equivalente da associação em série?

## Procedimento 2 – Associação em paralelo

Associe em paralelo os resistores em grupo de dois a dois conforme figura 31.

Figura 31 – Resistores associados em paralelo



Fonte: Elaboração própria

## Dados Experimentais

Com o multímetro na posição de ohmímetro, meça a resistência equivalente de cada associação e anote os resultados na tabela 5..

Tabela 5 – Resistência equivalente para resistores associados em paralelo

Resistores Associados em Paralelo	Resistência Equivalente
100 $\Omega$ e 220 $\Omega$	
100 $\Omega$ e 470 $\Omega$	
220 $\Omega$ e 470 $\Omega$	

Fonte: Elaboração própria



### **Análise de Dados**

Responda:

Qual a relação matemática entre as resistências individuais com a resistência equivalente da associação em paralelo?

Caso não tenha encontrado a relação da questão anterior, teste esta fórmula para calcular a resistência equivalente de dois resistores em paralelo.

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

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, discutem-se os resultados obtidos durante a aplicação da metodologia descrita no capítulo 4 desta dissertação. Serão comentados as questões e os resultados do teste de sondagem (apêndice A), do teste aplicado no final da sequência didática (apêndice B), do questionário qualitativo (apêndice E) e do questionário sobre o uso de UEPS (apêndice F).

### 6.1 Análise da homogeneidade da amostra

A primeira preocupação foi se as turmas experimental e controle eram homogêneas, se o nível do conhecimento de cada turma era próximo. Para demonstrar o resultado desta análise, foi elaborado o gráfico 1 comparando o percentual de acertos de cada turma para cada questão presente no teste de sondagem (apêndice A).

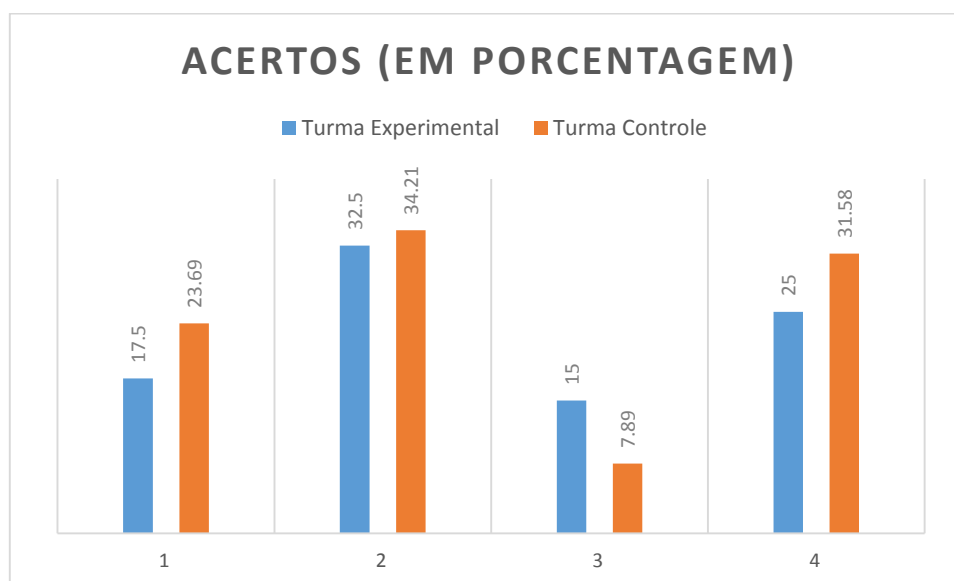


Gráfico 1 – Percentual de acerto no teste de sondagem  
Fonte: Elaboração própria

Em três das quatro questões, a turma controle se mostrou um pouco melhor que a turma experimental. Em nenhuma das questões, houve mais que 50% de acertos. A partir destas duas análises, é possível inferir que existia uma homogeneidade na amostra, e, ainda, que os aprendizes não dominavam os conteúdos abordados no teste de sondagem.

## 6.2 Análise do teste de sondagem

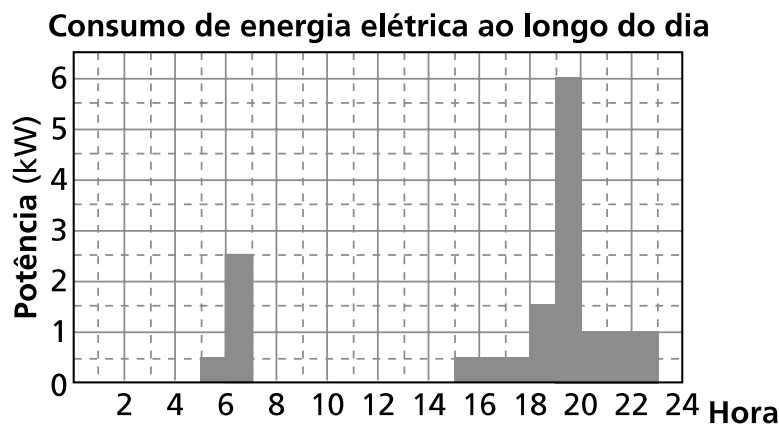
Neste tópico, será comentada cada questão do teste de sondagem, apresentando-se também o percentual de marcação de cada alternativa da questão. Este dado permite inferir as causas dos erros do aprendiz.

Como já visto, o nível de acerto foi menor do que 50%. Assim, a análise que faremos discutirá qual alternativa foi mais marcada tentando identificar o conhecimento prévio do aprendiz.

### Questão 1

(Unicamp-SP - Adaptada) A figura abaixo mostra a potência elétrica (em kW) consumida em uma certa residência ao longo do dia. A residência é alimentada com a voltagem de 220 V. Essa residência tem um fusível que se queima se a corrente ultrapassar um certo valor, para evitar danos na instalação elétrica. Por outro lado, esse fusível deve suportar a corrente utilizada na operação normal dos aparelhos da residência.

Figura 32 – Potência elétrica em função das horas do dia.



Fonte: disponível em (<http://www.aulasdefisica.com.br/wp-content/uploads/2011/08/Lista-de-Eletrodin%C3%A2mica-Fuvest-Unicamp-Unesp-Unifesp-e-Ufscar.pdf>)

Qual é a energia em kWh consumida em um dia nessa residência?

- A) 30
- B) 23
- C) 15 (Gabarito)**
- D) 10
- E) 6

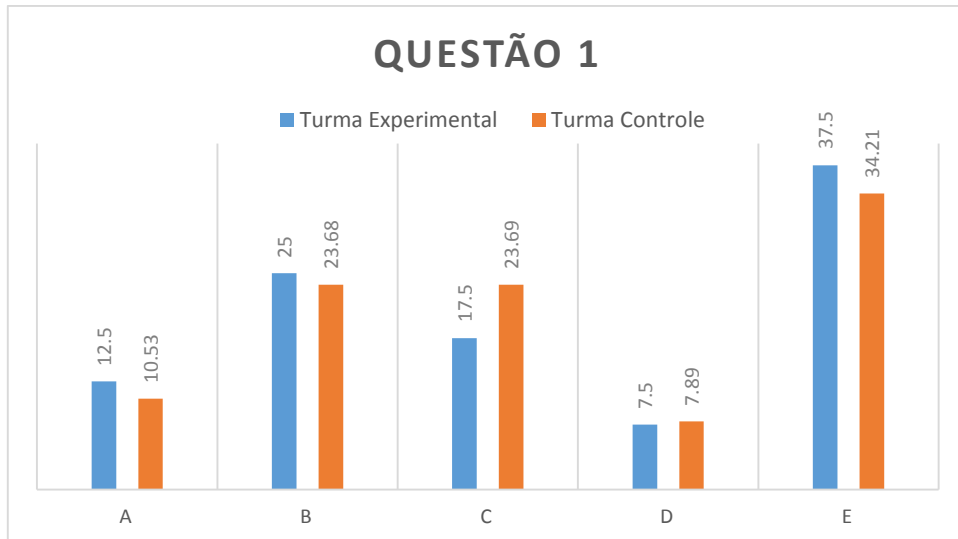


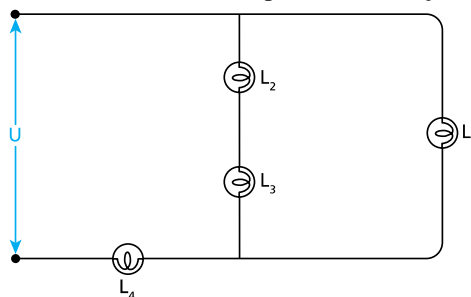
Gráfico 2 – Percentual de marcação por alternativa da questão 1  
Fonte: Elaboração própria

A partir do gráfico 2, observa-se que a alternativa correta, letra “C”, foi marcada por 20% dos aprendizes, em média. No entanto, a alternativa mais marcada foi a letra “E”. Esta questão avaliava a habilidade do aprendiz em ler gráfico. O comando pede a energia em kWh. Como um eixo é potência em kW e o outro eixo está o tempo em h, para resolver esta questão, o aluno deve calcular a área do gráfico. A resposta mais marcada foi letra E inferindo que o aprendiz associou potência máxima com energia máxima.

#### Questão 2

(UFMA) Na associação de lâmpadas abaixo, todas elas são iguais.

Figura 33 – Circuito com lâmpadas. Associação Mista.



Fonte: disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAah8MAD/associacao-resistores?part=3>

Podemos afirmar, corretamente, que:

- a) nenhuma das lâmpadas tem brilho igual.
- b) a lâmpada  $L_1$  brilha mais que todas as outras.

- c) todas as lâmpadas têm o mesmo brilho.
- d) as lâmpadas  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  têm o mesmo brilho.
- e) a lâmpada  $L_1$  brilha mais que a  $L_2$ . (Gabarito)**

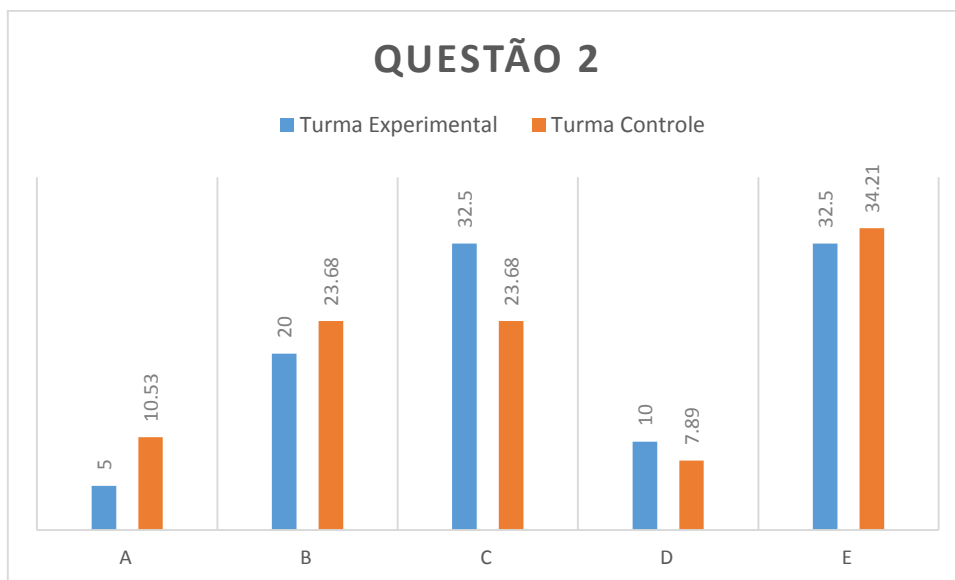


Gráfico 3 – Percentual de marcação por alternativa da questão 2

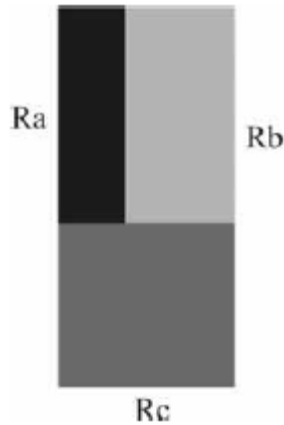
Fonte: Elaboração própria

A questão 2 mostra um circuito elétrico composto por 4 lâmpadas em associação mista. No texto base da questão, afirma-se que todas as lâmpadas são iguais. Esta afirmação sugere a justificativa de um número elevado de aprendizes terem marcado letra “C”, que diz: todas as lâmpadas têm o mesmo brilho. A alternativa correta, letra “E”, foi marcada por cerca de 33% dos aprendizes.

Questão 3

(UnB)

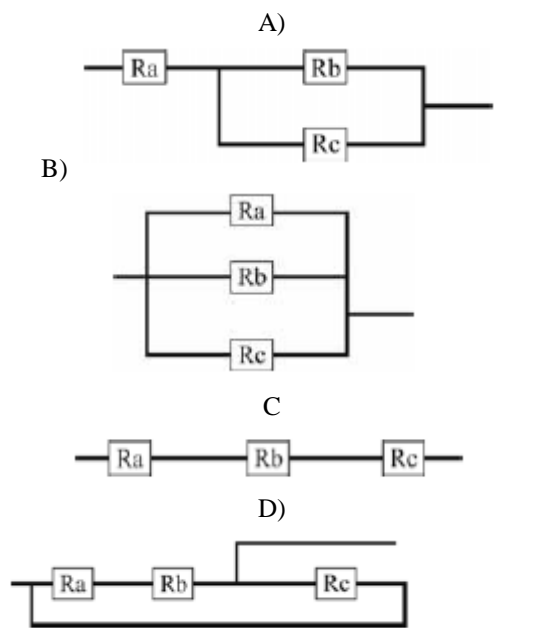
Figura 34 – Associação de três materiais com condutividades diferentes.



Fonte: Vestibular UnB 2012

Considerando a figura acima, que ilustra uma associação de três materiais com condutividades diferentes —  $R_a$ ,  $R_b$  e  $R_c$ —, assinale a opção que apresenta o esquema que melhor representa a resistência térmica equivalente entre as faces esquerda e direita da associação ilustrada.

Figura 35 – Alternativas da questão 3



(Gabarito)

Fonte: Vestibular UnB 2012

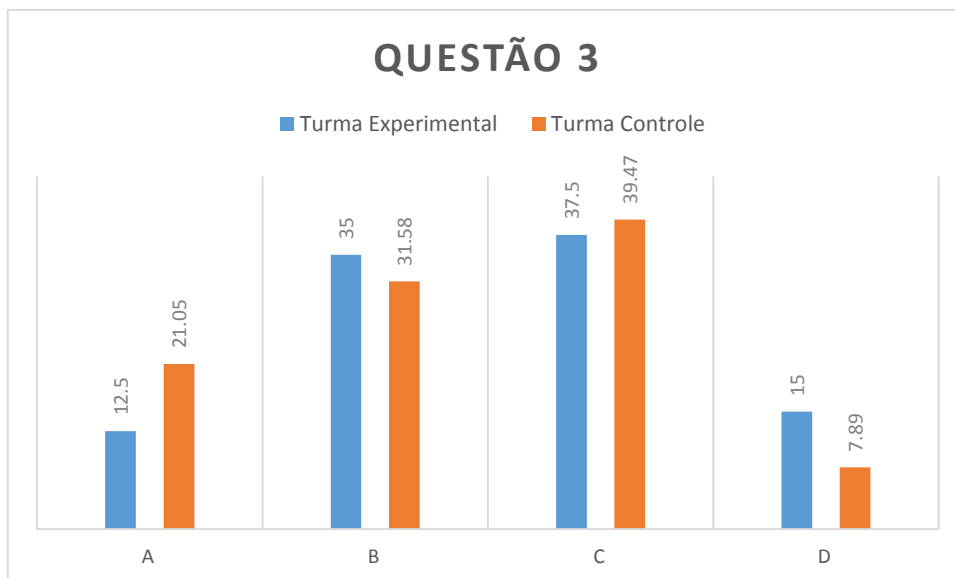


Gráfico 4 – Percentual de marcação por alternativa da questão 3  
Fonte: Elaboração própria

A alternativa correta, letra “D” teve um índice de acerto baixo nas turmas experimental e controle, 15% e 7,89% respectivamente. As alternativas “B” e “C” tiveram marcação de cerca de 70 % dos aprendizes. Estas duas alternativas mostram associação de resistores em paralelo e em série. Infere-se então que a maioria dos aprendizes buscaram como reposta figuras mais simples, mesmo elas não correspondendo à figura do teste base.

#### Questão 4

O morador de uma casa registrou, durante um mês, o tempo de funcionamento de todos os aparelhos elétricos conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Relação ente potência elétrica e tempo de uso de cada eletrodoméstico

Aparelho	Potência (W)	Funcionamento (h)
Lâmpada	600	100
TV	100	20
Ferro elétrico	2000	10
Geladeira	500	300
Chuveiro	4000	15

Fonte: Elaboração própria

Ao receber a conta de luz, correspondente ao mês registrado na Tabela 6, o morador deve esperar um consumo, em kWh. Se o kWh custa R\$ 0,40, qual o custo mensal de energia elétrica nessa residência?

a) R\$ 60,00

**b) R\$ 116,80 (Gabarito)**

c) R\$ 180,00

d) R\$ 292,00

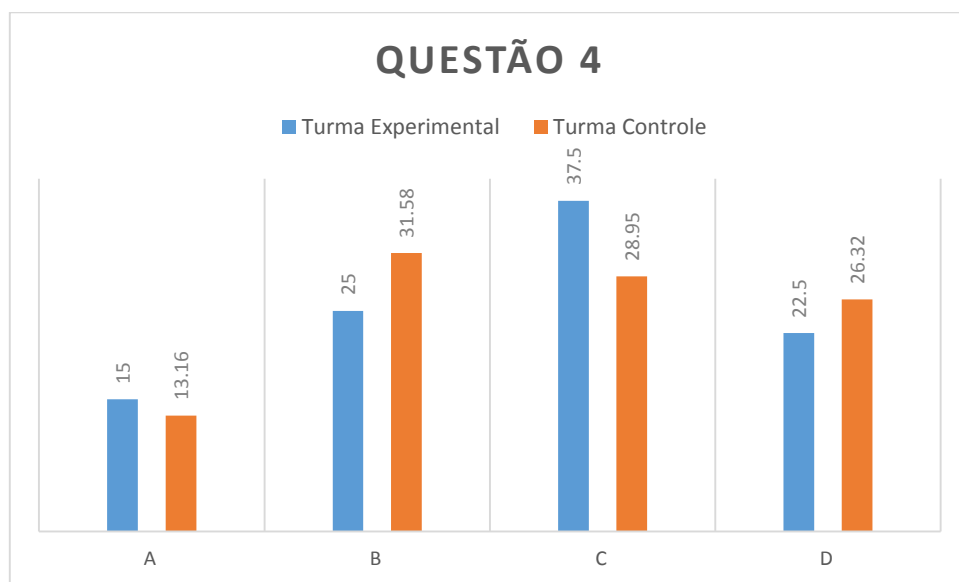


Gráfico 5 – Percentual de marcação por alternativa da questão 4  
Fonte: Elaboração própria

Esta questão cobrava do aprendiz como calcular o valor da conta de consumo de energia elétrica, popularmente conhecida por conta de luz.

Pela análise do Gráfico 5, observa-se que a alternativa “A” foi pouco marcada. Isto pode ter ocorrido pelo seu baixo valor em reais. Os aprendizes mostraram que já possuem uma ideia do valor médio de uma conta de consumo de energia. A alternativa “D” também foi pouco marcada. O valor está muito acima da média conhecida pelos aprendizes, entretanto este valor corresponde a energia elétrica consumida mensal. A resposta correta, alternativa “B” teve um percentual de acerto de 25% para a turma experimental e de 31,58% para a turma controle. Por ser uma questão de quatro alternativas (A,B, C e D) é esperado que aleatoriamente 25% das



pessoas que respondesse esta questão marcasse o gabarito. Então, pelos resultados, não há indícios de que as turmas dominassem este conteúdo

O teste de sondagem trouxe resultados importantes para a elaboração do produto educacional. Foi avaliado o porquê da escolha de alternativas erradas. Estas análises revelaram o perfil dos estudantes. Os resultados da questão 1 mostram uma deficiência em leitura de gráficos, enquanto aqueles da questão 3 nos permitem inferir que alguns esquemas de circuitos elétricos eram conhecidos pelos aprendizes. Por outro lado, com os resultados da questão 4, infere-se que muitos estudantes conhecem o valor médio de uma conta de consumo de energia elétrica.

### 6.3 Análise do teste aplicado ao final da sequência didática

O teste final teve o propósito de avaliar o conhecimento assimilado pelo aprendiz após a realização da sequência didática. O gráfico 6 mostra o percentual de acerto de cada questão comparando a turma experimental à turma controle.

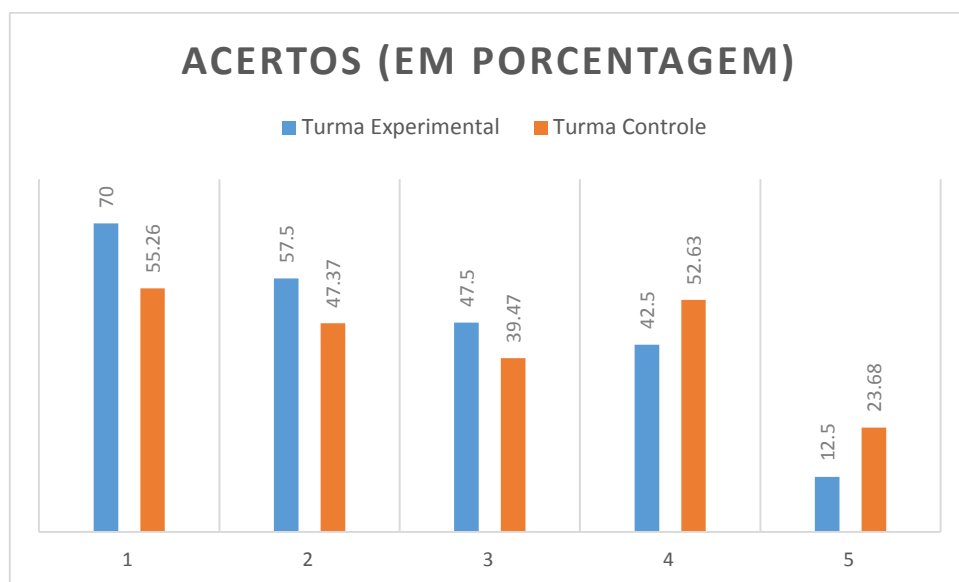


Gráfico 6 – Percentual de acertos no teste aplicado após a sequência didática  
Fonte: Elaboração própria

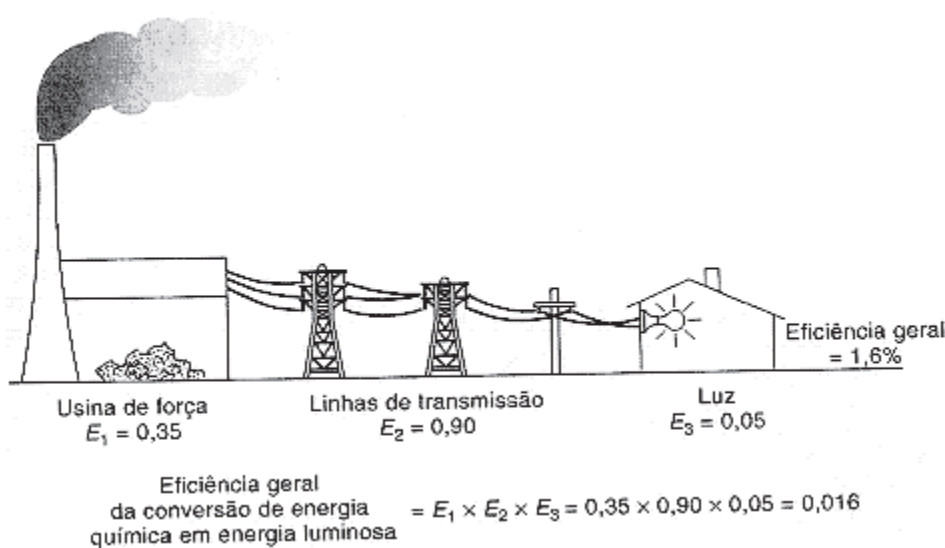
Os resultados do gráfico 6 mostram que, após a aplicação do produto, o número de aprendizes que passaram a acertar questões aumentou. Observa-se também que a turma experimental teve uma maior porcentagem de acertos na maioria das questões. A questão 5 desperta a atenção pois o percentual de acerto foi baixo em ambas as turmas.

A seguir, apresentamos as questões que foram aplicadas em ambas as turmas:

#### Questão 1

(Enem) A eficiência de um processo de conversão de energia é definida como a razão entre a produção de energia ou trabalho útil e o total de entrada de energia no processo. A figura mostra um processo com diversas etapas. Nesse caso, a eficiência geral será igual ao produto das eficiências das etapas individuais. A entrada de energia que não se transforma em trabalho útil é perdida sob formas não utilizáveis (como resíduos de calor).

Figura 36 – Eficiência geral da conversão de energia química em energia luminosa



Fonte: INEP / Enem 2009

Aumentar a eficiência dos processos de conversão de energia implica economizar recursos e combustíveis. Das propostas seguintes, qual resultará em maior aumento da eficiência geral do processo?

- A) Aumentar a quantidade de combustível para queima na usina de força.

- B) Utilizar lâmpadas incandescentes, que geram pouco calor e muita luminosidade.
- C) Manter o menor número possível de aparelhos elétricos em funcionamento nas moradias.
- D) Utilizar cabos com menor diâmetro nas linhas de transmissão a fim de economizar o material condutor.
- E) Utilizar materiais com melhores propriedades condutoras nas linhas de transmissão e lâmpadas fluorescentes nas moradias. (Gabarito)**

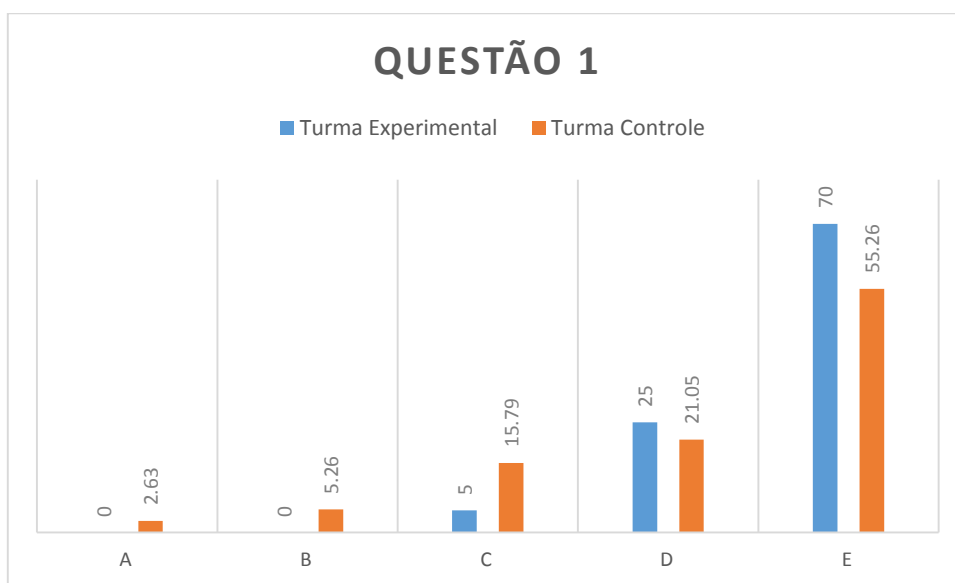


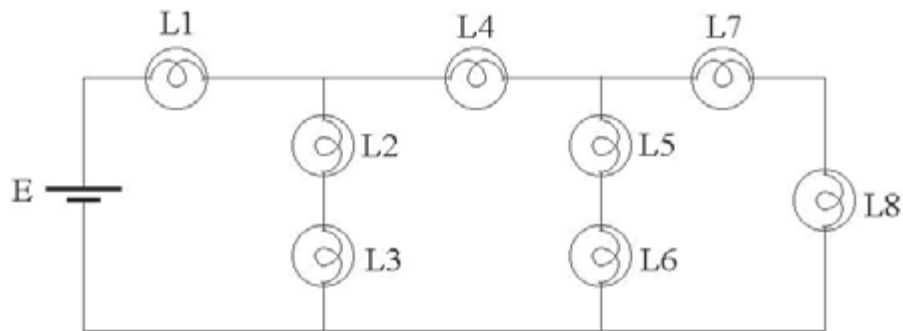
Gráfico 7 – Percentual de marcação por alternativa da questão 1  
 Fonte: Elaboração própria

A questão 1 apresenta uma situação problema interessante para os aprendizes. A eficiência nos processos de conversão de energia. Este tema é estudado não só nas aulas de física, mas também em outras disciplinas, como a geografia e a química. Para acertar esta questão, o aprendiz teria que investigar as hipóteses colocadas em cada alternativa. Dos resultados observados na turma experimental, 70% dos aprendizes acertou a questão, 25% escolheu como resposta a alternativa “D”, e 5% marcou a alternativa “C”. Infere-se destes números que, após a aplicação do produto, 30% dos aprendizes da turma experimental associam eficiência a um menor custo, seja na conta de consumo de energia elétrica ou na instalação da rede elétrica.

## Questão 2

(Enem - adaptada) Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos, que instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura 37:

Figura 37 – Figura para a Questão 2



Fonte: INEP / Enem 2009

Sendo  $E = 220 \text{ V}$  e a resistência elétrica de cada lâmpada de  $55 \Omega$ . Qual é a intensidade de corrente que atravessa as lâmpadas L1 e L8 respectivamente?

- A) 2 A e 1 A (Gabarito)
- B) 2 A e 0,5 A (Gabarito)**
- C) 1 A e 0,5 A
- D) 0,5 A e 0,3 A
- E) 0,3 A e 0,3 A

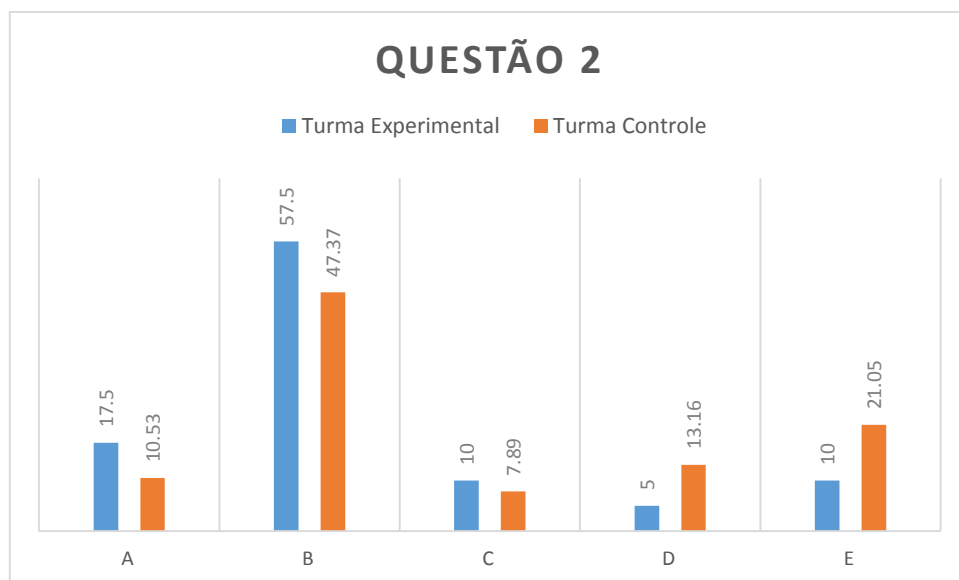


Gráfico 8 – Percentual de marcação por alternativa da questão 2  
Fonte: Elaboração própria

Nesta questão temos um circuito elétrico envolvendo 8 lâmpadas. Para resolve-la é necessário calcular a resistência equivalente das 8 lâmpadas, após este cálculo, usar a 1ª lei de Ohm para determinar a intensidade de corrente elétrica que sai da fonte, e por fim, dividir esta corrente nos nós do circuito. A intensidade de corrente que sai da fonte é de 2 A. Com esta informação, apenas as alternativas “A” e “B” são respostas possíveis. Do gráfico 8, observa-se que 75% da turma experimental assinalou “A” ou “B”. Enquanto na turma controle, 57,9% marcaram uma destas duas alternativas. Infere-se deste resultado que a metodologia aplicada obteve sucesso no conteúdo circuitos elétricos, havendo indícios de aprendizagem significativa.

### Questão 3

Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aquela que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados

Figura 38 – Figura para a Questão 3

Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

Fonte: INEP / Enem 2010

Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de 50 W de potência que opera com 25 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível. Desta forma assumindo que a fiação suporta a carga dos dois faróis, o menor valor de fusível adequado para proteção desse novo circuito é o

- A) azul.
- B) preto.
- C) laranja. (Gabarito)**
- D) amarelo.
- E) vermelho.

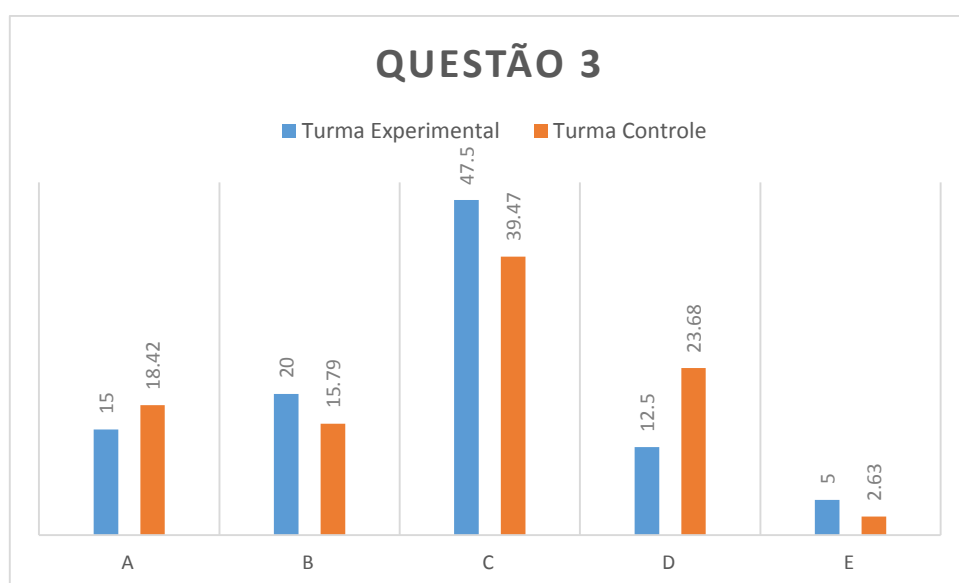


Gráfico 9 – Percentual de marcação por alternativa da questão 3  
Fonte: Elaboração própria

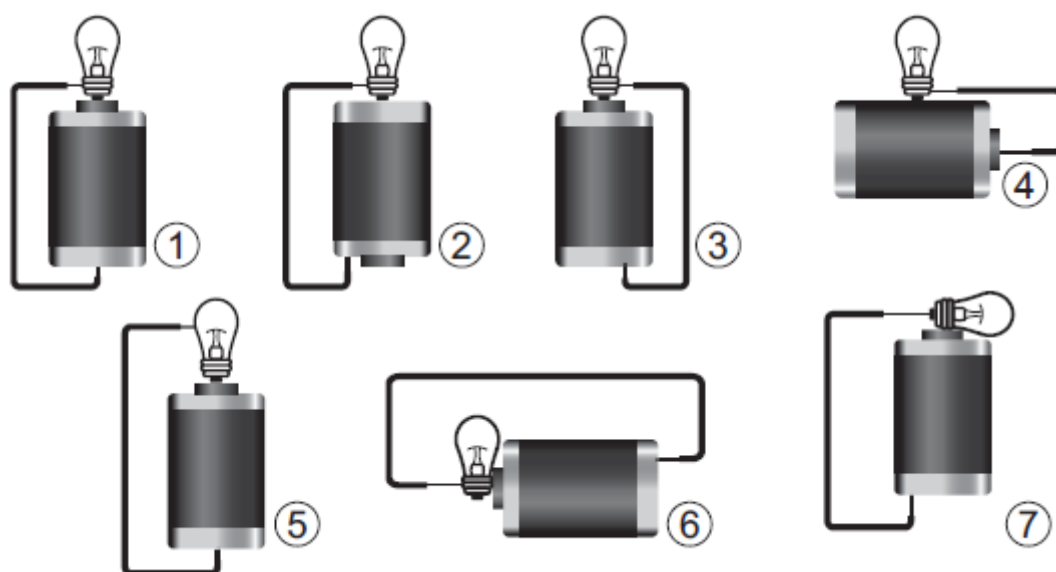
Esta questão apresenta uma situação problema envolvendo conceitos de potência, tensão e corrente elétrica. Além destes conceitos o aprendiz deveria visualizar uma associação em paralelo das duas lâmpadas. Para resolve-la primeiramente é necessário calcular a intensidade de corrente elétrica que cada lâmpada precisa. Depois associá-las em paralelo. A alternativa correta foi a mais marcada, em ambas a turmas, mas o índice de acerto foi abaixo de 50%. Infere-se deste resultado que mais de 50% dos aprendizes tiveram dificuldade em aplicar os conhecimentos trabalhados sobre associação em paralelo.

Comparando os resultados das questões 2 e 3 pode-se inferir que a questão construída com uma figura favoreceu o aprendiz a acertá-la. A ausência de uma figura na questão 3 permitiu interpretações que acarretaram em uma resolução equivocada da questão. Isto ainda evidencia que os aprendizes apresentaram dificuldades em interpretação do texto.

#### Questão 4

(Enem) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha retirada do equipamento e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:

Figura 39 – Ligação entre pilha, lâmpada e um fio.



Fonte: INEP / Enem 2011

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

A (1), (3), (6)

B (3), (4), (5)

C (1), (3), (5)

**D (1), (3), (7) (Gabarito)**

E (1), (2), (5)

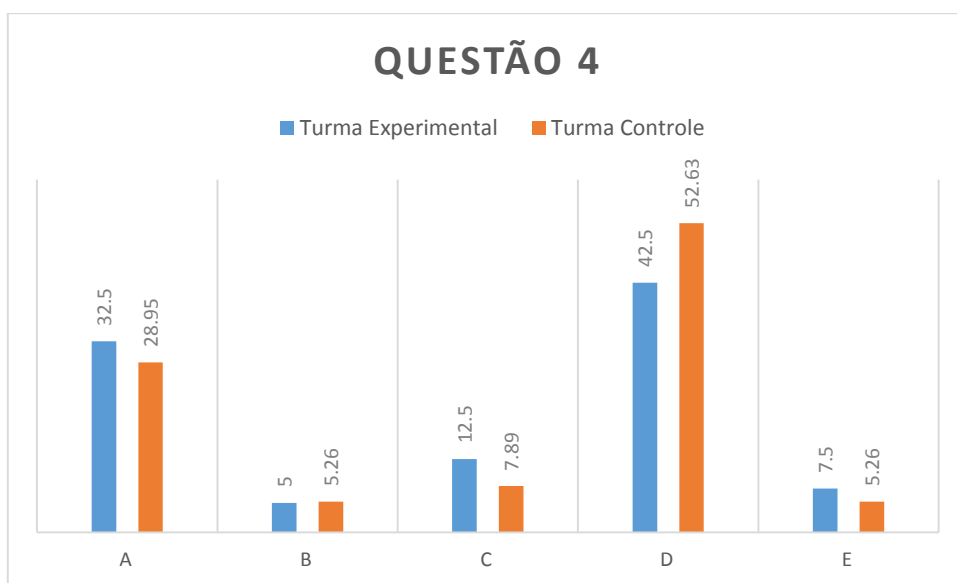


Gráfico 10 – Percentual de marcação por alternativa da questão 4  
Fonte: Elaboração própria

A questão 4 apresenta a situação problema: Como acender uma lâmpada com apenas um fio e uma pilha? A lâmpada precisa ser submetida a uma diferença de potencial a fim que haja corrente elétrica atravessando-a. A alternativa “A” apresenta duas configurações corretas (1 e 3) e uma incorreta (6). Esta configuração incorreta é visualmente próxima da configuração correta (7), que se encontra na alternativa “D”. A grande maioria dos aprendizes marcou as alternativas “D” ou “A”, evidenciando que ocorreu uma aprendizagem após a aplicação do produto.



### Questão 5

(Enem) O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110 V pode ser adaptado para funcionar em 220 V, de modo a manter inalterada sua potência.

Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a)

- A) dobro do comprimento do fio.
- B) metade do comprimento do fio.
- C) metade da área da seção reta do fio.
- D) quádruplo da área da seção reta do fio.
- E) quarta parte da área da seção reta do fio. (Gabarito)**

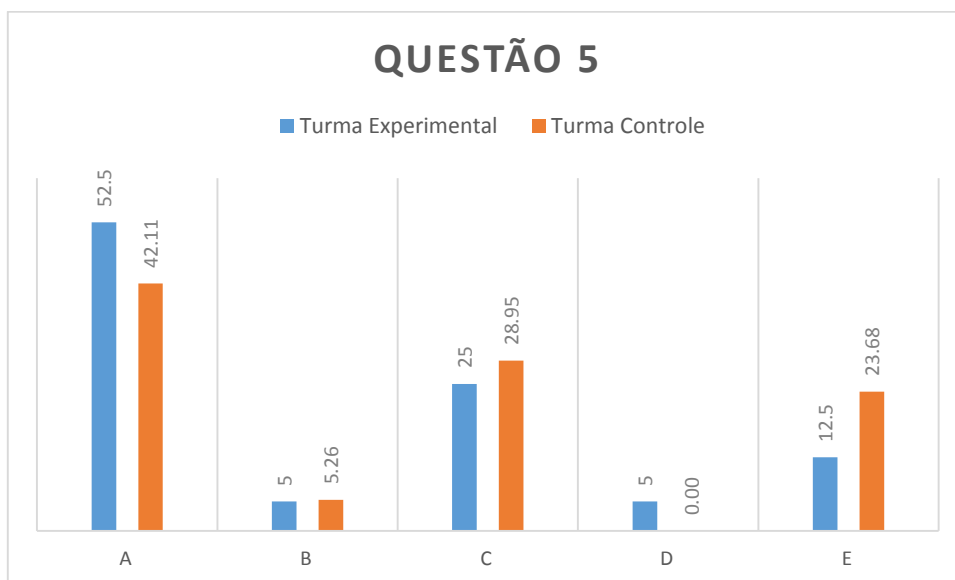


Gráfico 11 – Percentual de marcação por alternativa da questão 5  
Fonte: Elaboração própria

A questão 5 avalia os conteúdos de potência, tensão e resistência elétrica. Como solução a resistência elétrica deve aumentar. As alternativas “A”, “C” e “E” implicam em um aumento da resistência. Estas três alternativas tiveram entre as escolhas de 90% da turma experimental.

A questão ainda avaliava duas relações matemática: quando a tensão elétrica dobra, para obter a mesma potência é necessário que a resistência elétrica quadruple. E para a resistência elétrica quadruplicar é necessário quadruplicar seu comprimento ou reduzir à quarta parte da área da seção reta do fio. Este raciocínio foi desenvolvido por apenas 12,5 % da turma experimental.

Após a análise dos testes aplicados, podemos perceber que nas questões do teste de sondagem todas as alternativas receberam um número considerável de marcações. No teste aplicado após a sequência didática, as escolhas das alternativas ficaram menos aleatórias, e houve uma concentração na resposta correta em 4 questões. E mesmo na questão 5, onde a resposta correta foi pouco marcada, a maioria dos aprendizes marcaram alternativas plausíveis.

#### **6.4 Análise dos questionários pré/pós teste**

Pelas respostas do questionário (apêndice E), infere-se um avanço na complexidade dos conceitos trabalhados sobre eletrodinâmica por parte dos aprendizes. Todas as respostas foram inseridas no (apêndice G). Para a análise, foram selecionadas aquelas que se mostraram mais claras para sugerir a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

As respostas estão organizadas da seguinte forma: a letra “a” refere-se à resposta do aprendiz no pré-teste, isto é, antes da aplicação da sequência didática. A letra “b” refere-se à resposta do questionário no pós-teste.

##### **Questão 1**

O que é corrente elétrica?

O objetivo desta questão era primeiramente verificar o conhecimento prévio do aprendiz sobre o conceito corrente elétrica, letra a. Na letra b, foi possível perceber uma ampliação do conceito e uma adequação à definição formal de corrente elétrica.

Aprendiz 1

- a) Passagem de elétrons
- b) É o deslocamento de cargas em um condutor quando existe uma diferença de potencial em suas extremidades

### Aprendiz 3

- a) Corrente elétrica é a energia que passa pelos elétrons
- b) É um fluxo de carga elétrica

### Aprendiz 5

- a) Energia elétrica
- b) É o movimento ordenado de cargas elétricas

### Aprendiz 6

- a) Movimento de elétrons
- b) Movimento dos elétrons livres

### Aprendiz 8

- a) A energia que passa por um meio, geralmente metálico, pelos elétrons
- b) Fluxos de elétrons em um meio, no geral metálico

### Aprendiz 9

- a) É o movimento de elétrons
- b) Movimento ordenado de elétrons

### **Questão 2**

Qual a diferença entre tensão elétrica e potência elétrica?

Com os resultados do pré e pós-teste, verificou-se que os aprendizes sabiam parcialmente definir os conceitos de tensão e potência elétrica. Após a aplicação do material, as definições foram aperfeiçoadas.

### Aprendiz 3

- a) A diferença entre tensão elétrica e potência elétrica é que tensão é a quantidade de energia elétrica total de um aparelho e potência elétrica é a energia consumida por um determinado período de tempo.
- b) Tensão elétrica é a diferença de potencial entre dois pontos do circuito. Já a potência elétrica é a corrente multiplicada pela tensão

#### Aprendiz 8

- a) Tensão é em Volts e potência elétrica é medida em Watts
- b) Tensão elétrica é a diferença de potencial de um aparelho elétrico ou circuito, já a potência elétrica é basicamente a quantidade de energia elétrica que um aparelho elétrico converte.

#### **Questão 3**

Quais fatores favorecem o deslocamento de elétrons por certo material?

Por meio das respostas obtidas por esta questão, foi possível identificar que havia um subsunçor nos aprendizes: a relação do material com a condução de elétrons por ele. Evidenciou-se, também, através do pós-teste, a ocorrência do produto interacional, no qual o novo conhecimento interage com o subsunçor transformando em um novo subsunçor.

#### Aprendiz 1

- a) Condutibilidade do material
- b) A existência de uma diferença de potencial, a resistividade de um material, a sua área de secção, o comprimento do fio.

#### Aprendiz 2

- a) Temperatura e espaço
- b) O próprio material, sua condutividade elétrica

#### Aprendiz 5

- a) O tipo de material

- b) A estrutura dos átomos desse material, a quantidade de elétrons livres nesse material e a resistividade do material

#### **Questão 4**

Cite exemplos do dia a dia em que se observa conceitos de eletricidade

Esta última questão teve por objetivo mostrar para o professor-pesquisador qual era o cotidiano do aprendiz, em qual contexto ele estava inserido. Desta forma, foi possível construir o material autoral considerando conhecimentos prévios. Com o resultado do pós-teste, verificou-se uma ampliação nos exemplos de eletricidade.

Aprendiz 2

- a) Utilização do forno elétrico, computador etc
- b) Raio, tomadas, chuveiros, etc

Aprendiz 4

- a) Luz elétrica, raios, forno
- b) Lâmpadas, raios, "gaiola eletrostática", chuveiro elétrico, desfibrilador, guindaste de ferro-velho

Aprendiz 8

- a) Toda a rede elétrica de casa, a análise de uma conta de luz, entre outros
- b) Pra que serve a caixa de força de uma casa, como não tomar choque ao manusear tomadas, como não queimar aparelhos por ultrapassar o limite de ampéres, entre outros

Aprendiz 9

- a) Tempestades; lâmpadas
- b) Lâmpadas; aparelhos eletrodomésticos; tempestades.

### **6.5 Pesquisa qualitativa acerca do uso de UEPS**

A pesquisa qualitativa acerca do uso de UEPS (apêndice F) foi fundamental para o trabalho, pois permitiu que os aprendizes manifestassem suas impressões do uso de UEPS. Todas as respostas dessa pesquisa se encontram no apêndice G.

### **Pergunta 1**

A sequência didática escolhida pelo professor ajudou no desenvolvimento do conteúdo trabalhado?

Aprendiz 1 – “Com certeza. Senti que o trabalho foi montado em uma sequência de dificuldade, começando o trimestre com o desenvolvimento de conceitos na área de eletricidade e foi "dificultando" ao longo do trimestre. Excelente as explicações de todos os conteúdos.”

Aprendiz 2 – “Sim, houve uma ordem lógica a ser seguida e nenhuma parte do conteúdo ficou obscura”.

Aprendiz 3 – “Sim, porque permitiu o crescimento do meu aprendizado pois o conteúdo foi dado de forma crescente.”

Aprendiz 4 – “Sim, fomos do mais básico até o mais complexo”

Aprendiz 7 – “Sim, o começo e a evolução do conteúdo foram extremamente condizentes, permitindo o aluno a construir uma base sólida e aprofundar cada vez mais seus conhecimentos.”

Aprendiz 8 – “Sim, pois a explicação de um conteúdo novo ajudava no próximo, facilitando o entendimento.”

Aprendiz 9 – “Sim, ele sempre busca avançar gradativamente. Primeiro explicando a matéria, depois as suas aplicações e em seguida as fórmulas, sempre na medida do possível demonstrando as fórmulas.”

Aprendiz 10 – “Sim, o conteúdo progrediu de forma lógica.”

### **Pergunta 2**

O material utilizado facilitou seu aprendizado?

Aprendiz 1 – “Sim. Extremamente enxuto e simples, sem perder a profundidade do conteúdo dado. Muito objetivo e útil para a preparação de exames externos.”

Aprendiz 3 – “Sim, pois este apresentava os temas de forma bem dividida”

Aprendiz 7 – “Sim, o material e as aulas foram formulados, no meu entendimento, de uma forma extremamente didática que potencializam o aprendizado.”

Aprendiz 8 – “Sim, pois tem os conceitos bem esclarecidos e as fórmulas necessárias também.”

### **Pergunta 3**

Durante o processo, você se sentiu motivado a estudar o conteúdo?

Aprendiz 2 – “Sempre, o professor em nenhum momento deixou de explicar o que estávamos vendo e incentivar a aprender mais para entender coisas que ocorrem no dia a dia.”

Aprendiz 3 – “Sim, por causa das experiências realizadas em sala e da forma clara em que o conteúdo era explicado.”

Aprendiz 4 – “Sim, pois apesar de achar o conteúdo muito chato, mas as aulas dinâmicas e o carinho que o professor demonstrava para com os alunos me motivavam a estudar.”

Aprendiz 6 – “Sim. Pela primeira vez na vida (eu odeio física)”

Aprendiz 7 – “Sim, é muito interessante, principalmente a possibilidade de encerrar fenômenos corriqueiros com uma diferente perspectiva e um olhar mais técnico.”

Aprendiz 8 – “Vários momentos sim, inclusive perguntei ao professor algumas vezes ideias que não eram cobradas em provas, visto que o aprendizado se dá em sala.”

Aprendiz 9 – “Sim, justamente por ele sempre tentar contextualizar o conteúdo com suas aplicações e efeitos no dia a dia.”

#### **Pergunta 4**

Você avalia que houve retenção do conteúdo trabalhado. Isto é, conceitos importantes de elétrica foram internalizados por você? Em outras palavras, houve uma aprendizagem significativa?

Aprendiz 2 – “Sim, porque em sala de aula foram utilizados inúmeros exemplos reais e feitas várias demonstrações e experimentos para que entendêssemos realmente o conteúdo.”

Aprendiz 3 – “Sim, pois meu conhecimento sobre elétrica após as aulas deixaram de ser de senso comum.”

Aprendiz 7 – “Sim, o aprendizado foi consciente e significativo.”

#### **Pergunta 5**

Qual foi o diferencial desta metodologia aplicada pelo professor pesquisador?

Aprendiz 1 – “A preocupação do Petrus com o entendimento de cada um dos seus alunos, e a tranquilidade com que lidou com os desinteressados.”

Aprendiz – “A aproximação que tive com o professor me ajudou muito durante o ano inteiro, pois eu sabia que não tinha absolutamente nada que ele faria para que eu pegasse a matéria. Petrus, mais do que um professor, foi um amigo que me realmente se importou comigo.”

Aprendiz 3 – “O diferencial foram os debates promovidos em sala e o fato do professor trazer as experiências para dentro da sala de aula.”

Aprendiz 4 – “A preocupação que ele tem em fazer os alunos aprenderem e não apenas decorarem as fórmulas (mesmo sabendo que a "decoreba" é necessária) é o grande diferencial do método dele.”

Aprendiz 6 – “Modo de explicar, paciência, não deixa ficar nenhuma dúvida e trazia experimentos que despertavam muito mais a vontade de entender.”



Aprendiz 7 – “O professor Petrus tem um grande domínio na área da física quanto na área da sala de aula em si. Com isso ele proporciona o conteúdo de maneira extremamente agradável de aprender dentro de um espaço propenso a isso.”

Aprendiz 9 – “Acredito que além da sua preocupação em deixar a física não tão distante da nossa realidade, com diversos exemplos, e sempre que possível demonstrando as fórmulas, e isso faz com que a matemática fique mais clara. Além disso, ele mantém uma relação amigável.”

Aprendiz 10 – “A atenção dada à cada aluno e as associações feitas com objetos do cotidiano, que auxiliam a lembrar com mais facilidade.”

Percebeu-se, após a aplicação do material autoral na sequência didática, que os aprendizes da turma experimental se envolveram mais nas aulas de eletrodinâmica. O material autoral despertou curiosidade nos aprendizes. Os experimentos realizados, tanto pelo professor/pesquisador nas aulas demonstrativas quanto pelos aprendizes nas aulas de laboratório, favoreceram a aprendizagem, pois os aprendizes visualizaram o conteúdo do material autoral na prática. Através de alguns comentários feitos pela turma experimental, o professor/pesquisador verificou que os aprendizes tiveram a sensação que o conteúdo de física trabalhado na sequência didática foi mais fácil que outros conteúdos trabalhados durante o ano letivo.

## 7 CONCLUSÃO

Este trabalho surgiu da procura de novas formas de ensinar. Buscando a aprendizagem, não pela memorização, mas por meio de uma aprendizagem significativa. O material autoral desenvolvido neste trabalho teve como objetivo ser um material potencialmente significativo.

Para a construção do material autoral e da sequência didática, foram utilizadas a Teoria de Aprendizagem de Ausubel e a Teoria de Ensino de Bruner.

A sequência didática foi moldada por uma UEPS. Desta forma, evitou-se esquecer de pontos essenciais que favorecem a aprendizagem significativa na sua construção.

Após a análise de dados foi possível inferir que a turma experimental, aquela que foi submetida à intervenção, teve um crescimento conceitual, principalmente em situações problemas que envolviam situações mais próximas do cotidiano. Não há garantia que ocorreu aprendizagem significativa, mas a análise permitiu identificar resultados que sugerem a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Acredita-se que este trabalho possa contribuir para o Ensino de Física na medida em que propõe novas estratégias para a sala de aula. A forma de elaboração do material provoca os docentes: a trazer situações problemas para iniciar a discussão com o aprendiz, a identificar os conhecimentos prévios, e a trabalhar os conceitos em diferentes níveis de dificuldade.

A UEPS possibilitou um acompanhamento mais próximo do aprendiz. Foi possível acompanhar o desenvolvimento do aprendiz no domínio dos temas trabalhados durante todo o processo.

As atividades práticas se mostraram naturalmente motivadoras. Esta motivação facilita o processo de ensino. Tanto em experimentos demonstrativos, quanto em aula prática foi observada uma maior abertura do aprendiz ao novo conteúdo.

Para escolas que não possuam um laboratório bem equipado, a sequência didática pode ser adaptada substituindo-se as atividades práticas por simulações computacionais, nas quais o aprendiz pode experimentar virtualmente. É importante salientar que o docente precisa testar a simulação previamente em busca de possíveis erros conceituais, pois o contato do aprendiz com

uma simulação que traz resultados diferentes dos resultados físicos esperados gerará uma dificuldade na aprendizagem.

A partir da estrutura do texto do produto, outros docentes podem desenvolver um material potencialmente significativo para outros temas.

Por fim, acredita-se que o objetivo de construir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre eletrodinâmica foi atingido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. and HANESIAN, H. (1978). Educational psychology: a cognitive view. 2nd. ed. New York, Holt Rinehart and Winston.

BRASIL, MEC. Matriz de Referência para o ENEM 2009. Brasília:[sn], 2009.

BRASIL, PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Ministério da Educação, Brasília, 2002).

CALHEIRO, Lisiane Barcellos; GARCIA, Isabel Krey. Proposta de inserção de tópicos de física de partículas integradas ao conceito de carga elétrica por meio de unidade de ensino potencialmente significativa. (Proposal for inclusion of topics of particle physics integrated electric charge through a potentially meaningful teaching units). *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 19, n. 1, p. 177-192, 2014.

DIAS, ACG; BARLETTE, V. E.; MARTINS, CAG. A opinião de alunos sobre as aulas de eletricidade: uma reflexão sobre fatores intervenientes na aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 4, n. 1, p. 107-117, 2009

GONCALVES JR, Wanderley P. e BARROSO, Marta F.. As questões de física e o desempenho dos estudantes no ENEM. *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 2014, vol.36, n.1, pp. 1-16. ISSN 1806-1117.

GONZALES, Eliéverson Guerchi; DA SILVA ROSA, Paulo Ricardo. Aprendizagem significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da educação de jovens e adultos. (Meaningful learning of concepts of electric circuits making use of a virtual teaching environment by students of Young and Adult Education). *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 19, n. 2, p. 477-504, 2014.

GRIEBELER, Adriane. Inserção de tópicos de física quântica no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa. 2012.

LABURÚ, Carlos Eduardo; GOUVEIA, Amândio Augusto; BARROS, Marcelo Alves. Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: Uma estratégia pedagógica para

explicitar as dificuldades conceituais. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 26, n. 1, p. 24-47, 2009.

LABURU, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura da e SALES, Dirceu Reis de. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2010, vol.32, n.1, pp. 1402-1415. ISSN 1806-1117.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Artmed; UFMG, 1999.

LOPES, Ricardo Rodrigo Silva. Conceitos de eletricidade e suas aplicações tecnológicas: uma unidade de ensino potencialmente significativa. 2015.

MOREIRA, M. A. Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa. Porto Alegre-RS, 2009.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C. e RODRIGUES, M.L. (orgs.) (1997). Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. Actas del Encuentro Internacional 117 sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44. Disponível em: [www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf). Acessado em: 23/01/2014

MOREIRA, Marco Antonio. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. Actas del PIDEDEC: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, v. 5, p. 101-136, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de aprendizagem. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de enseñanza potencialmente significativas. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

REBELLO, Ana Paula; RAMOS, Maurivan Güntzel. Simulação computacional e maquetes na aprendizagem de circuitos elétricos: um olhar sobre a sala de aula (Computational simulation and models in the learning of electrical circuits: a view on the classroom).

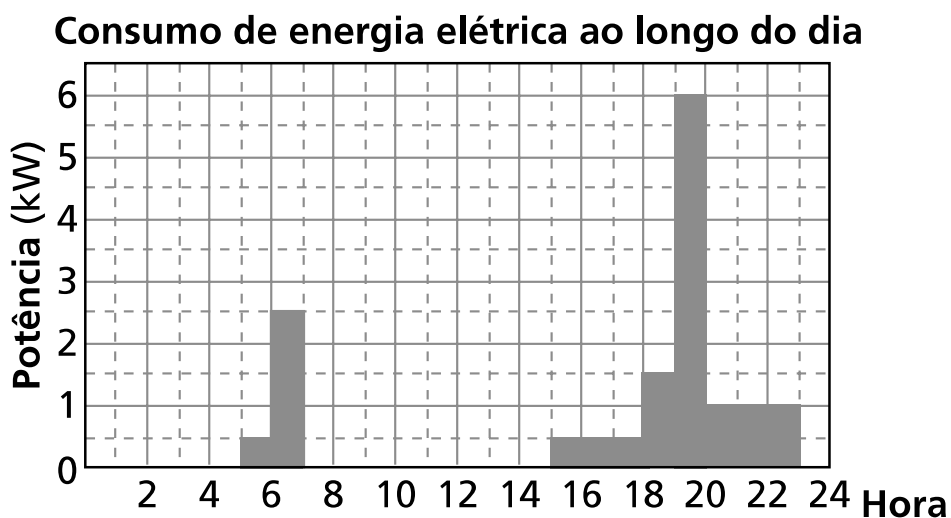
SILVEIRA, Fernando Lang da; BARBOSA, Marcia Cristina Bernardes e SILVA, Roberto da. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Uma análise crítica. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2015, vol.37, n.1 Epub 12-Mar-2015. ISSN 1806-9126.

WESENDONK, Fernanda Sauzem; DO PRADO, Letícia. Atividade didática baseada em experimento: discutindo a implementação de uma proposta investigativa para o ensino de física.

## APÊNDICE A

### Teste de Sondagem

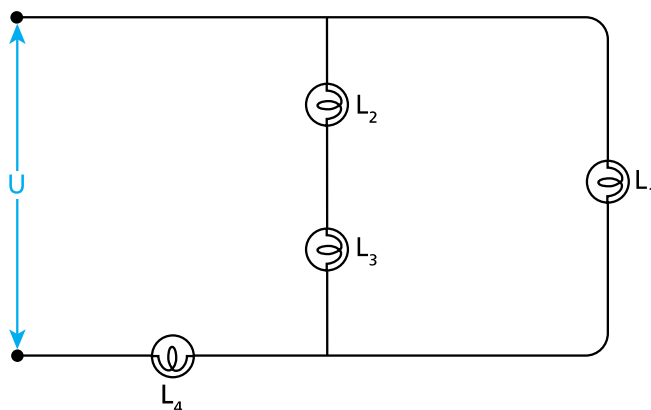
1. (Unicamp-SP - Adaptada) O gráfico abaixo mostra a potência elétrica (em kW) consumida em uma certa residência ao longo do dia. A residência é alimentada com a voltagem de 220 V. Essa residência tem um fusível que se queima se a corrente ultrapassar um certo valor, para evitar danos na instalação elétrica. Por outro lado, esse fusível deve suportar a corrente utilizada na operação normal dos aparelhos da residência.



Qual é a energia em kWh consumida em um dia nessa residência?

- A) 30
- B) 23
- C) 15
- D) 10
- E) 6

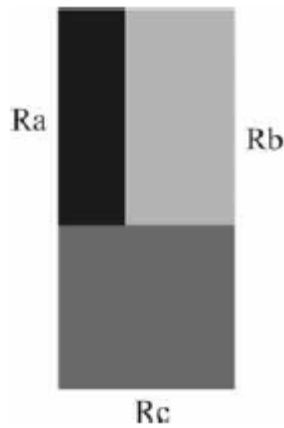
2. (UFMA) Na associação de lâmpadas abaixo, todas elas são iguais.



Podemos afirmar, corretamente, que:

- A) nenhuma das lâmpadas tem brilho igual.
- B) a lâmpada  $L_1$  brilha mais que todas as outras.
- C) todas as lâmpadas têm o mesmo brilho.
- D) as lâmpadas  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  têm o mesmo brilho.
- E) a lâmpada  $L_1$  brilha mais que a  $L_2$ .

3) (UnB)



Considerando a figura acima, que ilustra uma associação de três materiais com condutividades diferentes —  $R_a$ ,  $R_b$  e  $R_c$ —, assinale a opção que apresenta o esquema que melhor representa a resistência térmica equivalente entre as faces esquerda e direita da associação ilustrada.

- A)
- B)
- C)
- D)

4) O morador de uma casa registrou, durante um mês, o tempo de funcionamento de todos os aparelhos elétricos conforme a tabela abaixo.



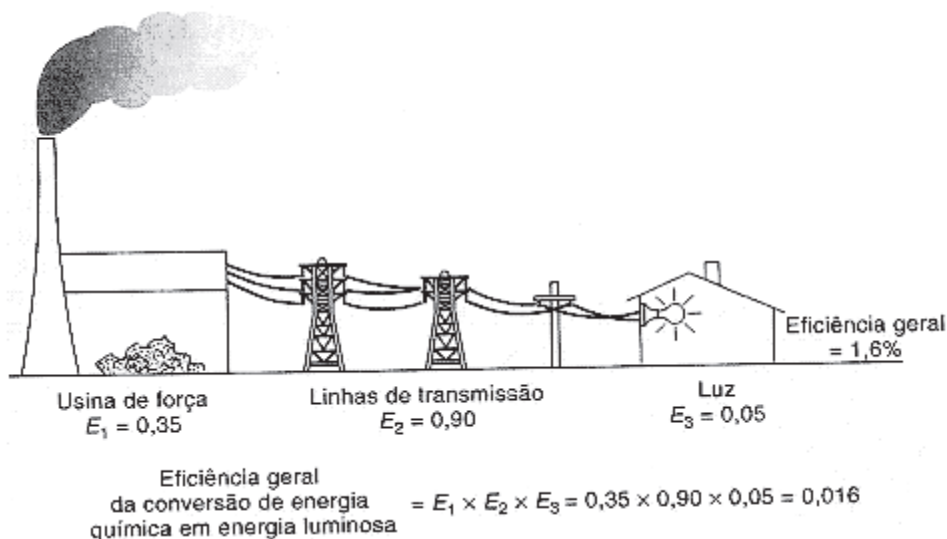
Aparelho	Potência (W)	Funcionamento (h)
Lâmpada	600	100
TV	100	20
Ferro elétrico	2000	10
Geladeira	500	300
Chuveiro	4000	15

Ao receber a conta de luz, correspondente ao mês registrado na tabela, o morador deve esperar um consumo, em kWh. Se o kWh custa R\$ 0,40, qual o custo mensal de energia elétrica nessa residência?

- a) R\$ 60,00
- b) R\$ 116,80
- c) R\$ 180,00
- d) R\$ 292,00

## APÊNDICE B

- 1) A eficiência de um processo de conversão de energia é definida como a razão entre a produção de energia ou trabalho útil e o total de entrada de energia no processo. A figura mostra um processo com diversas etapas. Nesse caso, a eficiência geral será igual ao produto das eficiências das etapas individuais. A entrada de energia que não se transforma em trabalho útil é perdida sob formas não utilizáveis (como resíduos de calor).



HINRICHS, R. A. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Pioneira

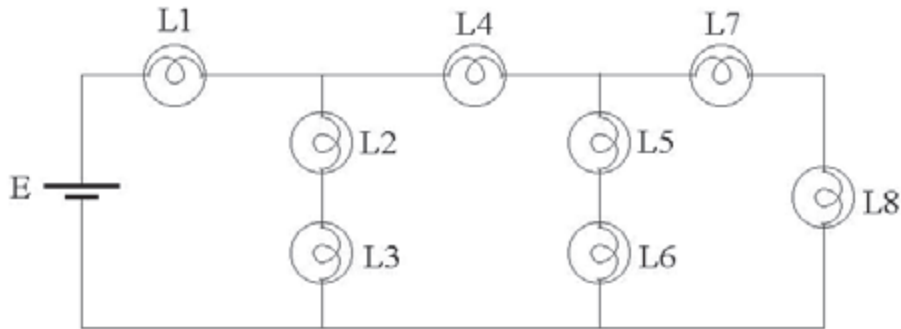
Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Aumentar a eficiência dos processos de conversão de energia implica economizar recursos e combustíveis. Das propostas seguintes, qual resultará em maior aumento da eficiência geral do processo?

- A) Aumentar a quantidade de combustível para queima na usina de força.
- B) Utilizar lâmpadas incandescentes, que geram pouco calor e muita luminosidade.
- C) Manter o menor número possível de aparelhos elétricos em funcionamento nas moradias.
- D) Utilizar cabos com menor diâmetro nas linhas de transmissão a fim de economizar o material condutor.
- E) Utilizar materiais com melhores propriedades condutoras nas linhas de transmissão e lâmpadas fluorescentes nas moradias.

2) Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos, que

instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura.



Sendo  $E = 220 \text{ V}$  e a resistência elétrica de cada lâmpada de  $55 \Omega$ , Qual é a intensidade de corrente que atravessa as lâmpadas L1 e L8 respectivamente?

- A) 2 A e 1 A
- B) 2 A e 0,5 A
- C) 1 A e 0,5 A
- D) 0,5 A e 0,3 A
- E) 0,3 A e 0,3 A

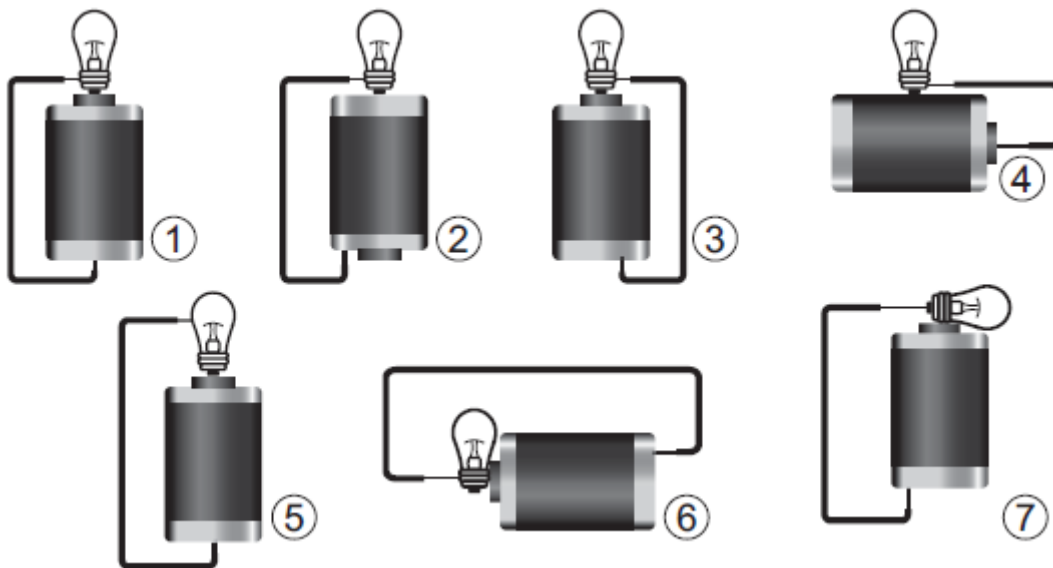
3) Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aquela que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados

Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de 50 W de potência que opera com 25 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível. Desta forma assumindo que a fiação suporta a carga dos dois faróis, o menor valor de fusível adequado para proteção desse novo circuito é o

- A) azul.
- B) preto.
- C) laranja.
- D) amarelo.
- E) vermelho.

4) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha retirada do equipamento e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- A) (1), (3), (6)
- B) (3), (4), (5)
- C) (1), (3), (5)
- D) (1), (3), (7)
- E) (1), (2), (5)

5) O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110 V pode ser adaptado para funcionar em 220 V, de modo a manter inalterada sua potência.

Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a)

- A) dobro do comprimento do fio.
- B) metade do comprimento do fio.
- C) metade da área da seção reta do fio.
- D) quádruplo da área da seção reta do fio.
- E) quarta parte da área da seção reta do fio.

## 1. Corrente Elétrica



Nesta foto podemos observar raios entre nuvens. O clarão mostra o caminho percorrido por cargas elétricas (elétrons). O que será que causou o surgimento do raio? Como se mede a intensidade do fluxo de cargas elétricas?

Os atritos da nuvem com o ar, e com o vapor d'água que se condensa na nuvem causam eletrização, isto é, a nuvem fica com um desequilíbrio entre o número de prótons e elétrons. Esta diferença de carga elétrica gera um potencial elétrico. O potencial elétrico por si só não é suficiente para causar o raio. É necessário que apareça uma diferença de potencial elétrico. Assim, duas nuvens, eletrizadas com quantidades de cargas diferentes, com formatos diferentes, estabelecem uma diferença de potencial (ddp) entre elas. A ddp é a causa da corrente elétrica.

Resumindo:

**Definição:** Movimento ordenado de partículas portadoras de carga elétrica.

**Causa:** Diferença de potencial elétrico entre dois pontos.

**Intensidade (i) :** Razão da quantidade de carga que atravessa uma seção transversal de um condutor por unidade de tempo.

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

Onde

$i$  → intensidade de corrente elétrica – unidade no SI: ampère (A)

$\Delta Q$  → quantidade de carga que atravessa uma seção transversal de um condutor – unidade no SI: coulomb (C)

$\Delta t$  → intervalo de tempo – unidade no SI: segundo (s)

É comum a utilização de submúltiplos da unidade de medida ampère.

1 miliampère ou 1mA	$10^{-3}\text{A}$
1 microampère ou $1\mu\text{A}$	$10^{-6}\text{A}$

### Classificação do tipo de corrente elétrica quanto a sua natureza.

**Corrente Eletrônica** – Formada pelo fluxo ordenado de elétrons, como por exemplo corrente elétrica estabelecida em fios metálicos.

**Corrente Iônica** – Formada pelo fluxo ordenado de íons, como por exemplo corrente elétrica estabelecida nos neurônios ou em soluções eletrolíticas.

### Para Casa

5) Descreva os efeitos da corrente elétrica apresentados em sala de sala.

e) Efeito Joule:

---

---

---

---

f) Efeito Luminoso:

---

---

---

---

g) Efeito Magnético:

---

---

---

---

h) Efeito Fisiológico

---

---

---

- 6) Considere que durante um raio entre nuvem e solo ocorra a transferência de 10 coulomb de carga elétrica em um intervalo de 0,1 s. Calcule a intensidade média de corrente elétrica deste raio.

**Para saber mais**

<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/relamp/relampagos/caracteristicas.da.corrente.eletrica.php>

### 3. Leis de Ohm



Foto: Petrus Barros

A foto mostra o interior de uma lâmpada incandescente. A parte central, que mais brilha, é constituída por um filamento de tungstênio. Em funcionamento, este filamento pode atingir uma temperatura aproximada de 2500 °C. O que causa o brilho desta lâmpada? Como podemos ter lâmpadas com brilhos diferentes conectadas a mesma diferença de potencial elétrico?

Como já vimos, a corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas, mas este movimento ordenado não significa movimento em linha reta. Os raios entre nuvens formam caminhos em zig e zag, da mesma forma que os elétrons a percorrer um fio metálico, também faz um movimento não retilíneo. O termo ordenado é empregado com a conotação que há um sentido resultante no movimento das cargas elétricas.



Imaginemos uma lâmpada ligada em uma rede elétrica de ddp 110 V. Por ela passaria uma intensidade de corrente elétrica  $i_1$ . Agora, se a mesma lâmpada fosse conectada em uma rede elétrica de ddp igual a 220 V, a intensidade de corrente que a atravessaria certamente seria diferente de  $i_1$ . Define-se então como a resistência elétrica a razão entre a ddp aplicada e a intensidade de corrente elétrica.

$$R = \frac{U}{i}$$

Onde

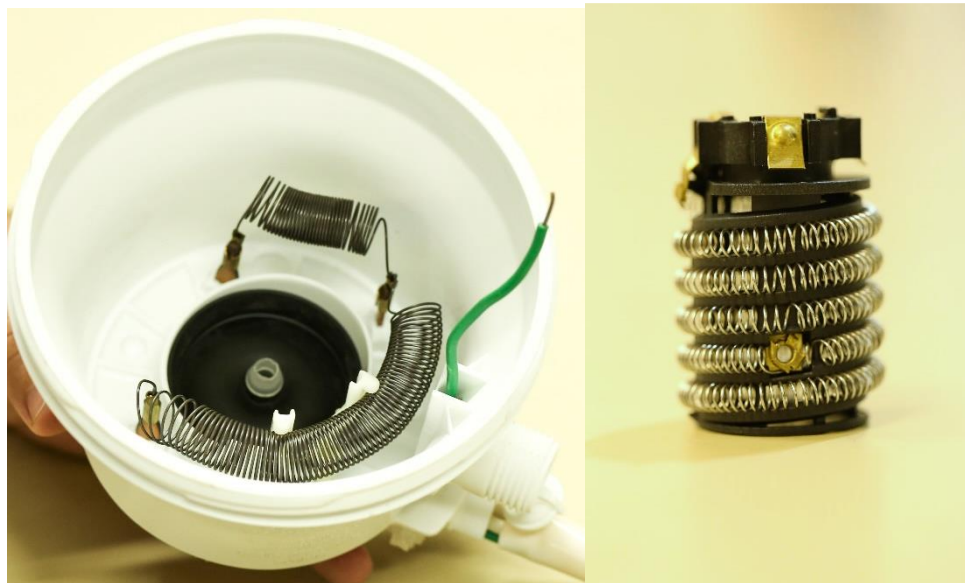
R → Resistência Elétrica - unidade no SI: ohm ( $\Omega$ )

U → Diferença de Potencial (ddp) – unidade no SI: volt (V)

i → intensidade de corrente elétrica – unidade no SI: ampère (A)

O dispositivo que oferece resistência elétrica é chamado de **resistor**. Além do filamento das lâmpadas incandescentes, existem outros tipos de resistores.

Resistor de chuveiro elétrico



Barros

Foto: Petrus

## Resistor de Carvão

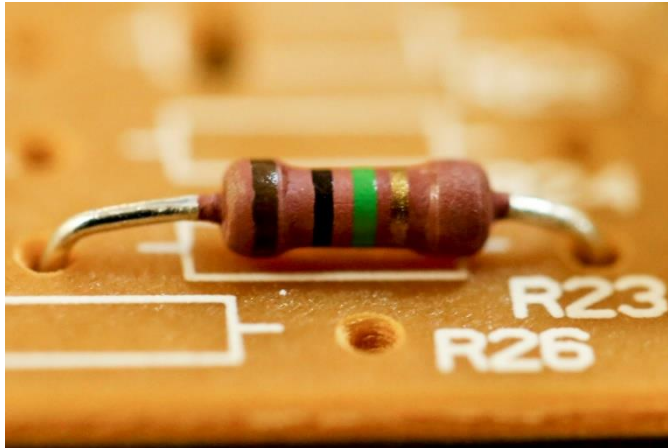
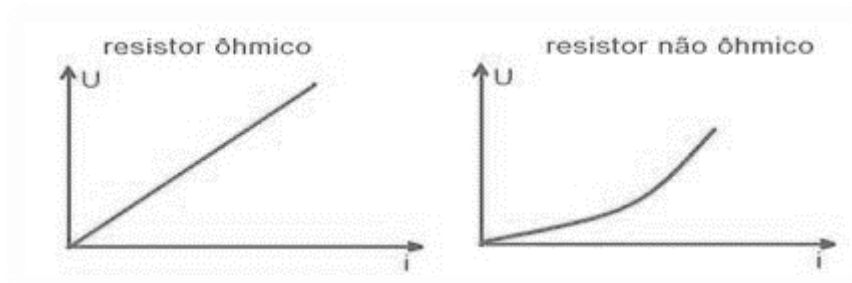


Foto: Petrus Barros

### Classificação do comportamento do resistor.

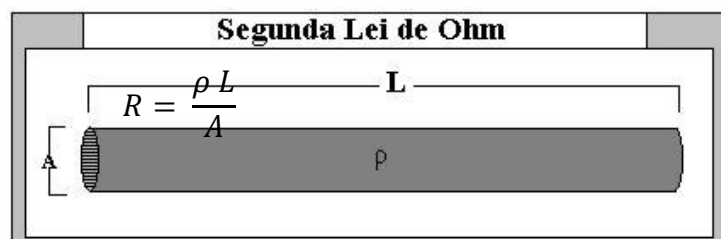
**Resistor ôhmico** – A razão entre a ddp aplicada em seus terminais, e a intensidade de corrente que o atravessa é constante.

**Resistor não-ôhmico** – A razão entre a ddp aplicada em seus terminais, e a intensidade de corrente que o atravessa não é constante.



### 2ª Lei de Ohm

A 2ª Lei de Ohm relaciona o material e as dimensões de um condutor com a sua resistência elétrica.



Onde

$\rho$  – resistividade do material - unidade no SI: ohm.metro ( $\Omega \cdot m$ )

$L$  - comprimento do fio – unidade no SI: metro (m)

$A$  - área da seção transversal do fio – unidade no SI: metro ao quadrado ( $m^2$ )

### Para Casa

7) Por que em uma instalação elétrica residencial se utiliza fios de diferentes espessuras?

---

---

---

---

8) A temperatura do material influencia na sua resistência elétrica? Crie um modelo que justifique sua resposta.

---

---

---

## 4. Energia e Potência Elétrica

<b>Energia</b> (Elétrica)		CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT
Fabricante: Marca:		MARQUES DISTRIBUIDORA FONTAINE
Unidade externa: Unidade interna:		UTI 09 CONDF UTI 09 EVAPF
<b>Mais eficiente</b> 		<b>A</b>
<b>Menos eficiente</b> <b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)</b> <small>(Com base nos resultados do ciclo normalizado pelo INMETRO, de 1 hora por dia por mês)</small>		<b>16,9</b>
<b>Capacidade total de refrigeração (kW)</b> <small>(BTU h)</small>		<b>2,64</b> <small>(9000)</small>
<b>Eficiência energética</b> <small>A Plena Carga (quanto maior, melhor)</small>		<b>3,26</b>
<b>Tipo Refrigeração</b> Refrigeração + Aquecimento		←
<small>Regulamento Específico para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia          Linha de Condicionadores de Ar Direcionais - RESFRO3-CAD          instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</small>		
<small>PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</small>		
<small>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTA EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</small>		

A figura acima é de um selo PROCEL. Este selo tem como finalidade permitir que o consumidor reconheça quais eletrodomésticos são mais eficientes e que consomem menos energia elétrica. O desenvolvimento de aparelhos elétricos que consumam menos energia é importante para todos, pois ajuda na preservação do meio ambiente e ainda diminui o custo da conta mensal de energia elétrica.

No selo podemos encontrar a potência do condicionador de ar tipo Split:

<b>Menos eficiente</b>	
<b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)</b> <small>(Com base nos resultados do ciclo normalizado pelo INMETRO, de 1 hora por dia por mês)</small>	<b>16,9</b>
<b>Capacidade total de refrigeração (kW)</b> <small>(BTU h)</small>	<b>2,64</b> <small>(9000)</small>
<b>Eficiência energética</b> <small>A Plena Carga (quanto maior, melhor)</small>	<b>3,26</b>
<b>Tipo Refrigeração</b>	←
Refrigeração + Aquecimento	←

Potência = 2,64 kW, o que é equivalente à 2640 W.

A companhia elétrica, no caso de Brasília, a CEB, cobra o consumo de energia elétrica. Este consumo de energia pode ser calculado pela relação:

$$Energia = Pot \cdot \Delta t$$

Onde:

*Energia* > Consumo de energia elétrica.

*Pot* → Potência elétrica do aparelho elétrico.

$\Delta t$  → Intervalo de tempo de uso do aparelho elétrico.

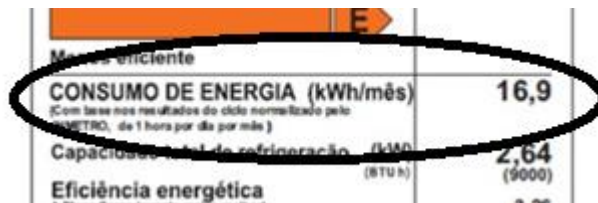
As unidades de medida dessas grandezas no SI são:

*Energia* > em joule (J)

*Pot* → em watt (W)

$\Delta t$  → em segundo (s)

Voltando para o selo encontramos uma outra unidade possível para a energia, o quilo-watt-hora - **kWh**. Esta unidade é usual quando se trata de energia elétrica.



The image shows a portion of an energy label with a table. The table has two columns. The first column lists energy-related metrics, and the second column shows their values. The row 'CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)' is circled in black. Below it, 'Capacidade total de refrigeração (kW)' is listed with a value of 2,64 (9000). 'Eficiência energética' is also listed.

Consumo de energia (kWh/mês)	16,9
Capacidade total de refrigeração (kW)	2,64 (9000)
Eficiência energética	

A fim de que a unidade de medida da energia seja o kWh, podemos adotar as seguintes unidades de medida:

*Energia* em quilo-watt-hora (kWh)

*Pot* em quilo-watt (kW)

$\Delta t$  em hora (h)

## Potência, tensão, e corrente elétrica.

Há uma relação entre essas grandezas descrita pela fórmula

$$Pot = U \cdot i$$

Onde:

$Pot$  → Potência Elétrica. - Unidade de medida: watt (W).

$U$  → Diferença de potencial, (ddp), também chamada de tensão elétrica. - Unidade de medida: volt (V).

$i$  → intensidade de corrente elétrica. - Unidade de medida: ampère (A).

Faça uma pesquisa da potência elétrica dos aparelhos abaixo e complete a tabela. Na coluna **tempo de uso diário** (faça uma estimativa).

Aparelho Elétrico	Potência (W)	Intensidade de Corrente (A)	Tempo de uso diário (h)	Energia Elétrica consumida (kWh)
Lâmpada				
Geladeira				
Chuveiro				
Micro-ondas				
Secador de Cabelo				
Carregador de Celular				
			<b>Energia Total</b>	

## Custo da conta de energia elétrica

O custo pode ser calculado caso seja conhecido o valor do kwh. Usando o valor de R\$ 0,50 para o kwh, calcule o custo com base na tabela acima.

# Atividade Experimental 1 – Leis de Ohm

**Objetivo:** Verificar a 1ª Lei de Ohm e Investigar a 2ª Lei de Ohm.

## Material:

1 Fonte de tensão variável: 0 até 15V



Foto: Petrus Barros

2 Fios elétricos

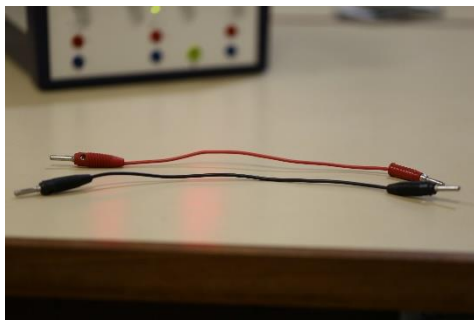


Foto: Petrus Barros

1 resistor de carvão de resistência 10  $\Omega$ .

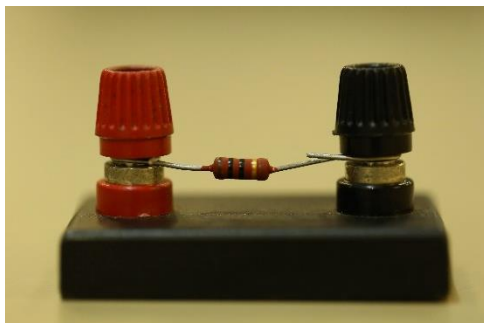


Foto: Petrus Barros

60 cm de fio de resistência de níquel-cobre, também conhecido como fio de Constantan

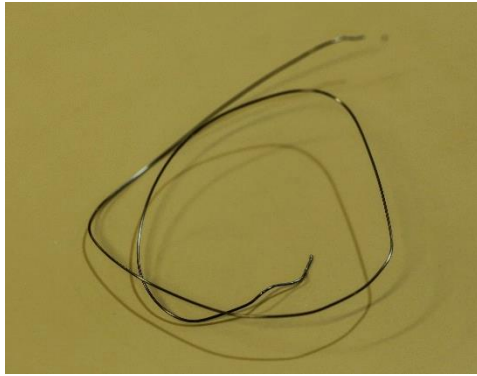


Foto: Petrus Barros

1 multímetro digital



Foto: Petrus Barros

### Procedimento 1

Com a fonte de tensão em 0V conecte os terminais do resistor de  $10\ \Omega$  nos terminais da fonte, conforme indicado na figura.

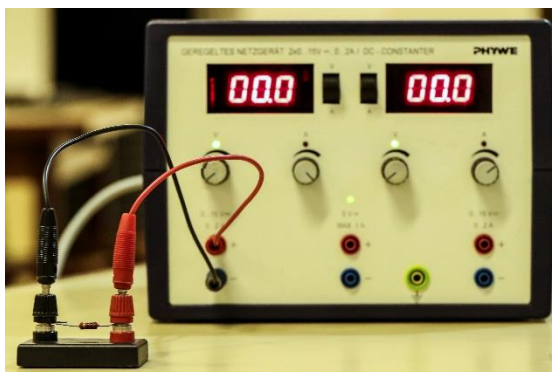


Foto: Petrus Barros

Use a chave ao lado do visor da fonte para alternar entre voltímetro e amperímetro.



### Dados experimentais

Com a chave na posição voltímetro, regule a tensão de saída da fonte para 1V. Altere a posição da chave para amperímetro e faça a leitura da intensidade de corrente. Calcule a razão entre a tensão e a corrente elétrica.

Volte a chave para voltímetro refaça o passo anterior acrescentando 1V a cada vez.

Preencha a tabela com os dados coletados

Tensão Elétrica (V)	Intensidade de Corrente Elétrica (A)	$\frac{U}{i}$
0	0	-----
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

### Análise de dados

Construa um gráfico com os dados da tabela. No eixo vertical coloque a grandeza Tensão Elétrica, e no eixo horizontal a grandeza Intensidade de corrente elétrica.

Responda

3) O gráfico encontrado foi aproximadamente uma reta? O que isto significa?

---

---

---

4) Qual o significado físico da razão calculada na 3ª coluna da tabela? Qual a unidade desta grandeza física?

---

---

---

### Procedimento 2

Coloque o multímetro na função de **ohmímetro**, conforme a figura:



Foto: Petrus Barros

Meça a resistência elétrica de 7,5 cm do fio de níquel-cobre.

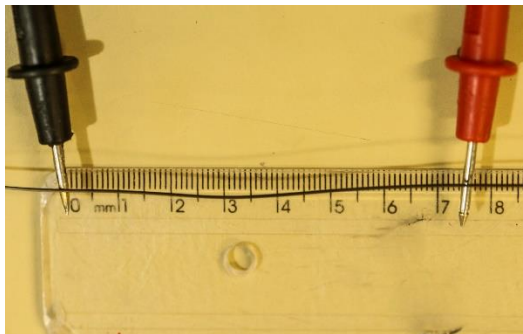


Foto: Petrus Barros

### Dados Experimentais

Aumente a distância entre os terminais do ohmímetro em 7,5 cm, e leia a resistência elétrica deste trecho. Refaça esta etapa até que a distância entre os terminais seja de 30 cm. Anote os dados na tabela abaixo.

Comprimento (cm)	Resistência Elétrica ( $\Omega$ )
7,5	
15,0	
22,5	
30,0	

Dobre o fio ao meio e enrole suas pontas conforme a figura



Foto: Petrus Barros

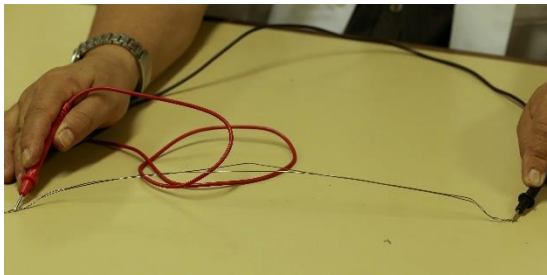


Foto: Petrus Barros

Refaça o procedimento 2 com o fio enrolado.

Comprimento (cm)	Resistência Elétrica ( $\Omega$ )
7,5	
15,0	
22,5	
30,0	

### Análise de dados

Responda:

4) Qual relação entre o comprimento do condutor e sua resistência elétrica.

---

---

5) Qual relação entre a espessura do fio e sua resistência elétrica

---

---

6) Estabeleça uma relação matemática da resistência elétrica de um fio em função do seu comprimento e da sua área de seção reta.

## 5. Associação de resistores

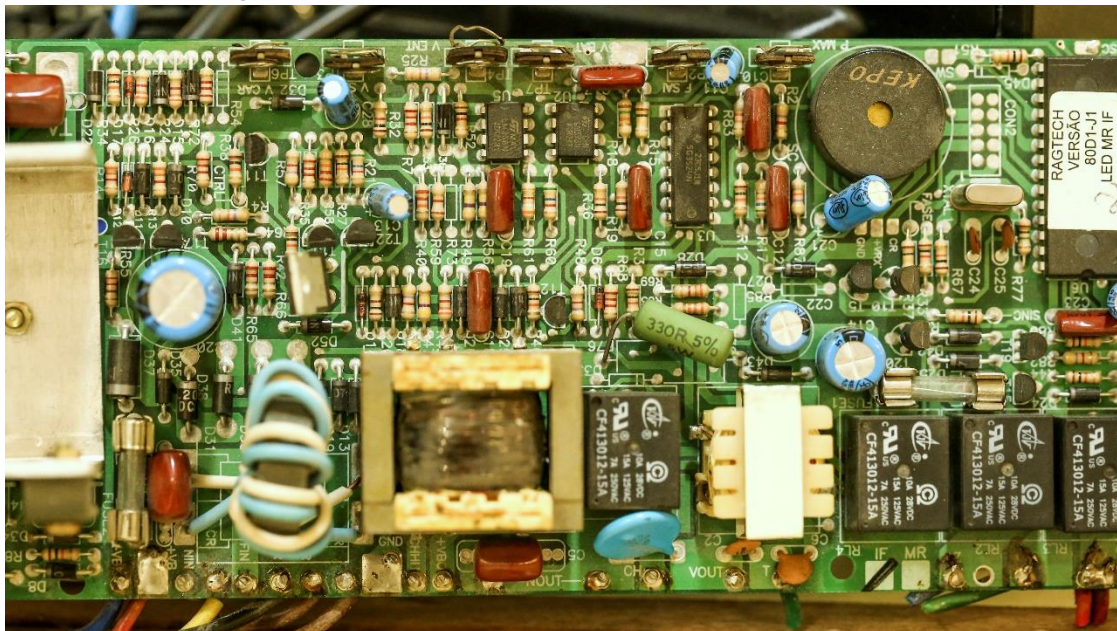


Foto: Petrus Barros

A foto mostra um circuito elétrico de um nobreak, dispositivo usado para manter equipamentos que estejam conectados a ele funcionando, mesmo que haja uma queda de energia. Observa-se que o circuito é formado por vários dispositivos, entre eles, resistores, em destaque abaixo:

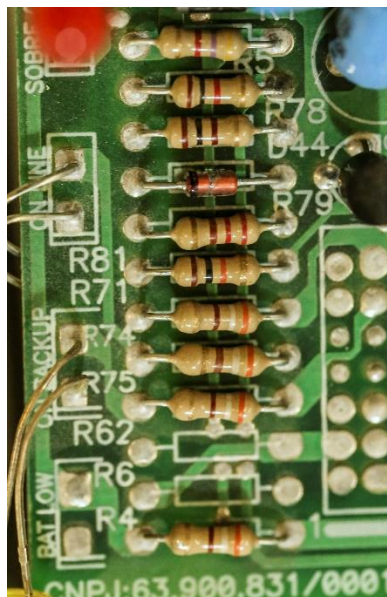


Foto: Petrus Barros

Os resistores têm outra função além de converter energia elétrica em térmica. O aquecimento sempre ocorre quando há corrente elétrica por um resistor, o que pode ser útil, como em aparelhos resistivos: chuveiro elétrico, ferro elétrico, forno elétrico entre outros.

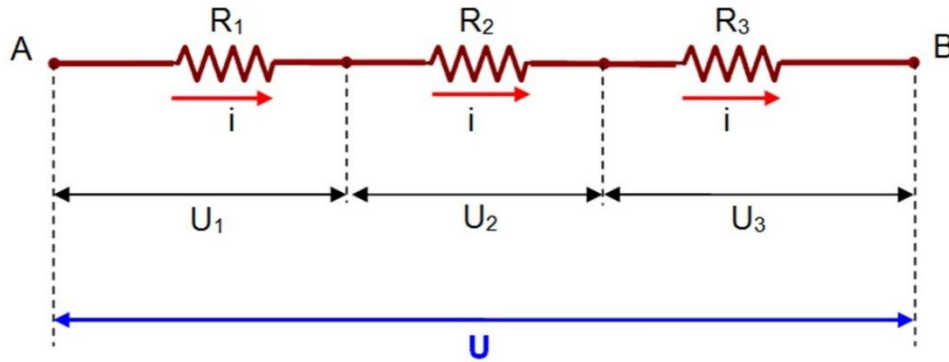
Mas e nesta placa da foto? Os resistores foram instalados com a função de aquecer? Certamente não. Quando se associa um resistor a outro, dependendo da forma que é feita esta associação, pode causar divisão de tensão elétrica, ou divisão de corrente elétrica.

## Associação em Série

**Característica:** os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica.

**Consequência:** ocorre divisão da tensão elétrica.

**Esquema:**



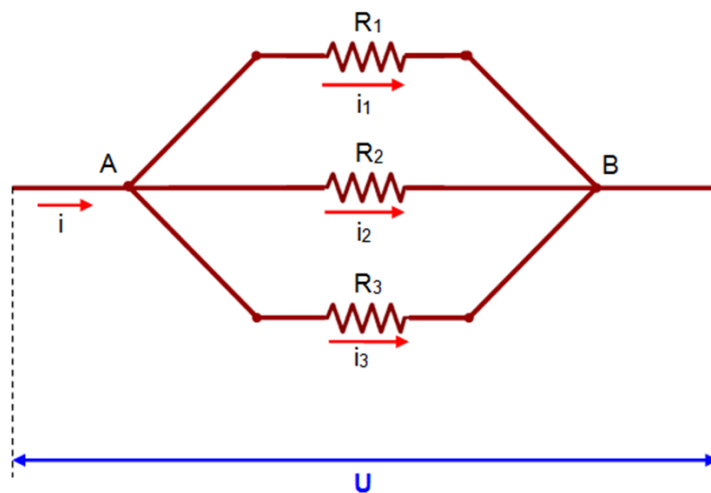
$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

## Associação em Paralelo

**Característica:** os resistores estão submetidos a mesma tensão elétrica.

**Consequência:** ocorre divisão da corrente elétrica

**Esquema:**



$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

### Para casa

Acesse o link [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc)

Neste endereço eletrônico você encontrará um simulador de circuito elétrico

## 6. Atividade de laboratório 2

Objetivo: Descobrir a relação matemática para calcular o valor da resistência equivalente de associação de resistores em série e em paralelo.

### Material

3 resistores elétricos. (100  $\Omega$  , 220  $\Omega$  e 470 $\Omega$ )



Foto: Petrus Barros

1 multímetro



Foto: Petrus Barros

Fios para realizar as associações entre os resistores.

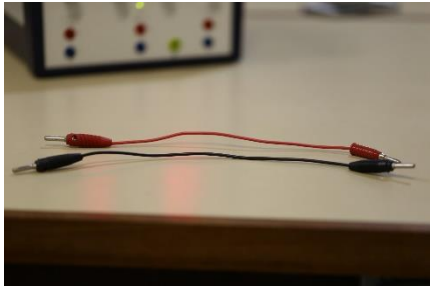


Foto: Petrus Barros

### **Procedimento1 – Associação em série**

Associe em série os resistores em grupo de dois a dois.

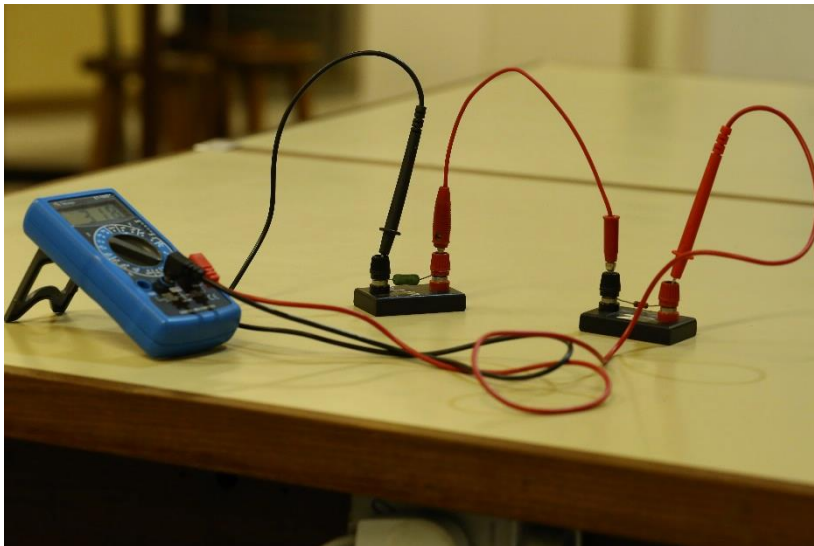


Foto: Petrus Barros

### **Dados Experimentais**

Com o multímetro na posição de ohmímetro, meça a resistência equivalente de cada associação.



Foto: Petrus Barros

Resistores Associados em Série	Resistência Equivalente
100 Ω e 220 Ω	
100 Ω e 470Ω	
220 Ω e 470Ω	

### Análise de Dados

Responda:

Qual a relação matemática entre as resistências individuais com a resistência equivalente da associação em série?

### Procedimento 2 – Associação em paralelo

Associe em paralelo os resistores em grupo de dois a dois.

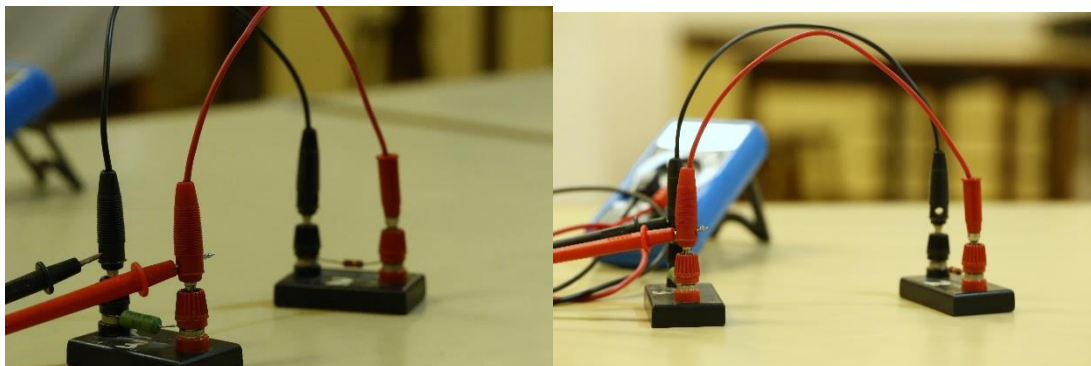


Foto: Petrus Barros



## Dados Experimentais

Com o multímetro na posição de ohmímetro, meça a resistência equivalente de cada associação.

Resistores Associados em paralelo	Resistência Equivalente
100 $\Omega$ e 220 $\Omega$	
100 $\Omega$ e 470 $\Omega$	
220 $\Omega$ e 470 $\Omega$	

## Análise de Dados

Responda

Qual a relação matemática entre as resistências individuais com a resistência equivalente da associação em paralelo?

Caso não tenha encontrado a relação da questão anterior, teste esta fórmula para calcular a resistência equivalente de dois resistores em paralelo.

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

## APÊNDICE D

### Sequência Didática

#### 1ª Aula

Tempo previsto: 1 hora/aula

Objetivos: Reconhecer a presença da corrente elétrica no cotidiano.

Atividades: Atividade experimental demonstrativa dos efeitos da corrente elétrica:

- Efeito Joule (térmico)
- Efeito Luminoso
- Efeito Magnético
- Efeito Fisiológico (choque elétrico)

Esta atividade tem o objetivo de funcionar como organizador prévio, isto é, uma ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que conteúdo que será aprendido.

Durante os experimentos o professor procurou envolver a sala de aula de tal forma que os aprendizes fossem citando experiências vividas por eles que se assemelhassem com a atividade prática desenvolvida.

Após esta atividade o professor formalizou o conceito de corrente elétrica. Diferenciou a corrente iônica da corrente eletrônica.

Apresenta a equação para calcular a intensidade da corrente elétrica pela razão entre da quantidade de carga que atravessa uma secção reta do condutor e o intervalo de tempo.

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

Foi mostrado os submúltiplos da unidade de medida para intensidade de corrente elétrica: miliampère (mA) e microampère (µA).

#### 2ª Aula

Tempo previsto: 1 hora/aula

Objetivos: Apresentar a 1ª Lei de Ohm

Atividade: A partir de uma breve retomada da aula anterior, o professor instiga os aprendizes a pensar o que causa a corrente elétrica, e ainda os fatores que dificultam ou facilitam a corrente elétrica. Neste momento define tensão elétrica, diferencia-se bons e maus condutores elétricos (fazendo uma analogia com bons e maus condutores térmicos).

Apresenta a 1ª Lei de Ohm na forma  $U = R \cdot i$ , onde

$U$  = tensão elétrica nos terminais do resistor – Medida em volt (V)

$R$  = resistência elétrica - Medida em Ohm ( $\Omega$ )

$i$  = intensidade da corrente elétrica – medida em ampère (A)

Caracteriza resistores como ôhmico ou não – ôhmico e mostra suas curvas características.

### 3ª e 4ª Aulas

Tempo previsto: 2 horas/aula

Objetivo: Verificar a 1ª lei de Ohm, e descobrir a 2ª lei de Ohm

Atividade: No laboratório os alunos foram separados em grupo 10 grupos de quatro alunos cada. Eles seguiram a prática proposta encontrada no apêndice B.

Primeiramente pede-se que aumente a tensão da fonte elétrica e verifique, através do amperímetro, a intensidade de corrente elétrica. Este experimento é realizado com resistor de carvão, e depois com uma lâmpada incandescente. Com os dados, o aprendiz deve construir um gráfico  $U \times i$  para o resistor de carvão e para a lâmpada.

Após é dado 60 cm de fio de níquel-cromo para que o aprendiz relacione o comprimento do fio com sua resistência elétrica

## 5ª aula

Tempo previsto: 1 hora/aula

Objetivo: Introduzir o conceito de Energia e Potência elétrica.

Atividade: O professor inicia a aula retomando os efeitos e a definição de corrente elétrica. Através do diálogo com a sala de aula, os alunos são questionados sobre a diferença entre a unidade de medida volt (V) e a unidade watt (W). O professor mostra vários aparelhos eletrodomésticos como lâmpada, geladeira, chuveiro, secador de cabelo, televisor, entre outros, e instiga o estudante a pensar como pode todos estes aparelhos serem ligados a uma rede de tensão elétrica de 220 V e apresentarem potências tão diferentes. A resposta esperada é a diferença na intensidade de corrente elétrica que atravessa cada um desses aparelhos.

Apresenta para o aprendiz a relação  $P = U \cdot i$  e relembra a relação entre energia e potência  
 $Energia = Pot \cdot \Delta t$

$P$  = potência elétrica – Medida em watt (W)

$U$  = tensão elétrica nos terminais do resistor – Medida em volt (V)

$i$  = intensidade da corrente elétrica – medida em ampère (A)

Como exercício, o aprendiz completa o Quadro 1:

Aparelho Elétrico	Potência (W)	Intensidade de Corrente (A)	Tempo de uso diário (h)	Energia Elétrica consumida (kWh)
Lâmpada				
Geladeira				
Chuveiro				
Microondas				
Secador de Cabelo				
Carregador de Celular				
			<b>Energia Total</b>	

Quadro 1 – Energia elétrica consumida

Fonte: Elaboração própria

## 6ª e 7ª Aulas

Tempo previsto: 2 horas/aula

Objetivo: Associar resistores elétricos. No final desta aula o aprendiz deverá ser capaz de encontrar o valor da resistência equivalente de uma associação de resistores.

Atividade: No laboratório é apresentado aos aprendizes uma breve explicação do multímetro na função de ohmímetro. Cada bancada do laboratório recebe alguns resistores os quais terão suas resistências elétricas medidas pelos próprios estudantes. Seguindo a prática proposta apresentada no apêndice C, o aprendiz tenta descobrir a relação matemática para o cálculo da resistência equivalente em associações em série e em paralelo.

## 8ª aula

Tempo previsto 1 hora/aula

Objetivo: Diferenciar o que ocorre com a tensão e com a corrente elétrica na associação de resistores em série e em paralelo.

Atividade: Aula expositiva sobre associação de resistores, retomando a atividade prática desenvolvida na 6ª e 7ª aula.

Nesta aula o professor apresenta um experimento demonstrativo com duas montagens:

- (a) Duas lâmpadas incandescentes com dados nominais (40W – 220V) associadas em série.
- (b) Duas lâmpadas incandescentes com dados nominais (40W – 220V) associadas em paralelo.

Desconectando uma das lâmpadas, o aprendiz pode observar que na associação em série, ocorre a interrupção da corrente o que causa o desligamento da segunda lâmpada. Mas na associação em paralelo, quando desconecta uma das lâmpadas nada ocorre com a segunda lâmpada.

## 9ª Aula

Tempo previsto 1 hora/aula

Objetivo: Apresentar esquemas de circuitos elétricos simples, composto por gerador elétrico e resistores elétricos.

Atividade: Aula expositiva. No quadro o professor mostra em esquemas ligações elétricas do cotidiano, como ligação de lâmpadas e tomadas em uma residência, circuito *threeway*, associação de lâmpadas em um pisca-pisca usado em árvore de natal.

### 10ª Aula

Tempo previsto 1 hora/aula

Objetivo: Entender como um chuveiro elétrico funciona.

Atividade: Foi dividida a sala em 10 grupos. A cada grupo foi dado um chuveiro elétrico. Os aprendizes precisavam responder as seguintes questões:

- (a) O que é responsável por ligar o chuveiro?
- (b) Como a chave seletora de “temperatura” inverno, desligado, verão, interfere na associação de resistores no interior do chuveiro?
- (c) Os resistores do chuveiro estão associados em série ou em paralelo?
- (d) Para aquecer mais a água, é necessária uma resistência equivalente maior ou menor?
- (e) Faça um esquema representando o circuito elétrico do chuveiro.

## **APÊNDICE E**

### **Pesquisa qualitativa pré/pós teste**

- 1) O que é corrente elétrica?
- 2) Qual é a diferença entre tensão e potência elétrica?
- 3) Quais fatores favorecem o deslocamento de elétrons por certo material?
- 4) Cite exemplos do dia a dia em que se observa conceitos de eletricidades.

## **APÊNDICE F**

### **Pesquisa qualitativa acerca do uso de UEPS**

- 1) A sequência didática escolhida pelo professor pesquisador ajudou no desenvolvimento do trabalho?
- 2) A organização do material autoral facilitou seu aprendizado?
- 3) Durante o processo você se sentiu motivado a estudar o conteúdo?
- 4) Você avalia que houve retenção do conteúdo trabalhado, isto é, conceitos importantes de elétrica foram internalizados por você? Em outras palavras, houve uma aprendizagem significativa?
- 5) Qual foi o diferencial desta metodologia aplicada pelo professor pesquisador?



## APÊNDICE G

### Aprendiz 1

#### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

- 1 Passagem de elétrons
- 2 Não sei responder
- 3 Condutibilidade do material
- 4 Lâmpadas, tomadas, equipamentos queimando, etc

#### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

- 1 É o deslocamento de cargas em um condutor quando existe uma diferença de potencial em suas extremidades
- 2 Tensão elétrica é a diferença de potencial entre dois pontos de um fio ou circuito. Permite que existe corrente elétrica. Potência elétrica é o que define quando da energia recebida será convertida em útil ou dissipada dentro de um sistema. É dada pelo produto da tensão pela corrente.
- 3 A existência de uma diferença de potencial, a resistividade de um material, a sua área de secção, o comprimento do fio.
- 4 Lâmpadas, tomadas

#### Respostas do questionário do apêndice F

- 1 Com certeza. Senti que o trabalho foi montado em uma sequência de dificuldade, começando o ano com o desenvolvimento de conceitos na área de eletricidade e foi "dificultando" ao longo do ano. Excelente as explicações de todos os conteúdos.
- 2 Sim. Extremamente enxuto e simplista, sem perder a profundidade do conteúdo dado. Muito objetivo e útil para a preparação de exames externos
- 3 Sim! Escolhi física na UnB!
- 4 Sim.
- 5 A preocupação do Petrus com o entendimento de cada um dos seus alunos, e a tranquilidade com que lidou com os desinteressados.

## **Aprendiz 2**

### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

- 1 O meio pelo qual elétrons se locomovem
- 2 Eu não sei
- 3 Temperatura e espaço
- 4 Utilização do forno elétrico, computador etc

### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

- 1 É o próprio deslocamento de elétrons
- 2 Potência é a energia de uma corrente em determinado espaço de tempo. Tensão elétrica é a diferença entre as duas potências identificadas nas extremidades da corrente.
- 3 O próprio material e sua condutividade elétrica
- 4 Raio, tomadas, chuveiros, etc

### Respostas do questionário do apêndice F

- 1 Sim, houve uma ordem lógica a ser seguida e nenhuma parte do conteúdo ficou obscura
- 2 A prática de ler o material para só depois o professor ensinar tornou mais rápida a fixação da matéria e permitiu que prestássemos mais atenção nas aulas. Em casa, era claro e fácil estudar pelo material pois o conteúdo estava bem posto lá.
- 3 Sempre, o professor em nenhum momento deixou de explicar o que estávamos vendo e incentivar a aprender mais para entender coisas que ocorrem no dia a dia.
- 4 Sim, porque em sala de aula foram utilizados inúmeros exemplos reais e feitas várias demonstrações e experimentos para que entendêssemos realmente o conteúdo.
- 5 A aproximação que tive com o professor me ajudou muito durante o ano inteiro, pois eu sabia que não tinha absolutamente nada que ele faria para que eu pegasse a matéria. Petrus, mais do que um professor, foi um amigo que me realmente se importou comigo.

## **Aprendiz 3**

### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

- 1 Corrente elétrica é a energia que passa pelos elétrons
- 2 A diferença entre tensão elétrica e potência elétrica é que tensão é a quantidade de energia elétrica total de um aparelho e potência elétrica é a energia consumida por um determinado período de tempo.
- 3 A composição do material e a quantidade de elétrons e prótons do material

4 Quando se acende uma lâmpada, um forno de micro-ondas ligado, um chuveiro elétrico ligado e um celular carregando a bateria.

#### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

1 É um fluxo de carga elétrica

2 Tensão elétrica é a diferença de potencial entre dois pontos do circuito. Já a potência elétrica é a corrente multiplicada pela tensão

3 A composição química de cada material

4 Quando se acende uma lâmpada, um forno de micro-ondas ligado, um chuveiro elétrico ligado e um celular carregando a bateria.

#### Respostas do questionário do apêndice F

1 Sim, porque permitiu o crescimento do meu aprendizado pois o conteúdo foi dado de forma linear

2 Sim, pois este apresentava os temas de forma bem dividida.

3 Sim, por causa das experiências realizadas em sala e da forma clara em que o conteúdo era explicado

4 Sim, pois meu conhecimento sobre elétrica após as aulas deixaram de ser de senso comum

5 O diferencial foram os debates promovidos em sala e o fato do professor trazer as experiências para dentro da sala de aula

### **Aprendiz 4**

#### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

1 Elétrons conduzidos por um fio

2 Tensão é a quantidade de elétrons em um objeto em determinado momento, potencial é a quantidade máxima de elétrons que tal objeto pode suportar

3 A condutividade e a espessura do material

4 Luz elétrica, raios, forno...

#### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

1 Elétrons com movimento orientado

2 Tensão é a diferença de potencial elétrico entre 2 polos, e potência elétrica é a quantidade de energia elétrica que foi transformada em outro tipo de energia

3 A diferença de cargas (uma ser negativa e outra positiva) e um corpo ser condutor e o outro ser isolante

4 Lâmpadas, raios, "gaiola eletrostática", chuveiro elétrico, desfibrilador, guindaste de ferro-velho

#### Respostas do questionário do apêndice F

1 Sim, fomos do mais básico até o mais complexo

2 Sim, o material era bem organizado e as partes mais importantes eram destacadas.

3 Sim, pois apesar de achar o conteúdo muito chato, mas as aulas dinâmicas e o carinho que o professor demonstrava para com os alunos me motivavam a estudar.

4 Sim, alguns conceitos me foram muito úteis em atividades do dia a dia (trocar lâmpadas por exemplo), e sinto que meu entendimento da eletricidade em geral, principalmente da parte de eletromagnetismo, foi bem ampliada.

5 A preocupação que ele tem em fazer os alunos aprenderem e não apenas decorarem as fórmulas (mesmo sabendo que a "decoreba" é necessária) é o grande diferencial do método dele.

### **Aprendiz 5**

#### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

1 Energia elétrica

2 Tensão é a voltagem enquanto potência é o consumo de energia elétrica em um certo tempo

3 O tipo de material

4 Fios de alta tensão, raios, qualquer aparelho elétrico

#### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

1 É o movimento ordenado de cargas elétricas

2 Tensão é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, já potência elétrica é a variação de energia elétrica em um determinado tempo

3 A estrutura dos átomos desse material, a quantidade de elétrons livres nesse material e a resistividade do material

4 Fios de alta tensão, qualquer aparelho elétrico e raios

#### Respostas do questionário do apêndice F

- 1 Sim
- 2 Muito, mil vezes sim
- 3 Sempre
- 4 Até onde sei, sim
- 5 Exercícios no quadro

## **Aprendiz 6**

### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

- 1 Movimento de elétrons
- 2 Não sei
- 3 Não sei
- 4 Choque na maçaneta

### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

- 1 Movimento dos elétrons livres
- 2 Tensão explica o movimento das cargas, potência é a capacidade da tensão realizar trabalho
- 3 Não sei
- 4 Choque da maçaneta, TV, chuveiro...

### Respostas do questionário do apêndice F

- 1 Sim!
- 2 Sim
- 3 Pela primeira vez na vida (eu odeio física)
- 4 Houve
- 5 Modo de explicar, paciência, não deixa ficar nenhuma duvida e trazia experimentos que despertavam muito mais a vontade de entender

## **Aprendiz 7**

### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

- 1 Fluxo de eletricidade.

- 2 Tensão é a quantidade de energia e potência é quão bem um aparelho responde ou não quando em influência de eletricidade.
- 3 Condutividade elétrica.
- 4 Luz elétrica, eletrodomésticos, eletrônicos.

#### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

- 1 Fluxo de elétrons.
- 2 Tensão se resume em diferença de potencial, é essencial para a corrente elétrica. Potência é quão bem ou não um sistema reage a corrente elétrica.
- 3 Condutividade elétrica, indução elétrica.
- 4 Aparelhos em casa como: lâmpada, geladeira, computador, chuveiro elétrico, máquina de lavar roupas.

#### Respostas do questionário do apêndice F

- 1 Sim, o começo e a evolução do conteúdo foram extremamente condizentes, permitindo o aluno a construir uma base sólida e aprofundar cada vez mais seus conhecimentos.
- 2 Sim, o material e as aulas foram formulados, no meu entendimento, de uma forma extremamente didática que potencializam o aprendizado.
- 3 Sim, é muito interessante, principalmente a possibilidade de encerrar fenômenos corriqueiros com uma diferente perspectiva e um olhar mais técnico.
- 4 Sim, o aprendizado foi consciente e significativo.
- 5 O professor Petrus tem um grande domínio na área da física quanto na área da sala de aula em si. Com isso ele proporciona o conteúdo de maneira extremamente agradável de aprender dentro de um espaço propenso a isso.

### **Aprendiz 8**

#### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

- 1 A energia que passa por um meio, geralmente metálico, pelos elétrons
- 2 Tensão é em Volts e potência elétrica é medida em Watts
- 3 As ligações intermoleculares, principalmente. Dependendo de qual ligação seja, os elétrons são mais livres.
- 4 Toda a rede elétrica de casa, a análise de uma conta de luz, entre outros

#### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

- 1 Fluxos de elétrons em um meio, no geral metálico
- 2 Tensão elétrica é a diferença de potencial de um aparelho elétrico ou circuito, já a potência elétrica é basicamente a quantidade de energia elétrica que um aparelho elétrico converte.
- 3 As ligações intermoleculares, visto que os materiais que mais tem o deslocamento de elétrons favorecidos são os metais. Estes têm elétrons livres. Já os isolantes são feitos de outros tipos de ligação.
- 4 Pra que serve a caixa de força de uma casa, como não tomar choque ao manusear tomadas, como não queimar aparelhos por ultrapassar o limite de ampères, entre outros

#### Respostas do questionário do apêndice F

- 1 Sim, pois a explicação de um conteúdo novo ajudava no próximo, facilitando o entendimento.
- 2 Sim, pois tem os conceitos bem esclarecidos e as fórmulas necessárias também
- 3 Vários momentos sim, inclusive perguntei ao professor algumas vezes ideias que não eram cobradas em provas, visto que o aprendizado se dá em sala.
- 4 Sim, todas as aulas em que foquei, já era suficiente para um bom aprendizado do conteúdo.
- 5 Provável

#### **Aprendiz 9**

##### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

- 1 É o movimento de elétrons
- 2 Não sei
- 3 Depende do material
- 4 Tempestades; lâmpadas

##### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

- 1 Movimento ordenado de elétrons
- 2 Tensão elétrica é o trabalho realizado por uma unidade de carga em um campo elétrico para movimentar uma carga. E potência elétrica é o trabalho realizado pela corrente elétrica em um intervalo de tempo.
- 3 O tipo de material; a extensão
- 4 Lâmpadas; aparelhos eletrodomésticos; tempestades.

### Respostas do questionário do apêndice F

- 1 Sim, ele sempre busca avançar gradativamente. Primeiro explicando a matéria, depois as suas aplicações e em seguida as fórmulas, sempre na medida do possível demonstrando as fórmulas.
- 2 Com certeza. Ele sempre colocava em uma parte do quadro um breve resumo da aula anterior, e isso colabora para o processo de aprendizado.
- 3 Sim, justamente por ele sempre tentar contextualizar o conteúdo com suas aplicações e efeitos no dia a dia.
- 4 Houve sim.
- 5 Acredito que além da sua preocupação em deixar a física não tão distante da nossa realidade, com diversos exemplos, e sempre que possível demonstrando as fórmulas, e isso faz com que a matemática fique mais clara. Além disso, ele mantém uma relação amigável

### **Aprendiz 10**

#### Respostas do questionário do apêndice E – pré-teste

- 1 Não sei.
- 2 Não sei.
- 3 Não sei.
- 4 Não sei.

#### Respostas do questionário do apêndice E – pós-teste

- 1 Fluxo ordenado de partículas que possuem carga elétrica.
- 2 Diga-se que Potência corresponda à quantidade e Tensão corresponda a velocidade que elétrons levam para percorrer um percurso.
- 3 Tendência em perder ou ganhar elétrons e a ddp.
- 4 Chuveiro elétrico, eletrodomésticos.

### Respostas do questionário do apêndice F

- 1 Sim, ótimo professor com ótima didática.
- 2 Ajudou fortemente, juntamente com seus esquemas.
- 3 Sim, muito mais.
- 4 Sim, ampliei meus conhecimentos no campo da elétrica.



5 A atenção dada à cada aluno e as associações feitas com objetos do cotidiano, que auxiliam a lembrar com mais facilidade.

## ANEXO I



**MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO  
TEIXEIRA**

### **MATRIZ DE REFERÊNCIA ENEM**

#### **EIXOS COGNITIVOS (comuns a todas as áreas de conhecimento)**

- I. **Dominar linguagens (DL):** dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.
- II. **Compreender fenômenos (CF):** construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- III. **Enfrentar situações-problema (SP):** selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
- IV. **Construir argumentação (CA):** relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- V. **Elaborar propostas (EP):** recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

## **Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

**Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.**

**H1** – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

**H2** – Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.

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

**H4** – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.

**Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.**

**H5** – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

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

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

**Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.**

**H8** – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.

**H9** – Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

**H10** – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.

**H11** – Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.

**H12** – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

**Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.**

**H13** – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

**H14** – Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

**H15** – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

**H16** – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

**Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.**

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

**H18** – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

**H19** – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

**Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico- tecnológicas.**

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

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

**H22** – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.

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

**Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico- tecnológicas.**

**H24** – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

**H25** – Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.

**H26** – Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.

**H27** – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

**Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico- tecnológicas.**

**H28** – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

**H29** – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

**H30** – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.