



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FISICA**

FÁBIO CEZAR GONÇALVES DE SOUZA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA  
EM PROBLEMAS NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA**

Belém-PA  
Fevereiro/2020

**FÁBIO CEZAR GONÇALVES DE SOUZA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA  
EM PROBLEMAS NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (nomeado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):  
Professor Dr. Klaus Cozzolino

Belém-PA  
Fevereiro/2020



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

ATA DA 48ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA “**SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA**” PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 09:00 HORAS DO DIA 28 DE MAIO DE 2020, VIRTUALMENTE, NA SALA DE REUNIÃO DA REDE NACIONAL DE PESQUISA - RNP, CUJO O LINK DE ACESSO FOI DISPONIBILIZADO A TODOS. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **FÁBIO CEZAR GONÇALVES DE SOUZA**, MATRÍCULA Nº **201768870022**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROF. DR. KLAUS COZZOLINO (ORIENTADOR)**, **PROF. DR. MANOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO (MEMBRO INTERNO)** E **PROF. DR. AMADEU BANDEIRA DE SOUZA (MEMBRO EXTERNO)**. EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

**CANDIDATO:**

*Fábio Cezar Gonçalves de Souza*

---

**BANCA EXAMINADORA:**

*Klaus Cozzolino*

---

Prof. Dr. Klaus Cozzolino  
(Orientador - MNPEF – UFPA)

*Manoel Januário da Silva Neto*

---

Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto  
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)

*Amadeu Bandeira de Souza*

---

Prof. Dr. Amadeu Bandeira de Souza  
(Membro Externo – UFPA)

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO  
ENSINO DE ELETRODINÂMICA**

**FÁBIO CEZAR GONÇALVES DE SOUZA.**

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

Aprovada por:

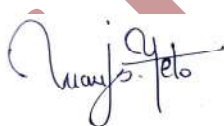
**ORIENTADOR:**



---

Prof. Dr. **KLAUS COZZOLINO**  
(MNPEF – UFPA)

**MEMBRO INTERNO**



---

Prof. Dr. **MANOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO**  
(MNPEF - UFPA)

**MEMBRO EXTERNO**



---

Prof. Dr.  **AMADEU BANDEIRA DE SOUZA**  
(IFPA)

Belém - PA  
Maio - 2020

 <p><b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p>Universidade Federal do Pará</p>	 <p><b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
--	---	--

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

**TEMA: “SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA”.**

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. Klaus Cozzolino** (Orientador), **Dr. Manoel Januário da Silva Neto** (Membro Interno), e **Dr. Amadeu Bandeira de Souza** (Membro Externo), consideram o candidato **FÁBIO CEZAR GONÇALVES DE SOUZA**.

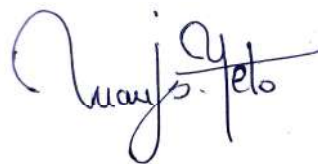
**APROVADO**

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 28 de maio de 2020.




---

Prof. Dr. Klaus Cozzolino  
(Orientador - MNPEF – UFPA)




---

Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto  
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)




---

Prof. Dr. Amadeu Bandeira de Souza  
(Membro Externo – UFPA)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CPI)  
Sistema de Biblioteca da UFPA**

Souza, Fábio Cezar Gonçalves de  
Sequência Didática por meio da Aprendizagem baseada em Problemas no  
Ensino de Eletrodinâmica / Fábio Cezar Gonçalves de Souza. - Belém, Pará,  
2020.

149 f.; il. Encad.

Produto da Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará - UFPA /  
Instituto de Física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Klaus Cozzolino

1. Ensino Física. 2. Física Ensino Tradicional. 3. Eletrodinâmica. 3. Produto  
Educativo. I. Título.

CDD: 537.5

**TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer  
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a  
fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo  
artigo 184 do Código Penal.**

**Dedico** esta, bem como todas às minhas demais conquistas, a meus amados pais, Gorette e Zoênio, e meus dois preciosos filhos Ian e Iago, meus melhores e maiores presentes na vida.

## AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação de mestrado contou com apoio e incentivos fundamentais, sem os quais não se teria tornado realidade e aos quais sou eternamente grato.

Ao Professor Doutor Klaus Cozzolino, pela sua orientação, incentivo, total apoio, disponibilidade, pelo saber que transmitiu, pelas opiniões, críticas e colaboração no solucionar de dúvidas e problemas que foram surgindo ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço ao corpo docente do MNPEF por ter me proporcionado o conhecimento necessário para concluir esse mestrado.

Agradeço a todos os amigos da turma de 2017 do mestrado, turma essa que se tornou uma família para mim. Quero agradecer por compartilharem comigo todos os momentos de felicidades e tristezas ao longo desse mestrado, mas principalmente por todo o conhecimento compartilhado.

Aos discentes, pela sua participação e colaboração, porque sem eles não seria possível à realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), com código de Financiamento 001, ao qual agradeço imensamente.

Tendo consciência que sozinho nada disto seria possível, dirijo um agradecimento especial a minha mãe, por ser modelo de coragem, pelo seu apoio incondicional, amor, amizade e paciência demonstrada e ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta caminhada foram surgindo.



“O teste de todo conhecimento é o experimento. Ele é o único juiz da verdade científica.”

**Richard Feynman**

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> corrente elétrica $i$ atravessando a seção de um condutor -----	28
<b>Figura 2:</b> Uma corrente se dividindo em dois ramos no ponto a -----	29
<b>Figura 3:</b> corrente elétrica $i$ atravessando a seção de um condutor -----	31
<b>Figura 4:</b> símbolo do resistor -----	32
<b>Figura 5:</b> Uma bateria estabelecendo uma corrente $i$ em um dispositivo não especificado -----	36
<b>Figura 6:</b> circuito gerador-resistor -----	37
<b>Figura 7:</b> circuito de malha única -----	38
<b>Figura 8:</b> circuito de malha única com gerador real -----	39
<b>Figura 9:</b> circuito gerador e resistores em série -----	40
<b>Figura 10:</b> circuito gerador e resistores em paralelo -----	41
<b>Figura 11:</b> Amperímetro -----	42
<b>Figura 12:</b> (a) Voltímetro em um circuito para medir a d.d.p no elemento do circuito. (b) Uso simultâneo do voltímetro e do amperímetro -----	42
<b>Figura 13:</b> grupo de alunos analisando um dos experimentos do produto didático ---	65
<b>Figura 14:</b> grupo de alunos analisando um dos experimentos do produto didático ---	66
<b>Figura 15:</b> grupo de alunos apresenta suas soluções para uma das atividades ABP -----	66
<b>Figura E.1:</b> dispositivo ligado em série com a fonte de tensão e uma chave -----	112
<b>Figura E.2:</b> medida da tensão elétrica -----	113
<b>Figura E.3:</b> medida da corrente elétrica -----	113
<b>Figura E.4:</b> lâmpada de lanterna (3V; 0,5A) ligada em série com duas pilhas AA (1,5V) -----	113
<b>Figura E.5:</b> relógio digital ligado em série com uma pilha AA (1,5V) -----	114
<b>Figura E.6:</b> relógio analógico ligado em série com uma pilha AA (1,5V) -----	114
<b>Figura F.1:</b> fonte, resistor, amperímetro e voltímetro -----	116
<b>Figura F.2:</b> fonte (1,5V), resistor (100 $\Omega$ ), amperímetro e voltímetro -----	117
<b>Figura F.3:</b> fonte (3V), resistor (100 $\Omega$ ), amperímetro e voltímetro -----	117
<b>Figura F.4:</b> fonte (4,5V), resistor (100 $\Omega$ ), amperímetro e voltímetro -----	117
<b>Figura F.5:</b> fonte (6V), resistor (100 $\Omega$ ), amperímetro e voltímetro -----	118
<b>Figura G.1:</b> (a) resistência utilizada no experimento; (b) medida de R para L/4 -----	119
<b>Figura G.2:</b> medida de R para L/2 -----	120

<b>Figura G.3:</b> medida de R para $3L/4$ -----	120
<b>Figura G.4:</b> medida de R para L-----	120
<b>Figura H.1:</b> resistores associados em série-----	122
<b>Figura H.2:</b> resistores associados em paralelo-----	123
<b>Figura H.3:</b> resistores $R_1$ , $R_2$ e $R_3$ associados em série-----	123
<b>Figura H.4:</b> lâmpadas associadas em série com uma fonte de tensão de 6V -----	123
<b>Figura H.5:</b> resistores $R_1$ , $R_2$ e $R_3$ associados em paralelo-----	124
<b>Figura H.6:</b> lâmpadas associadas em paralelo com uma fonte de tensão de 3V. (a) uma lâmpada ligada; (b) três lâmpadas ligadas -----	124
<b>Figura I.1:</b> esquema de montagem do amplificador -----	126
<b>Figura I.2:</b> montagem do amplificador feita pelo autor -----	127
<b>Figura J.1:</b> (a) um gerador em paralelo com um voltímetro; (b) dois geradores em série ligados em paralelo com um voltímetro -----	128
<b>Figura J.2:</b> (a) uma pilha AA (1,5V) em paralelo com um voltímetro; (b) duas pilhas AA (1,5V) em série ligadas em paralelo com um voltímetro -----	129
<b>Figura J.3:</b> (a) três pilhas AA (1,5V) em série ligadas em paralelo com um voltímetro; (b) quatro pilhas AA (1,5V) em série ligadas em paralelo com um voltímetro-----	129
<b>Figura J.4:</b> dois pares de pilhas em série ligadas em paralelo -----	129
<b>Figura J.5:</b> dois pares de pilhas em série ligadas em paralelo -----	130

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> (a) Uma diferença de potencial $V$ aplicada em um resistor de $1\text{ k}\Omega$ . (b) Uma diferença de potencial aplicada em um diodo semicondutor de junção PN-----	35
<b>Gráfico 2:</b> Conhecia a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) -----	68
<b>Gráfico 3:</b> ABP é mais esclarecedora do que o modo tradicional de ensinar física -----	69
<b>Gráfico 4:</b> Situações cotidianas, aliados aos experimentos realizados pelo professor em sala tornaram mais fáceis à compreensão dos conceitos apresentados -----	70
<b>Gráfico 5:</b> Aprendizagem respeita a sua opinião em relação ao conteúdo ministrado em sala de aula?-----	70
<b>Gráfico 6:</b> O uso da ABP nas aulas de física melhorou sua aprendizagem? -----	71
<b>Gráfico 7:</b> ABP fortalece a relação professor–aluno? -----	72
<b>Gráfico 8:</b> O que você achou do uso dessa metodologia no 3º ano? -----	73
<b>Gráfico 9:</b> Você acredita que ABP melhora a interação social entre os alunos? -----	74
<b>Gráfico 10:</b> ABP deve ser usada no ensino de todas as disciplinas?-----	74
<b>Gráfico 11:</b> Do que menos gostaram quando da aplicação da ABP na aula de física?-----	75

## RESUMO

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA

Fábio Cezar Gonçalves de Souza

Este trabalho apresenta uma sequência didática que fez uso do método da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como proposta didática facilitadora de aprendizagem no ensino de Física para turmas de 3º ano do ensino médio. Este estudo desenvolveu atividades didáticas motivadoras valorizando o ensino dos conteúdos básicos de Eletrodinâmica, visualizando e manuseando experimentos com intuito de promover o entendimento dos conceitos pertinentes por meio de problemas propostos. A ideia principal da sequência didática foi a de reforçar conteúdos de Eletrodinâmica tais como as Leis de Ohm, as Associações de Resistores e Geradores, as regras de Kirchhoff, cálculos de Potência combinado com problemas do cotidiano e experimentos de modo a estimular os(as) discentes sobre os temas abordados. A proposta foi desenvolvida objetivando adequar-se à realidade da educação básica, visando desenvolver um caminho distinto que proporcione tanto para os professores quanto para os alunos experiências novas, com a motivação para desenvolver novas práticas que possam contribuir consideravelmente para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem. A metodologia aplicada foi muito bem avaliada pelos discentes que participaram das atividades que a classificaram como mais esclarecedora do que a metodologia tradicional, tornando mais fácil para os mesmos a compreensão dos temas tratados, respeitando sua opinião e melhorando significativamente seu aprendizado. Além de fortalecer a relação entre professor-aluno.

**Palavras-chave:** Ensino da Física; Ensino Tradicional; Aprendizagem Baseada em Problemas; Produto Educacional.

## ABSTRACT

### TEACHING SEQUENCE THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING IN ELECTRODYNAMICS TEACHING

This work presents a didactic sequence that made use of the Problem Based Learning (PBL) method as a didactic proposal that facilitates learning in the teaching of Physics for classes of the 3rd year of high school. This study developed motivating didactic activities valuing the teaching of the basic contents of Electrodynamics, visualizing and handling experiments in order to promote the understanding of the pertinent concepts through proposed problems. The main idea of the didactic sequence was to reinforce contents of Electrodynamics such as Ohm's Laws, Associations of Resistors and Generators, Kirchhoff's rules, Power calculations combined with everyday problems and experiments in order to stimulate students on the topics covered. The proposal was developed with the aim of adapting to the reality of basic education, aiming to develop a distinct path that provides both teachers and students with new experiences, with the motivation to develop new practices that can contribute considerably to the improvement of teaching processes and learning. The applied methodology was very well evaluated by the students who participated in the activities that classified it as more enlightening than the traditional methodology, making it easier for them to understand the topics covered, respecting their opinion and significantly improving their learning. In addition to strengthening the relationship between teacher and student.

**Keywords:** Physics teaching; Traditional Education; Problem-Based Learning; Educational Product.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	13
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	20
1.1 O ENSINO DA FÍSICA NO MÉTODO TRADICIONAL	20
1.2 O ENSINO DA FÍSICA NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	22
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>ELETRODINÂMICA</b>	27
2.1 CORRENTE ELÉTRICA	28
2.2 DENSIDADE DE CORRENTE	30
2.3 RESISTIVIDADE E RESISTÊNCIA	32
2.4 VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA COM A TEMPERATURA	34
2.5 LEI DE OHM	35
2.6 ENERGIA E POTÊNCIA EM CIRCUITOS ELÉTRICOS	36
2.7 GERADORES ELÉTRICOS E FORÇA ELETROMOTRIZ	37
2.8 CÁLCULO DA CORRENTE ELÉTRICA EM CIRCUITOS	37
2.9 ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES	40
2.10 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS ELÉTRICAS	41
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>O PRODUTO EDUCACIONAL</b>	43
3.1 CARACTERIZAÇÃO	43
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>METODOLOGIA</b>	62
4.1 ÁREA DE ESTUDO	62
4.2 SUJEITO DA PESQUISA	63
4.3 ESBOÇO METODOLÓGICO DO PRODUTO	63
4.4 COLETA DE DADOS (ABP)	64
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>ANÁLISE E RESULTADOS</b>	67
5.1 ALUNOS NA PESQUISA	67
<b>6 CONCLUSÃO</b>	79
<b>REFERÊNCIAS</b>	82
<b>APÊNDICES</b>	87

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL -----	88
APÊNDICE B – ATIVIDADE I: ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA FAMÍLIA -----	101
APÊNDICE C – ATIVIDADE II: SEGURANÇA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS -----	105
APÊNDICE D – ATIVIDADE III: Famílias do lago de Tucuruí recebem energia elétrica-----	109
APÊNDICE E – EXPERIMENTO 01: Elementos básicos de um circuito elétrico-----	112
APÊNDICE F – EXPERIMENTO 02: Primeira lei de Ohm-----	116
APÊNDICE G – EXPERIMENTO 03: Segunda lei de Ohm -----	119
APÊNDICE H – EXPERIMENTO 04: Associação de resistores em série e paralelo-----	122
APÊNDICE I – EXPERIMENTO 05: Medidas elétricas -----	126
APÊNDICE J – EXPERIMENTO 06: Associação de geradores em série e paralelo-----	128
APÊNDICE K – Questionário avaliativo da metodologia -----	132



## INTRODUÇÃO

Considerando a constante mudança em que a sociedade passa atualmente nos níveis científico, tecnológico, econômico, ambiental e cultural é que se insere a escola, no desempenho de sua função social de formadora de sujeitos históricos, necessita acompanhar obrigatoriamente essa evolução, para não correr o risco de ficar ultrapassada, e de automaticamente não servir para responder às solicitações que tanto a sociedade exige.

Por conta desse contexto o grande desafio dos gestores da educação nacional está em promover reformas que acompanhem o desenvolvimento científico, tecnológico, social, cultural, econômico e ambiental que possam contribuir com a sociedade para que se torne mais justa e equilibrada social e economicamente. Porém, sabe-se ser notório que todo processo de reforma na educação, inevitavelmente, resulta em mudanças, desde que seu foco seja a de “educar para a cidadania e para as constantes mudanças” (HURD, 1998; SAVERY; DUFFY, 2001), desenvolvendo, assim, nos alunos competências que lhes aceitem responder, de forma eficiente a situações imprevistas e manterem-se permanentemente atualizados.

Nota-se que a sociedade em geral exige cada vez mais da escola, não pela abundância na transferência da informação, mas sim, pela formação de alunos capazes de selecionar o conhecimento necessário para que seja aplicado em novas situações no processo ensino-aprendizagem dos alunos. Mas para que isso ocorra se faz imprescindível partir com as estruturas enraizadas e com o modelo de ensino tradicional, tornando-se cada vez mais importante delinear e aplicar estratégias de ensino que aceitem desenvolver nos alunos a capacidade de lidar, de uma forma efetiva e objetiva com os problemas diários, propondo investir na formação de professores com competências e habilidades que lhes permitam reaver a dimensão essencial do ensino e da aprendizagem.

E essa formação do docente necessita ir além da capacitação dos conhecimentos técnicos e teóricos, ela precisa qualifica-los para, o “como ensinar” disciplinas, como a Física, por exemplo, onde muitos professores de escola pública que ministram aulas no ensino médio são portadores apenas do curso de licenciatura como formação, e com isso, acabam seguindo o ensino da Física puramente tradicional, com excessivas aulas expositivas, listas de exercícios e

provas (GOBARA; GARCIA, 2007, p. 519), fazendo com que o aluno treine apenas para resolver problemas puramente matemáticos.

Nesse sentido, Gleiser (2000) comenta que o ensino da Física vai muito além das equações e gráficos, dependendo da forma como é apresentada aos alunos, torna uma disciplina de difícil compreensão, que envolve muitas fórmulas e cálculos, sem nenhuma demonstração prática experimental e sem qualquer relação com o cotidiano dos estudantes, tornando-a como algo distante da sua realidade, passando acreditar que para compreendê-la é necessário ser gênio e assim convence-se ser incapaz de aprendê-la. Com isso, conclui o ensino médio, sem ter no mínimo, relacionado algum fenômeno físico às equações que ele estudou em sala de aula. Aparecendo, dessa forma a divisão de duas Física nesse contexto, estudada em sala de aula e a Física do mundo real.

Mas sabe-se que estudar Física é encantador, pois explica o como e o porquê ocorrem vários fenômenos naturais no universo, isso porque o estudo da Física se fundamenta em teorias fundamentais e modelos que explicam desde a estranha natureza dos entes subatômicos até a complexidade das galáxias e a expansão do universo, colaborando para a compreensão dos fenômenos que se realizam no dia-a-dia. Sem mencionar que, telecomunicações, eletrônica, computação, naves espaciais, entre outras tecnologias, somente foram possíveis a partir da compreensão que a Física construiu sobre as propriedades da matéria e da energia.

Nesse contexto, Moreira (2006) comenta que além de ser importante que o aluno aprenda é preciso que esta aprendizagem seja também crítica, subversiva, antropológica. Nesse aspecto, é que o uso de outros métodos de ensino pode contribuir na facilitação do processo da construção crítica e cidadã do aluno como orienta os Parâmetros Curriculares Nacionais.

Neste caso, é buscar construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, que mesmo este aluno após a conclusão do Ensino Médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, terá adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem (BRASIL, 2007, p. 1-2).

Sabe-se que a Física é uma ciência que transcorre a realidade diária dos alunos, em função dos fenômenos naturais, em situações práticas e em casos

vinculados à tecnologia, como por exemplo, conceitos e teorias da Eletrodinâmica, presentes em várias atividades cotidianas realizadas. Nesse sentido, considera-se, que os alunos chegam à sala de aula com conhecimentos prévios acerca da corrente elétrica, tensão, resistência entre outros. Contudo, mesmo apresentando conceitos errôneos frente ao ponto de vista científico, ou apenas reconhecendo o fenômeno ou às vezes fazem os cálculos, mesmo assim, segundo Greca e Moreira (2002), eles não sabem explicar a sua causa e também os seus efeitos.

Para transpor esta barreira os docentes que ministram a Física no ensino médio precisam encontrar meios de tornar suas aulas mais interessantes e relevantes aos alunos despertando assim seu interesse na investigação e compreensão de fenômenos científicos que são comuns e presentes no seu cotidiano. Está questão esbarra na pouca ou, em muitos casos, na má formação dos professores que ministram esta disciplina, já que em muitos casos os professores sequer tem a formação mínima adequada. Dessa forma, a ONG Todos pela Educação para o Observatório do PNE (Plano Nacional da Educação) mostram o levantamento com dados do Censo Escolar de 2013, onde mais da metade dos professores brasileiros não possui licenciatura nas disciplinas que lecionam nas últimas séries da Educação Básica. Nos anos finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano) o índice chega a 67,5%, e no Ensino Médio a 51,7% (SANTOS, 2014).

A relevância deste estudo está na oportunidade de discutir estratégias que despertem ao aluno do 3º ano do ensino médio interesse pelas aulas de Física, por meio de métodos que tragam os conteúdos ao dia a dia dos alunos, assim como, que possam fazer o uso da contextualização dos mesmos. Medeiros e Medeiros (2002) comentam que o uso de estratégias e recursos diferenciados, pode-se reduzir o alto grau de abstração que a Física possui.

Acredita-se que os entendimentos prévios acerca dos assuntos abordados são importantes no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, defende-se neste estudo, uma proposta didática com atividades diferenciadas e facilitadoras da aprendizagem, que foca o ensino da Eletrodinâmica por meio de novas formas de construção de saberes chamada A Aprendizagem Baseada em Problemas, consideradas por Ribeiro (2008) eficientes ferramentas de ensino para o professor e, conseqüentemente, de aprendizagem para o aluno.

Assim, propendendo à satisfação da ação por novas formas de construção de saberes, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é aconselhada como

um método de aprendizagem transdisciplinar, isto é, em que se contrapõe aos modelos didáticos de ensino apoiados em perspectivas ditas tradicionais, em que o professor é o centro do processo de transmissão de saberes para alunos que apenas recebem e memorizam o conhecimento transmitido.

Este método de aprendizagem foca na construção do conhecimento por meio de desafios buscando resolver problemas do cotidiano, em função disso, a Aprendizagem Baseada em Problemas contribui para unir o processo de ensino e a prática por meio do desenvolvimento de ideias partindo do conhecimento e da comunicação entre pares, além do desenvolvimento das competências (MOTA et al., 2014).

Ministrar aulas de Física no ensino médio no Brasil não é uma simples atividade, não basta ter somente conhecimento, pois exige paciência, criatividade, disponibilidade, capacidade de romper paradigmas e comprometimento social, considerando que a educação brasileira especificamente a do setor público, é envolvida de dificuldades advindas de problemas internos e externos ao sistema educativo.

Por esses motivos, é que se torna comum, nas escolas do ensino médio, se encontrar professores de Física passando por dificuldades quando da construção do conhecimento físico em sala de aula, não pela falta de assimilação dos conceitos físicos decorrente do curso, mas sim, pela falta do prazer em contextualizar esses conhecimentos. Por isso, acredita-se que o ensino da Física seja vista como uma disciplina complexa de ser ministrada, resultando em falta de interesse pelos alunos, além das dificuldades na aprendizagem dos conteúdos.

Como professor de Física sei o quanto é difícil ensinar conceitos físicos com aulas somente expositivas, por isso é que o objetivo geral deste estudo é apresentar e aplicar uma sequência didática facilitadora de aprendizagem no ensino de Física para turmas de 3º ano do ensino médio em escola pública do Estado do Pará que faça uso do método da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como ferramenta didática motivadora.

Enquanto os objetivos específicos são: Desenvolver atividades didáticas motivadoras que valorizem o ensino dos conteúdos básicos de eletrodinâmica; Apresentar uma proposta metodológica ativa que auxilie na compreensão dos conteúdos de ensino e aprendizagem; Realizar experimentos simples relacionados ao tema com a finalidade de melhorar o entendimento dos conceitos apresentados

em sala; Realizar atividades que utilizem a metodologia ABP como ferramenta facilitadora da aprendizagem; Estimular os alunos a se tornarem protagonistas no seu processo de aprendizagem através do trabalho em grupo, pesquisas, debates, troca de ideias com seus pares, incentivando sua autonomia, responsabilidade e engajamento durante a realização das atividades e analisar as opiniões dos alunos submetidos à aplicação da sequência didática proposta neste trabalho.

É notório que os órgãos governamentais que cuidam da educação no Brasil, nos últimos anos têm buscado melhorar o desempenho do ensino da Física na educação básica. Desde a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei 9394/96, vários outros documentos oficiais norteadores como os PCN's em nível nacional e as Diretrizes Curriculares estaduais, apontam que é necessário alterar a maneira de ensinar a Física, parar de vê-la como um produto pronto e fruto da genialidade de algumas pessoas.

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. (BRASIL, 1999, p. 22).

Superar essa realidade e promover um ensino de Física mais eficiente, é o grande desafio do professor principalmente da escola pública, que além de conhecimento da disciplina e disponibilidade para estudar o universo do aluno; necessita de embasamento teórico-educacional, que lhes permitam compreender as dificuldades, necessidades e potencialidades dos estudantes; sem contar que precisa organizar atividades, que resulte no desenvolvimento de uma aprendizagem eficaz.

De acordo com Moreira (2013), mesmo considerando que a maioria do discurso atualmente sobre o ensino de Ciências esteja voltado para questões como: Ensino focado no aluno, diminuição da distância entre teoria e prática, utilização de recursos tecnológicos no ambiente educacional, ensino problematizado, interdisciplinaridade, ensino para a vida, entre outros. É possível notar que nas salas

de aulas principalmente de escola públicas, o ensino de Física baseia-se quase que exclusivamente na utilização do livro didático.

Neste contexto, o ensino dos conteúdos de Eletrodinâmica, ocorre basicamente pela explanação oral do conteúdo pelo professor, seguido da resolução de questões no livro didático, o que faz com que os alunos se tornem desinteressados e desmotivados desenvolvendo aversão à disciplina de Física. Assim sendo, este estudo busca responder a seguinte problemática: Quais as contribuições de uma proposta didática baseada no método de Aprendizagem em Problemas para a aprendizagem no ensino de Física, em turmas de 3º ano do ensino médio em escola pública do Estado do Pará?

O interesse em desenvolver esse estudo, como proposta didática para o ensino da eletrodinâmica baseada na aprendizagem em problemas, foi por considerar que com esta metodologia o professor ministrará qualquer tema e conteúdo, tornando os assuntos no âmbito da Física compreensíveis para os alunos no seu dia-a-dia e na sua aprendizagem, mas para isso se faz necessário que o aluno esteja no centro do processo de ensino e de aprendizagem assumindo o papel ativo no processo.

De acordo com Leite e Esteves (2012), na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), o professor deixa de ser o possuidor do conhecimento passando a ser um organizador de situações de aprendizagem, desempenhando três papéis principais: criar situações de aprendizagem que estimulem a curiosidade dos alunos e que os façam sentir vontade e necessidade de aprender; orientar os alunos no processo de aprendizagem; ajudar os alunos a tomarem consciência do que aprenderam e dos aspectos em que não foram bem-sucedidos, bem como a encontrar formas de colmatar esse insucesso.

Assim, mesmo sabendo que a inserção da ABP como método de ensino da física causará mudanças tanto para o professor como para os alunos, o resultado esperado será satisfatório em função de o aluno sair do papel de ouvinte e receptor de conhecimento, passando a ser o construtor de conhecimento, enquanto que o professor deixa de ensinar de maneira habitual e passa a criar condições para que os alunos aprendam (PEDERSON; LIU, 2003).

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos, a saber

Capítulo 1 - a abordagem do referencial teórico, onde versa sobre o ensino tradicional da Física e ABP, o ensino da Física no método tradicional e o ensino da Física na Aprendizagem Baseada em Problemas.

Capítulo 2 – apresenta tópicos de eletrodinâmica, como: o ensino de eletrodinâmica, corrente elétrica, potência elétrica, resistência elétrica e a 1ª lei de Ohm, equipamentos elétricos de um circuito, gerador elétrico e, receptor.

Capítulo 3 – apresenta o produto educacional com relato de experiência da sequência didática realizada com os alunos de uma turma de terceiro ano do ensino médio de uma escola pública.

Capítulo 4 – versa sobre a metodologia traçando um paralelo entre a metodologia tradicional e a ABP, focando na área de estudo, os sujeitos participantes da pesquisa, o esboço metodológico do produto educacional e a coleta de dados.

Capítulo 5 – apresenta a análise dos resultados, assim como a participação dos alunos no estudo.

Na sequência está a Conclusão do trabalho, além da bibliografia utilizada no estudo.

## CAPÍTULO 1

### REFERENCIAL TEÓRICO

Habitualmente o ensino de Física é concretizado por meio da apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma deslocada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não somente, assim como, vazios de significado. Enaltece a teoria e a abstração, a partir do primeiro momento, em prejuízo de um desenvolvimento gradual da abstração (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Em muitos casos a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvincula a linguagem matemática de seu significado físico efetivo, assim como a insistência de solução por meio de exercícios repetitivos, com a pretensão que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas.

Neste contexto, passa a ser apresentado o conhecimento como um produto acabado, o que colabora, para que os alunos acreditem que não resta mais nenhum problema significativo a resolver, sem contar com a lista de conteúdos demasiadamente extensa, impedindo o aprofundamento indispensável e a instauração de um diálogo construtivo.

Ultrapassar essa realidade é buscar desenvolver um ensino de Física mais eficiente, que demande dos professores, além do conhecimento da disciplina e disponibilidade para estudar o universo do aluno; fundamento teórico-educacional, que permitam compreender as dificuldades, necessidades e potencialidades dos estudantes, além da organização de atividades, que resulte no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

#### 1.1 O ENSINO DA FÍSICA NO MÉTODO TRADICIONAL

A Física é considerada uma das mais antigas ciências e seu estudo leva os alunos a ficarem de frente com situações reais e concretas, pois abrange investigações que envolvem a estrutura molecular chegando a origem e evolução do universo, assim, seus princípios são capazes de explicar uma grande quantidade de fenômenos que ocorrem no dia-a-dia. Com isso, pode-se dizer que o estudo da



Física contribui com o conhecimento e a compreensão sobre a natureza em que se vive e com o mundo tecnológico em constante mudança.

Em se tratando do ensino de Física através do método tradicional o grande desinteresse do aluno pelo o que está sendo ministrado, começa quando o professor exige que este memorize fórmulas ou conceitos por meio da simples repetição de exercícios, o que aumenta o desestímulo do aluno em sua aprendizagem.

Nesse sentido, observa-se que tanto Leão (1996) como Bachelard (1996), já tratavam das transformações que a escola tradicional passava, como:

A escola tradicional sofreu diversas transformações ao longo do tempo, mas continua prevalecendo o caráter cumulativo do conhecimento, o qual deve ser passivamente assimilado pelo estudante. Nesse sentido, essa escola se coloca em oposição ao desenvolvimento do verdadeiro espírito científico (LEÃO, 1996, p. 121).

Nesse contexto, Vygotsky (1987) diz que o mecanismo de formação de conceitos relaciona-se com o pensamento e a linguagem, em se discutindo sobre o ambiente escolar, acontece por meio da transmissão do conhecimento, ocorrendo de forma diferenciada na aprendizagem do dia a dia, porém, as potencialidades do aluno devem ser sempre levadas em consideração durante o processo de ensino-aprendizagem. Pois, é a partir do contato com o professor ou qualquer outra pessoa com conhecimentos e com o quadro histórico cultural, que essas potencialidades do aluno são transformadas em situações processuais cognitivos ou comportamentais.

Para Tartuce (2010), assim como a aprendizagem eleva o desenvolvimento, o ambiente escolar necessita ser essencial para a construção do educando no aspecto psicológico fazendo com que o aluno torne-se pensante, para isso tornam-se importantes os estágios básicos ainda não incorporados pelas crianças, assim como, considerar o nível de desenvolvimento real do aluno para que possam ser traçados metodologias buscando alcançar os objetivos finais para cada etapa em sala de aula. Nesse caso, o papel do professor torna-se fundamental, pois os seus incentivos em relação aos avanços fará a diferença, pois não seriam possíveis naturalmente.

Pena (2008) comenta que nos últimos 40 anos por meio de pesquisa educacional foram sendo acumulados dados que tem possibilitado exames sobre a evolução do ensino, a prática do ensino da Física e as necessidades do ensino da Física básica no país. Dentre esses dados pode-se destacar:

- as falhas conceituais, a ausência de conteúdos e a falta de habilitação para o ensino laboratorial por parte dos professores de Física;
- a redução na taxa de formados bacharéis e licenciados em Física;
- pequena carga horária destinada às disciplinas científicas e excessivo número de alunos em classe, além da defasagem de laboratórios de ciências e de bibliotecas com acervo apropriado;
- a ausência de troca de experiências didáticas bem-sucedidas em função da fraca interação entre os professores de Física;
- a ausência de incremento nas universidades de programas de capacitação em serviço para professores do ensino médio assim como a preocupação com a formação científica e pedagógica dos docentes, sem contar com a falta de objetividade na definição da orientação/diretriz do ensino de Física básica.

## 1.2 O ENSINO DA FÍSICA NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Nota-se, atualmente, que a sociedade está mais exigente em relação à educação, e as mesmas acontecem em função da velocidade como são transmitidas as informações e seu conhecimento impacta no ambiente escolar fazendo com que as instituições de ensino, principalmente, as de ensino médio busquem meios pedagógicos que assegure qualidade e a efetividade do ensino. Essa busca causa preocupações para os professores, notadamente, os que ministram aulas de Física onde a maioria não está preparada para essa nova realidade (HARGREAVES, 2011).

Em meados de 2002 foram publicadas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os Cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física sugerindo mudanças urgentes no currículo de formação em Física dos cursos nacionais vigentes até então, com os objetivos de oferecer mais oportunidades para os egressos de ensino médio, de enfrentar a evasão e, principalmente, melhorar o ensino das disciplinas introdutórias de Física, entre outros. No mesmo patamar, os Parâmetros Curriculares Nacionais e no mesmo período sugeriam mudanças no ensino médio, baseando-se na contextualização do conhecimento, atualização de conteúdos com ênfase na ciência contemporânea, interdisciplinaridade e outros (TARTUCE, 2010).

De acordo com Soares (2008), a discussão sobre a eficiência dos métodos de ensino e aprendizagem das aulas de Física não é nova, e, atualmente, tem se tornando frequente em função da complexidade das exigências resultante de um mercado cada vez mais globalizado e competitivo. Acredita-se que a transmissão do conhecimento realizado por meio das aulas expositivas, onde o conteúdo é apresentado pelos professores de maneira final, sem dar oportunidade ao aluno de avaliar suas habilidades intelectuais através da análise, síntese e julgamento, não cabe mais considerando a evolução tecnológica.

No final da década de 1960 surge na Escola de Medicina da Universidade McMaster, no Canadá, uma metodologia de aprendizado baseada em problemas, que tem como objetivo instituir no sistema de educação médica correções de algumas das deficiências que os discentes apresentavam durante o atendimento médico. Segundo Walsh (1978) essa metodologia foi inspirada no método de estudos de caso da escola de Direito da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, visto que, alguns alunos com bons conhecimentos em diversos assuntos médicos não conseguiram aplicá-los diante de um problema real ou simulado.

Nesse sentido, Flint (2007) argumenta que para a aprendizagem acontecer, ela necessita ser especificamente transformacional, que demande do professor compreensão de novos significados, que seja relacionado às experiências prévias e às vivências dos alunos, que consinta formular problemas estimulantes e desafiadores de incentivos a novas aprendizagens. Surge então a possibilidade de aplicar a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), para ajudar o aluno no desenvolvimento do conteúdo teórico, favorecendo e estimulando a sua capacidade de resolver problemas e envolvê-lo no aprendizado.

Ainda se sabe que o estudo de Física é ministrado do primeiro ao terceiro ano do ensino médio, abrangendo um extenso conteúdo de assuntos que vai da mecânica ao eletromagnetismo e que, dificilmente alcança a Física moderna e contemporânea. Porém, nota-se que quando os alunos são avaliados após três anos de estudo, os seus resultados de aprendizagem alcançados não são satisfatórios, principalmente, para quem se prepara para ingressar ao curso superior, pois começa com sua base matemática visivelmente deficitária o que compromete o progresso acadêmico desses alunos, tanto nos cursos técnicos como na graduação, essa deficiência no conhecimento da Física são afetados (PENA, 2008).

Nesse contexto, Menegotto & Rocha Filho (2008) comentam que na atual conjuntura com uma sociedade em pleno desenvolvimento tecnológico, torna-se inegável que a formação do estudante do ensino médio não demonstre características de desenvolvimento no estudo da Física, como por exemplo, a capacidade de resolução de problemas, compreensão de grandezas físicas presentes no dia a dia, compreensão dos fenômenos físicos cotidianos e de suas possíveis consequências. Em função disso, é que a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) se torna uma alternativa metodológica com potencial para evitar problemas usuais do ensino de Física, e ainda contribuir para o desenvolvimento de outras capacidades como responsabilidade social, o uso de ferramentas tecnológicas e transposição do conhecimento em diferentes contextos.

A ABP é uma das chamadas metodologias ativas de aprendizagem que são metodologias que tem como principal característica o protagonismo do aluno, cabendo aos professores mediar e facilitar o processo educativo. A aprendizagem é centrada no aluno. O professor e os materiais didáticos utilizados em sala não são mais as únicas fontes do conhecimento (PEREIRA, 2012). O aluno é motivado a se engajar na aula, através da realização de trabalhos em grupo ou na participação de discussão de problemas. Ele abandona sua postura passiva, onde unicamente lhe cabia receber e assimilar as informações repassadas pelo professor, e passa a participar de um cenário onde poderá desenvolver novas competências e habilidades, se tornando o elemento central do processo de ensino aprendizagem (BORGES & ALENCAR, 2014). A criatividade, a criticidade reflexiva, a capacidade de autoavaliação, cooperação para se trabalhar em equipe, responsabilidade, ética e a sensibilidade na assistência são algumas destas novas competências que serão desenvolvidas pelos alunos ao longo do processo de aprendizagem ativa. (MITRE et al., 2008).

De acordo com Bender (2014) a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma metodologia que tem o potencial de envolver não só o trabalho colaborativo, mas de desenvolver a capacidade de resolução de problemas abertos e a interdisciplinaridade.

[...] a ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa, ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas (BENDER, 2014, p.15).

A ABP possui a capacidade de envolver os alunos em investigações fora dos limites da sala de aula, proporcionando motivação, engajamento sem contar com a aprendizagem acadêmica, o que demonstra grande interesse por todos que trabalham com educação, em função das disciplinas consideradas difíceis e que causa desinteresse na maioria dos alunos da educação básica (BENDER, 2014).

Segundo Barrows & Tamblyn (1980), O processo de aprendizagem na ABP pode ser resumido no seguinte conjunto de procedimentos:

- os alunos são apresentados a algum problema e, em grupo, organizam suas ideias, tentam definir o problema e solucioná-lo com seus conhecimentos prévios;
- após discutirem, levantam questionamentos de aprendizagem sobre os aspectos do problema que não compreendem;
- planejam sobre os modos (quem, quando, como e onde) estas questões serão investigadas; d) em um reencontro, exploram as questões anteriores, fazendo uso de seus novos conhecimentos obtidos para a resolução do problema;
- ao final do trabalho com o problema, os alunos avaliam o processo, a si mesmos e a seus colegas, uma competência necessária para uma aprendizagem autônoma.

Vygotsky (1991) ressalta que a construção do conhecimento envolve uma ação partilhada em um processo de mediação entre sujeitos. Assim sendo, a interação social, indispensável para se trabalhar com a metodologia ABP, é pressuposto primordial para que a aprendizagem aconteça de fato. A diversidade de ideias e vivências enriquecem o diálogo, a cooperação e a informação, reforçando, conseqüentemente, as capacidades de cada indivíduo que participa do processo educacional. As relações sociais se convergem em funções mentais. Na perspectiva de grupo, a diversidade de repertórios e de pontos de vista potencializa o processo de conhecimento e ação.

No aspecto pedagógico, a ABP é concebida como uma metodologia baseada na pedagogia Construtivista. Utilizando-se de problemas reais como ponto de partida, o diálogo entre os participantes do grupo é direcionado para a resolução de problemas propostos pelo professor (TAN, 2003). É autodirigido, pois os alunos assumem a responsabilidade individual e colaborativa para levantar e solucionar as questões e pelas avaliações. É autorreflexivo, pois os alunos monitoram sua

compreensão e ajustam as estratégias para a aprendizagem (Hung, Jonassen & Liu, 2008).

O professor durante o processo atua um facilitador, apoiando e modelando os processos de raciocínio, sondando o conhecimento dos alunos e nunca fornecendo respostas diretas às questões (Hung, Jonassen & Liu, 2008). Ele utiliza um problema para iniciar, direcionar, motivar e focar o aluno. A abordagem também lhe traz vantagens, pois diversas vezes o próprio professor aprende ao longo do curso (Silva, Kuri & Casale, 2012).

## **CAPÍTULO 2**

### **ELETRODINÂMICA**

Neste capítulo são apresentados os tópicos do conteúdo de eletrodinâmica ministrados em sala de aula aos alunos do terceiro ano do ensino médio (adequados ao nível dos mesmos), o qual é descrito em partes, pois o objetivo é proporcionar aos alunos a oportunidade de apresentar uma nova metodologia de ensino e aprendizagem que despertará maior interesse pelos alunos e melhor interação entre eles e o professor de Física.

De acordo com Máximo & Alvarenga (2006), o ensino dos conteúdos de Eletrodinâmica, ou melhor, como da maioria dos conteúdos de Física, na educação básica, principalmente na rede pública de ensino, é coberto de deficiências, entre as quais está o número reduzido de aulas, a má formação do professor e a sua remuneração, sem contar com a falta de recursos, entre outras. Tudo isto, contribui para o desenvolvimento de um modelo de ensino, frequentemente, desmotivante e distante da proposta dos PCNs.

[..] O estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da Eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos residenciais, ou ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço (BRASIL, 2002, p.24).

Segundo Moreira (2015), atualmente, a maioria do discurso que envolve o ensino de Ciências está voltado para questões como: Ensino focado no aluno, diminuição da distância entre teoria e prática, utilização de recursos tecnológicos no ambiente educacional, ensino problematizado, interdisciplinaridade, ensino para a vida, entre outros, mas o que é observado na maioria das salas de aulas convencionais é um ensino metódico que baseia exclusivamente na utilização do livro didático.

Neste sentido, o que se observa, é que o ensino dos conteúdos de eletrodinâmica, quando ocorre, considerando que nem sempre estes são vistos, em função da redução na quantidade de aulas de Física, ocorre quase sempre pela explanação oral do conteúdo pelo professor, com resolução de questões do livro

didático, o que para alunos torna-se desinteressante, desmotivante e pouco útil, o que contribui para que os estudantes desenvolvam aversão à disciplina de Física (MOREIRA, 2015).

Para Máximo & Alvarenga (2006), a Eletrodinâmica é a área da Física que se destina ao estudo das cargas elétricas em movimento. Assim sendo, o desenvolvimento do citado estudo tem como princípio de que já são conhecidos os conceitos primordiais de Eletrostática, em torno dos quais a Eletrodinâmica é estruturada. Esse campo de estudo é bastante amplo compreendendo a maioria dos fenômenos elétricos vivenciados diariamente pelas pessoas.

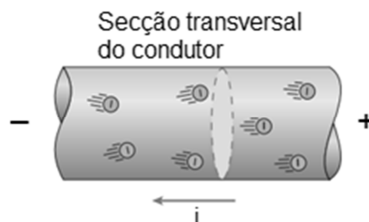
## 2.1 CORRENTE ELÉTRICA

A Eletrodinâmica investiga as correntes elétricas, suas causas e os efeitos que ocasionam no circuito por onde passam os portadores de carga elétrica que são de fundamental importância no mundo moderno. Estão presentes e ativas nos diversos sistemas de iluminação residenciais e urbanos, nas indústrias, nos eletrodomésticos, nos computadores, nos veículos automotores, nos aparelhos de comunicação entre outros.

Neste sentido, para mensurar a relevância do assunto, basta imaginar o caos que ocorreria se todas as fontes de energia elétrica parassem de funcionar, indubitavelmente, a sociedade entraria em colapso.

Um fio condutor sem ligação com uma bateria ou uma fonte de tensão não possui uma corrente. Isto porque não existem forças atuando sobre os elétrons de condução do condutor. Porém, ao introduzir uma bateria ou fonte, o condutor não permanece mais sob um mesmo potencial. Campos elétricos em seu interior exercem forças sobre os elétrons de condução estabelecendo uma corrente.

**Figura 1:** corrente elétrica  $i$  atravessando a seção de um condutor.



**Fonte:** Gualter; Newton; Helou (2012) - com adaptações.

A corrente elétrica, quantitativamente,  $i$ , é a carga líquida que passa em um dado ponto de um condutor elétrico em um dado tempo, dividido por esse tempo.



Vale ressaltar que o movimento caótico de elétrons em um condutor metálico (agitação térmica) não é uma corrente, apesar de grandes quantidades de carga ultrapassarem um dado ponto, porque não há fluxos de carga líquida. Se a carga líquida  $dq$  passar um ponto durante o tempo  $dt$ , a corrente nesse ponto será por definição,

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

A quantidade líquida de carga  $\Delta q$  que passa por um determinado ponto no intervalo de tempo  $t$  e  $t + \Delta t$  é a integral da corrente com em relação ao tempo:

$$\Delta q = \int dq = \int_t^{t+\Delta t} i dt \quad (2)$$

A carga total se conserva, o que implica que a carga que atravessa um condutor nunca se perde. Assim, a mesma quantidade de carga que se desloca para uma extremidade de um condutor emerge da outra no final.

A unidade no Sistema Internacional de Unidades (SI) de corrente é o ampère (A), nome oferecido em homenagem ao físico francês André Marie Ampère (1775-1836).

$$1A = \frac{1C}{1s}$$

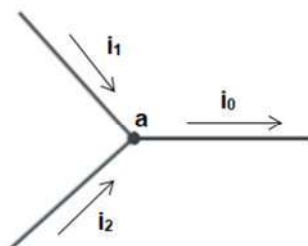
Para uma corrente de 1A, um condutor metálico é atravessado em cada segundo por 1C de carga, equivalente a

$$\frac{1C}{e} = \frac{1C}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cong 6,2 \cdot 10^{18} \text{elétrons}$$

onde  $e$  é o valor da carga elétrica elementar ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ ).

Em condições de estado estacionário a corrente é a mesma para qualquer plano que passa através do condutor. Deve-se isto ao fato da carga ser conservada.

**Figura 2:** Uma corrente se dividindo em dois ramos no ponto a.



**Fonte:** arquivo pessoal do autor (2019).

Em uma situação onde a corrente se soma no nó “a”, como mostra a Figura 2, pela conservação da carga, as intensidades das correntes que saem do nó “a” devem se somar, resultando na intensidade da corrente no condutor original,  $i_0$ :

$$i_0 = i_1 + i_2 \quad (3)$$

Em condutores  $i_0$  metálicos as cargas livres são os elétrons e estes se movem livremente através do condutor a velocidades muito elevadas. Em temperatura ambiente a velocidade média dos elétrons é da ordem de  $10^6$  m/s. Sob condições normais o movimento dos elétrons em um metal é aleatório. Se considerarmos uma secção transversal de um fio metálico, existem elétrons se movimentando em todas as direções e sentidos, não existindo assim, um fluxo líquido de elétrons.

Quando é necessário manter uma corrente em um condutor, devemos manter continuamente um campo elétrico ou um gradiente de potencial. Para isso, basta, então, conectá-lo a uma bateria. Os elétrons são atraídos na direção do terminal positivo e são repelidos do terminal negativo. O resultado é que existe um fluxo líquido de elétrons neste caso.

Quando um condutor é ligado à bateria, os elétrons movem-se do terminal negativo para o positivo. O mesmo ocorre com um fluxo de elétrons. Por convenção o fluxo de corrente é definido como o movimento de cargas do terminal positivo para o negativo, este é o sentido convencional de corrente.

Sabemos que, em um fio, não há movimento das cargas positivas (núcleo atômico), apenas os elétrons se movem, este sentido é denominado de sentido eletrônico da corrente.

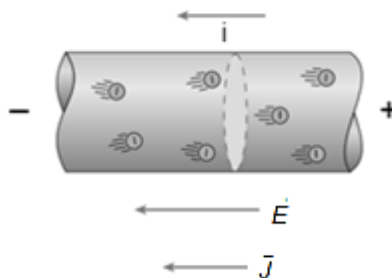
Sempre que o sentido do campo elétrico for mantido, embora possa variar sua intensidade, a corrente é denominada contínua (CC ou DC). Quando o sentido do campo se inverte periodicamente, o sentido da circulação de cargas também se inverte, e a essa corrente dá-se o nome de alternada (CA ou AC).

## 2.2 DENSIDADE DE CORRENTE

Considere uma corrente que flui em um condutor. Para um plano perpendicular através do condutor, a corrente por unidade de área que flui através do condutor nesse ponto (Figura 3) é a densidade de carga,  $\vec{J}$ . A direção de  $\vec{J}$  é

definida como a direção da velocidade das cargas positivas (ou oposta à  $\vec{J}$   $\vec{E}$  direção da carga negativa cargas) atravessando o plano.

**Figura 3:** corrente elétrica  $i$  atravessando a secção de um condutor



**Fonte:** Gualter; Newton; Helou (2012) - com adaptações.

A corrente que flui através do plano é

$$i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad (4)$$

onde  $d\vec{A}$  é o elemento de área do plano perpendicular. Se a corrente é uniforme e perpendicular ao plano, então  $i = JA$ , e a magnitude da densidade da corrente pode ser expressa como:

$$i = \frac{J}{A} \quad (5)$$

Em um condutor que não carrega corrente, os elétrons de condução se movem aleatoriamente. Quando a corrente flui através do condutor, os elétrons ainda se movem aleatoriamente, mas também têm uma velocidade de deriva adicional,  $\vec{v}_d$ , na direção oposta à do campo elétrico. A magnitude da velocidade do movimento aleatório é da ordem de  $10^6$  m/s, enquanto a magnitude da velocidade da deriva é da ordem de 10 a 4 m/s ou até menos. Com uma velocidade de deriva lenta, qual seria a explicação para que uma luz se acenda quase imediatamente após ligar um interruptor? A resposta é que o interruptor estabelece um campo elétrico quase imediatamente em todo o circuito (com uma velocidade da ordem de  $3 \cdot 10^8$  m/s), fazendo com que os elétrons livres de todo o circuito (inclusive na lâmpada) passem a se mover quase que instantaneamente.

## 2.3 RESISTIVIDADE E RESISTÊNCIA

Alguns materiais conduzem eletricidade melhor que outros. A aplicação de uma dada diferença de potencial em um bom condutor resulta em uma corrente relativamente grande; aplicar a mesma diferença de potencial em um isolante de eletricidade produz pouca corrente. A resistividade,  $\rho$ , é uma medida de quão fortemente um material se opõe ao fluxo de corrente elétrica. A resistência,  $R$ , é a oposição de um material ao fluxo de corrente elétrica.

Se aplicarmos uma diferença de potencial elétrica conhecida,  $V$ , através de um condutor (algum dispositivo ou material físico que conduz corrente) e a corrente resultante,  $i$ , for medida, a resistência desse condutor é dada por

$$R = \frac{V}{i} \quad (6)$$

a unidade de resistência é o volt por ampère, que recebeu o nome de ohm e símbolo  $\Omega$  (letra grega ômega maiúscula), em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm (1789-1854):

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

Reordenando a equação acima obtemos

$$i = \frac{V}{R} \quad (7)$$

que afirma que, para uma dada diferença de potencial,  $V$ , a corrente,  $i$ , é inversamente proporcional à resistência  $R$ . Esta equação é comumente referida como Lei de Ohm. Um rearranjo,  $V = Ri$ , às vezes também é chamada de Lei de Ohm.

Um Condutor cuja função em um circuito é fornecer resistência específica é denominado resistor, cujo símbolo é apresentado na Figura 4.

**Figura 4:** símbolo do resistor  
R



**Fonte:** arquivo pessoal do autor (2019).

A condutância,  $G$ , de um material é definida como

$$G = \frac{i}{V} = \frac{1}{R} \quad (8)$$

A unidade no SI para condutância é o siemens (S):

$$1\text{S} = \frac{1\text{A}}{1\text{V}} = \frac{1}{1\Omega}$$

A resistência de um condutor depende do material de que o mesmo é feito, bem como sua geometria. Como afirmado anteriormente, a resistividade de um material caracteriza quanto o material em questão opõe-se ao fluxo de corrente. A resistividade é definida em termos da magnitude do campo elétrico aplicado,  $\vec{E}$ , e a magnitude da densidade de corrente resultante,  $\vec{J}$ :

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (9)$$

A unidade de resistividade é dada por

$$[\rho] = \frac{[E]}{[J]} = \frac{\text{V/m}}{\text{A/m}^2} = \Omega\text{m}$$

A Tabela 1 abaixo lista as resistividades de alguns condutores representativos a 20°C. Como podemos ver, os valores típicos da resistividade dos condutores de metal usados nos fios elétricos estão na ordem de  $10^{-8}\Omega\text{m}$ .

**Tabela 1** – Resistividade de alguns materiais

Material	$\rho(\Omega\text{m})$
Prata	$1,62 \cdot 10^{-8}$
Cobre	$1,69 \cdot 10^{-8}$
Ouro	$2,44 \cdot 10^{-8}$
Alumínio	$2,75 \cdot 10^{-8}$
Silício	$2,5 \cdot 10^3$
Vidro	$10^{14}$

Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2016).

Muitos materiais são especificados em termos da sua condutividade elétrica, em vez da sua resistividade. A condutividade,  $\sigma$ , é definida como

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (10)$$

a unidade no SI para condutividade é  $(\Omega\text{m})^{-1}$ .

Outro caminho para calcular a resistência de um condutor é através da sua resistividade e sua geometria. Para um condutor homogêneo de comprimento  $L$  e área de seção transversal constante  $A$ , a equação

$$\Delta V = - \int \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (11)$$

pode ser usada para relacionar o campo elétrico,  $E$ , e o campo elétrico diferença de potencial,  $V$ , através do condutor:

$$E = \frac{\Delta V}{L} \quad (12)$$

Vale observar que, diferentemente do caso eletrostático, em que a superfície de qualquer condutor é uma superfície equipotencial e não possui campo elétrico no interior e nenhuma corrente flui através dele, o condutor nesta situação tem  $\Delta V \neq 0$  e  $\vec{E} \neq 0$ , fazendo com que a corrente flua. A magnitude da densidade da corrente é a corrente dividida pela área da seção transversal:

$$J = \frac{i}{A} \quad (13)$$

A partir da definição de resistividade (equação 9) e usando  $J = i / A$  e a lei de Ohm (equação XX), obtemos

$$\rho = \frac{E}{J} = \frac{\Delta V/L}{i/A} = \frac{\Delta V A}{i L} = \frac{i R A}{i L} = R \frac{A}{L} \quad (14)$$

Ao reorganizar os termos da equação acima, damos origem a uma expressão para a resistência de um condutor em termos da sua resistividade, do seu comprimento e da sua área da seção transversal:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (15)$$

## 2.4 VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA COM A TEMPERATURA

Assim como outras propriedades físicas, a resistividade varia com a temperatura. A relação entre temperatura e resistividade para os metais de forma geral é linear. Podemos escrever, por uma aproximação empírica, esta relação linear dada por

$$\rho - \rho_0 = \rho_0 \alpha (T - T_0) \quad (16)$$

onde  $T_0$  é a temperatura ambiente,  $\rho_0$  a resistividade na temperatura ambiente e  $\alpha$  é o coeficiente de temperatura da resistividade. Multiplicando a Equação (16) por  $L/A$  obtemos a dependência da resistência com a temperatura, ou seja

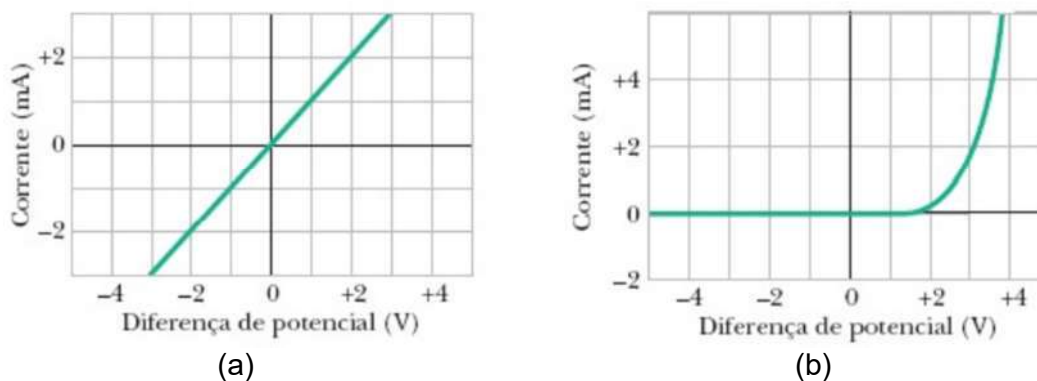
$$R(T) = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)] \quad (17)$$

## 2.5 LEI DE OHM

O resistor é um condutor com uma resistência específica. O resistor não varia a resistência ao mudar a polaridade e a diferença de potencial.

Porém, existem outros tipos de dispositivos que apresentam resistência elétrica dependente da diferença de potencial aplicada como mostrado no Gráfico 1 (a e b) abaixo:

**Gráfico 1:** (a) Uma diferença de potencial  $V$  aplicada em um resistor de  $1\text{ k}\Omega$ . (b) Uma diferença de potencial aplicada em um diodo semiconductor de junção PN



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2016).

A lei de Ohm afirma que uma corrente fluindo através de um dispositivo é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada no dispositivo.

Um dispositivo condutor obedece à lei de Ohm quando sua resistência é independente do valor e da polaridade da diferença de potencial aplicada.

A relação que expressa a lei de Ohm focando os materiais condutores é

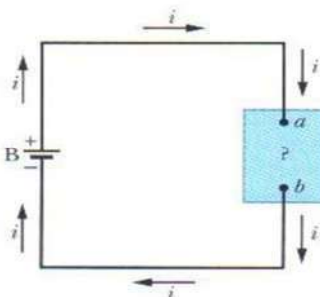
$$\vec{E} = \rho \vec{J} \quad (18)$$

Um material condutor obedece à lei de Ohm quando sua resistividade não depende do módulo, do sentido e da direção do campo elétrico aplicado.

## 2.6 ENERGIA E POTÊNCIA EM CIRCUITOS ELÉTRICOS

Considere um circuito constituído de um fio de resistência desprezível, uma bateria e um dispositivo condutor não especificado, como mostra a Figura 5 abaixo.

**Figura 5:** Uma bateria estabelecendo uma corrente  $i$  em um dispositivo não especificado



**Fonte:** Halliday; Resnick; Walker (2016).

A bateria (B) mantém uma diferença de potencial  $V$ , estando o terminal  $a$  com um potencial maior que  $b$ .

Uma corrente  $i$  é também estabelecida. A quantidade de carga que flui em um intervalo de tempo é igual à

$$dq = idt \quad (19)$$

A carga  $dq$  sofre uma diminuição de potencial de módulo  $V$ , e daí, sua energia potencial diminui, em módulo, da quantidade

$$dU = dqV = idtV \quad (20)$$

Pela conservação da energia, temos que o decréscimo na energia potencial é acompanhado pela transferência desta energia para outra forma. A potência  $P$  associada a essa transferência é a taxa

$$\frac{dU}{dt} = iV \Rightarrow P = iV \quad (21)$$

Essa potência  $P$  é a taxa de transferência de energia da bateria para o dispositivo. A unidade da potência é o Volt-Ampère:

$$1V \cdot A = \left(1 \frac{J}{C}\right) \left(1 \frac{C}{s}\right) = \left(1 \frac{J}{s}\right) = 1W$$

Para um resistor, podemos recombinar a equação anterior para a taxa de transferência de energia usando  $R = V/i$ , como  $i = V/R$

$$P = Ri^2 \quad (22)$$

ou

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (23)$$

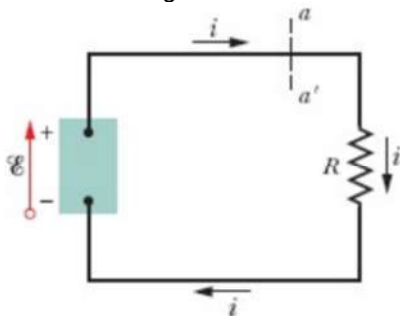
## 2.7 GERADORES ELÉTRICOS E FORÇA ELETROMOTRIZ



Para que se estabeleça uma corrente elétrica em um circuito é necessário que haja uma diferença de potencial aplicada. Essa d.d.p realiza trabalho sobre os portadores de carga. Mas é necessário que haja um dispositivo que mantenha essa d.d.p fornecendo uma fem (força eletromotriz,  $\varepsilon$ ). Tal dispositivo, por exemplo, é uma bateria (ver Figura 6). Este dispositivo realiza trabalho sobre um elemento de carga  $dq$  para forçá-lo a se mover. Desta forma, a definição de fem é dada por

$$\varepsilon = \frac{dW}{dq} \quad (24)$$

**Figura 6:** circuito gerador-resistor



**Fonte:** Halliday; Resnick; Walker (2016).

A fem é o trabalho realizado por unidade de carga ao mover a carga de um potencial mais baixo para o potencial mais alto. No SI, a unidade é o  $J/C$  ou o Volt ( $V$ ).

Observa-se que um gerador ideal de energia elétrica é aquele que não proporciona qualquer resistência interna ao movimento de cargas de um terminal a outro. Já um gerador real, em contrapartida, proporciona resistência interna ao movimento das cargas.

## 2.8 CÁLCULO DA CORRENTE ELÉTRICA EM CIRCUITOS

Analisaremos inicialmente o método da energia para o cálculo da corrente. A partir da equação (22), vemos que em um intervalo de tempo  $dt$ , uma quantidade de energia dada por  $i^2Rdt$  aparece no resistor sob a forma de energia térmica. Neste intervalo,  $dt$ , uma carga  $dq = idt$  se desloca através da bateria que terá realizado um trabalho igual a

$$dW = \varepsilon dq \quad (25)$$

esta é a quantidade de trabalho em termos do potencial elétrico,  $V = W/q$ . Usando  $dq = idt$ , temos

$$dW = \varepsilon idt \quad (26)$$

Da definição de potência,

$$P = \frac{dE}{dt} \quad (27)$$

e sabendo que  $E = W$ , temos

$$P = \frac{dW}{dt} \Rightarrow \frac{dW}{dt} = i^2 R dt \Rightarrow P = i^2 R dt \quad (28)$$

igualando as duas expressões obtidas para o trabalho, obtemos

$$\varepsilon idt = i^2 R dt \Rightarrow \varepsilon = Ri \quad (29)$$

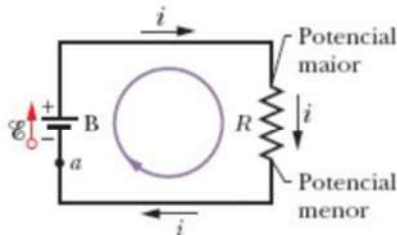
A fem é a energia por unidade de carga transferida pela bateria às cargas em movimento. A grandeza  $Ri$  é a energia transferida pelas cargas em movimento ao resistor sob a forma de energia térmica,

$$i = \frac{\varepsilon}{R} \quad (30)$$

A partir de qualquer ponto em um circuito, ao somar as diferenças de potencial, ao retornar ao ponto inicial devemos encontrar o mesmo valor da diferença de potencial fornecida pela fonte. Isto é válido também para qualquer circuito fechado formado por muitas malhas.

A soma algébrica das variações de potencial encontradas ao longo de uma malha fechada de qualquer circuito deve ser nula (*regra de Kirchhoff*). Como exemplo, pode-se aplicar a regra de Kirchhoff em um circuito de malha única (ver Figura 7) composto apenas por uma bateria e um resistor.

**Figura 7:** circuito de malha única



**Fonte:** Halliday; Resnick; Walker (2016).

Percorrendo-se o circuito no sentido horário, temos

$$V_a + \varepsilon - Ri = V_a \Rightarrow \varepsilon - Ri = 0 \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R} \quad (31)$$

No sentido oposto, temos

$$-\varepsilon + Ri = 0 \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R} \quad (32)$$

É importante observar que ao se percorrer um resistor no sentido da corrente a variação do potencial é  $-Ri$  e no sentido oposto  $+Ri$ . Para um gerador ideal percorrido no sentido da seta da fem, a variação no potencial é  $+\varepsilon$ ; no sentido oposto é  $-\varepsilon$ .

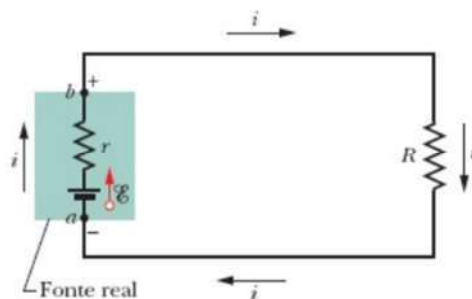
Aplicando a regra de Kirchhoff para um gerador com resistência interna  $r$ , obtemos

$$\varepsilon - ri - Ri = 0 \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (33)$$

Para calcular diferenças de potencial entre dois pontos em um circuito, aplicando a regra de Kirchhoff entre os pontos  $a$  e  $b$  (ver Figura 8), temos:

$$V_b - Ri = V_a \quad (34)$$

**Figura 8:** circuito de malha única com gerador real



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2016).

Verificamos um decréscimo no potencial percorrendo uma resistência no sentido da corrente.

$$V_b - V_a = Ri \quad (35)$$

Combinando a equação (35) com a equação (33), temos

$$V_b - V_a = \frac{\varepsilon R}{R + r} \quad (36)$$

Pode-se chegar ao mesmo resultado partindo-se do ponto  $b$  e percorrendo o circuito no sentido oposto. Como segue

$$V_b + ri - \varepsilon = V_a \Rightarrow V_b - V_a = \varepsilon - ri \quad (37)$$

substituindo a equação (33) na expressão acima, obtemos:

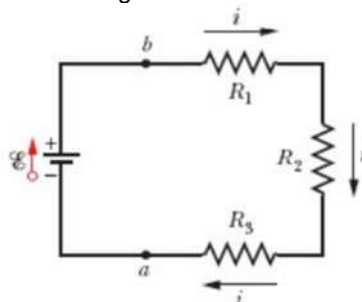
$$V_b - V_a = \frac{\varepsilon R}{R + r} \quad (38)$$

que é o mesmo resultado obtido anteriormente na equação (36), comprovando-se a eficácia do método.

## 2.9 ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

A Associação de resistores é uma combinação de resistências que está associada em série quando a diferença de potencial aplicada aos resistores é igual à soma das diferenças de potencial resultantes através de cada uma das resistências (Figura 9).

**Figura 9:** circuito gerador e resistores em série



**Fonte:** Halliday; Resnick; Walker (2016).

Aplicando a regra de Kirchhoff partindo do ponto *a* no sentido da corrente para o circuito acima, temos

$$\varepsilon - R_1 i - R_2 i - R_3 i = 0 \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (39)$$

Da expressão acima, deduz-se que a resistência equivalente da associação é igual a:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (40)$$

e para *n* resistências:

$$R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j \quad (41)$$

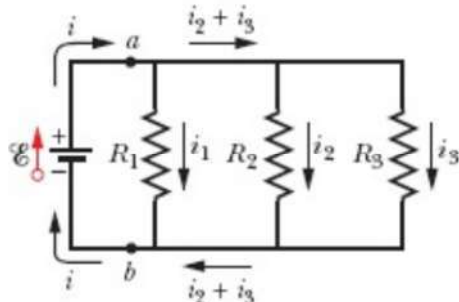
assim, a equação (39) pode ser escrita como:

$$i = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} \quad (42)$$

Uma combinação de resistências está em paralelo quando a diferença de potencial resultante através de cada uma das resistências é igual à diferença de

potencial aplicada através da combinação. A Figura 10 abaixo ilustra uma associação de três resistências em paralelo alimentadas por uma fonte de tensão.

**Figura 10:** circuito gerador e resistores em paralelo



**Fonte:** Halliday; Resnick; Walker (2016).

Temos então que:

$$i = \frac{\varepsilon}{R_1}; i = \frac{\varepsilon}{R_2}; i = \frac{\varepsilon}{R_3} \quad (43)$$

Aplicando a regra dos nós no ponto *a*, temos

$$i = i_1 + i_2 + i_3 = \varepsilon \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (44)$$

Então, a resistência equivalente do circuito é igual a

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (45)$$

Para *n* resistências em paralelo temos:

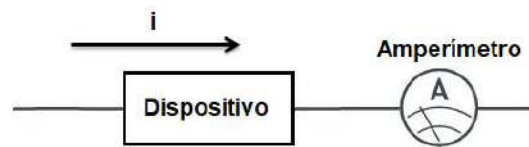
$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}$$

Fazendo  $V = \varepsilon$ , a corrente é dada por

$$i = \frac{V}{R_{eq}} \quad (46)$$

## 2.10 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS ELÉTRICAS

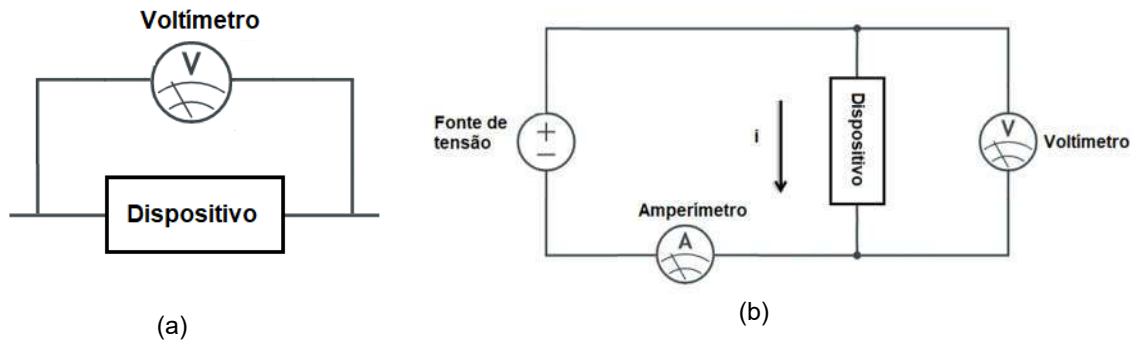
O instrumento empregado para medir corrente elétrica no circuito é o amperímetro e o mesmo necessita ser ligado em série no circuito. Uma característica imprescindível nesse equipamento é que sua resistência interna ( $R_A$ ) deve ser muito baixa para que a corrente do circuito não se altere ao passar pelo dispositivo. A Figura 11 mostra o esquema de ligação de um amperímetro em um trecho de um circuito.

**Figura 11:** Amperímetro

Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

O voltímetro é usado para medir diferença de potencial e deve ser ligado em paralelo com o dispositivo no circuito como ilustrado na Figura 12 (a). Sua resistência interna ( $R_V$ ) deve ser alta para que o mesmo não interfira nas medidas realizadas. Temos na Figura 12 (b) o uso simultâneo do voltímetro e do amperímetro em um circuito.

**Figura 12:** (a) Voltímetro em um circuito para medir a d.d.p no elemento do circuito; (b) Uso simultâneo do voltímetro e do amperímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

## CAPÍTULO 3

### O PRODUTO EDUCACIONAL

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO

O produto educacional corresponde a uma sequência didática que tem como ideia principal a proposta de promover o estudo dos conteúdos de Eletrodinâmica, sob a perspectiva da Corrente e potência elétrica; Resistência elétrica e primeira Lei de Ohm; Segunda lei de Ohm; Associação de resistores; Medidas elétricas; Geradores elétricos; Receptores elétricos; Associação de geradores, os quais são abordados seguidamente sob a mesma perspectiva pedagógica, iniciando a partir dos conceitos mais elementares referentes ao tema.

Segundo Oliveira (2013), uma sequência didática é definida como “um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem.”

As sequências didáticas são planejadas e desenvolvidas para a realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores, quanto pelos alunos (ZABALA, 1998). Para compreender o valor pedagógico e as razões que justificam uma sequência didática é fundamental identificar suas fases, as atividades que a constitui e as relações que estabelecem com o objeto de conhecimento, visando atender as verdadeiras necessidades dos alunos.

No Brasil o termo sequência didática surgiu nos documentos oficiais nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), editados pelo Ministério da Educação como "projetos" e "atividades sequenciadas" utilizadas no estudo da Língua Portuguesa. Nos dias atuais, as sequências didáticas estão ligadas ao estudo de todos os conteúdos dos mais diversos componentes curriculares da escola básica (MACHADO; CRISTOVÃO, 2006).

Oliveira (2013) apresenta como passos básicos da sequência didática:

- escolha do tema a ser trabalhado; questionamentos para problematização do assunto a ser trabalhado;

- planejamento dos conteúdos; objetivos a serem atingidos no processo de ensino-aprendizagem;
- delimitação da sequência de atividades, levando-se em consideração a formação de grupos, material didático;
- cronograma, integração entre cada atividade e etapas;
- avaliação dos resultados.

A presente proposta foi desenvolvida objetivando adequar-se à realidade da educação básica, mais precisamente à realidade do 3º ano do ensino médio, de escola pública, regular; visando desenvolver um caminho distinto que proporcione tanto para os professores como para os alunos experiências novas, com a motivação para desenvolver novas práticas que possam contribuir significativamente para melhoria dos processos de ensino e da aprendizagem.

Desenvolveu-se a análise dos conhecimentos prévios dos alunos, seguida de uma breve revisão. E assim, deu-se início à aplicação da sequência propriamente dita, ou seja, a iniciação dos estudos sobre eletrodinâmica e para melhor elucidá-la apoia-se nas palavras de Costa e Barros (2015) quando diz que em função da velocidade como se desenvolve a tecnologia nas últimas décadas, a energia elétrica tem sido de grande valia neste desenvolvimento, pois a partir do momento que o homem aguçou a compreensão sobre a eletricidade, também construiu modernos mecanismos para utilizá-la, e com isso, vários setores da sociedade passaram por importantes mudanças, entre os quais, o setor de comunicação, talvez tenha sido o que acompanhou essas transformações.

Griffiths (2011) comenta que o uso da eletricidade contribuiu muito com o surgimento de novos meios de comunicação, entre os quais, pode-se citar o rádio, a televisão, o telefone, a internet, e tantos outros; são utensílios modificadores no modo de vida das pessoas, e que, atualmente, incorporaram ao cotidiano e são vistos como indispensáveis à manutenção da vida moderna. Porém, o que a maiorias das pessoas não tem conhecimento é que a evolução dos instrumentos de comunicação está diretamente associada à forma que o homem desenvolveu para controlar e utilizar a energia elétrica.



## **PLANO DE AULA 01**

### **TEMA: corrente e potência elétrica**

OBJETIVO GERAL: apresentar os conceitos relacionados a corrente e potência elétrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Conteúdos que devem ser trabalhados:

- Introdução. Considerações iniciais;
- Corrente elétrica;
- Tipos de materiais condutores
  - Primeira classe: condutores metálicos;
  - Segunda classe: condutores eletrolíticos;
  - Terceira classe: condutores gasosos;
  - Semicondutores e supercondutores;
- A causa da corrente elétrica;
- Gerador elétrico;
- Circuito elétrico;
- Gráfico  $i \times t$ ;
- Classificação das correntes quanto à forma do gráfico  $i \times t$ ;
  - Corrente contínua;
  - Corrente alternada;
- Continuidade da corrente elétrica;
- Potência elétrica;
- O quilowatt-hora (kWh);
- Valores nominais;
- Fusíveis;

### **DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES**

Essa atividade inicia o estudo dos três conceitos mais conhecidos da eletricidade: corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. São conceitos relativamente simples e que professores e alunos gostam. Talvez por isso sejam também os temas preferidos de eletricidade nos exames de seleção para ingresso no Ensino Superior. O que não quer dizer que sejam ideias bem

compreendidas. É importante, mas não imprescindível, que os conceitos de campo e potencial elétrico já tenham sido trabalhados pelos alunos.

A aula se inicia com o professor motivando seus alunos. Esse momento foi fundamental, pois houve o envolvimento dos docentes nas atividades, onde foi pedido aos alunos que fizessem um levantamento sobre a eletricidade e, principalmente, de alguma atividade que tenham feito durante o dia e em qual delas dependia da eletricidade para ser realizada. Diante das respostas dos alunos, outro questionamento foi feito, o que mudaria na vida deles se deixassem de utilizar eletricidade. Esses questionamentos iniciais foram importantes, pois fez com que os estudantes refletissem sobre a sua realidade e para que o professor pudesse verificar o conhecimento prévio dos mesmos sobre o tema.

Após esse momento inicial, o professor inicia uma breve revisão dos conceitos de potencial elétrico que são fundamentais para proporcionar o entendimento do conceito de corrente elétrica. Comumente, imagina-se a corrente elétrica como um fluxo contínuo de partículas carregadas, como a água num encanamento, uma analogia que está muito longe da realidade.

Durante a apresentação do conceito de corrente elétrica um questionamento importante que pode ser levantado é o de qual seria a velocidade da corrente elétrica? Supreendentemente a velocidade que será encontrada é extremamente baixa, o que causaria espanto nos alunos já que uma lâmpada acende quase que instantaneamente ao se acionar o interruptor. A resposta para esse questionamento é bem simples: o que faz com que os elétrons se movam em um condutor predominantemente em um determinado sentido é o campo elétrico que se propaga através dele, e essa propagação tem a velocidade da propagação de uma onda eletromagnética através desse condutor, que é da mesma ordem de grandeza da velocidade da luz.

A lâmpada acende quase instantaneamente porque, ao acionarmos o interruptor, propaga-se um campo elétrico pelo condutor que chega quase instantaneamente ao filamento da lâmpada e faz com que os elétrons livres que lá estão passem a se movimentar.

Por que essa diferença de potencial faz os elétrons de todo o condutor se movimentarem? De onde vem a força que os empurra num determinado sentido? Dificilmente se avança nessa explicação e se respondem a essas questões.

É preciso responder a elas e para isso devemos associar a diferença de potencial ao campo elétrico. Quando se ligam as extremidades de um condutor a uma fonte, esta estabelece uma diferença de potencial entre essas extremidades. Em consequência, propaga-se pelo condutor, com velocidade próxima à da luz, um campo elétrico que dá origem à força que desloca todos os elétrons livres desse condutor praticamente ao mesmo tempo. Essa explicação é essencial, pois só assim o aluno vai entender por que teve de aprender esses conceitos na Eletrostática.

Apresentados os conceitos é chegada a hora da experimentação (APÊNDICE E). É importante dar voz aos questionamentos dos alunos e que eles possam manusear os objetos utilizados.

A resolução de exercícios conceituais e que envolvem a definição matemática de corrente elétrica devem ser feitos após a apresentação dos experimentos.

O próximo conceito que deve ser trabalhado é o de potência elétrica. Para abordar esse assunto, podemos provocar a reflexão dos alunos sobre a importância da invenção da lâmpada. Não é difícil imaginar como essa invenção melhorou a vida das pessoas que, depois de séculos dispondo apenas da chama oscilante, instável e poluidora das velas, puderam contar com uma fonte limpa, estável, que fornecia a intensidade de iluminação equivalente à quantidade de velas que desejássemos. Não faz muito tempo ainda se usava a vela como medida da iluminação que as lâmpadas forneciam, a unidade de intensidade luminosa do SI é a candela, que vem do latim e significa “vela“. E até hoje ainda se usam expressões como ideia luminosa, às vezes acompanhada do desenho de uma lâmpada incandescente brilhante, para assinalar uma ideia nova que se conjectura ser um grande impacto no nosso cotidiano.

Ideias luminosas se tornaram realidade: o ferro elétrico, as torradeiras, fogões e aquecedores elétricos surgiram logo em seguida, evidenciando a entrada da humanidade em uma nova era, a da eletricidade. E todas elas se baseavam em um princípio simples: o efeito Joule, nome dado ao fenômeno pelo qual a corrente elétrica dissipa calor, que muitas vezes resulta em radiação visível, ao atravessar um condutor. A busca por um filamento ou fios de materiais adequados para gerar luz ou calor resultaram também na criação de um novo componente básico da maior parte das primeiras aplicações práticas da eletricidade, já apresentado no capítulo anterior: as resistências elétricas e os resistores.

Agora, no entanto, eles vão ser vistos não só como elementos geradores de luz e calor, mas também como limitadores de corrente em circuitos elétricos. O estudo da potência elétrica dissipada em resistências, uma extensão do estudo dos resistores focalizando suas associações, e da resistividade, propriedade que permite determinar a resistência dos condutores, são o objeto dessa aula, talvez o mais próximo da realidade dos nossos alunos, em todo o seu estudo da Física.

É importante chamar a atenção dos alunos para observar os valores nominais dos aparelhos elétricos de sua residência. Por meio desses dados, eles podem avaliar o custo da energia elétrica que cada aparelho consome o que torna o conteúdo dessa aula um dos poucos do estudo da Física que tem uma aplicação direta e imediata no seu cotidiano, o que certamente motivará ainda mais o estudo desse assunto.

Além disso, esses aparelhos costumam apresentar dados que permitem discussões muito interessantes e motivadoras por duas razões principais. A primeira, por conta de erros que frequentemente aparecem neles, principalmente em unidades, estimular os alunos a descobrir e corrigir esses erros desenvolve o seu senso crítico e os ajuda a compreender melhor o que estudam. A segunda, por causa das informações ambíguas ou desconhecidas para os alunos que costumam aparecer nesses aparelhos.

Feito isso, pode-se usar um exemplo prático de como empregar a equação apresentada na definição de potência elétrica calculando, por exemplo, o custo mensal de se manter um carregador de celular o tempo todo ligado na tomada. A resposta para essa questão costuma causar espanto em nossos alunos.

Ao final da aula, deve-se fazer uma breve revisão dos conteúdos abordados. Após esse momento, é chegada a hora de apresentar aos alunos a primeira atividade ABP (APÊNDICE B) que eles deverão resolver em grupo e apresentar suas respostas em duas semanas.

## **PLANO DE AULA 02**

### **TEMA: resistência elétrica e primeira Lei de Ohm**

**OBJETIVO GERAL:** apresentar os conceitos relacionados à resistência elétrica e da primeira Lei de Ohm.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** Conteúdos que devem ser trabalhados:

- Breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior;

- Resolução de exemplos;
- Efeito Joule;
- Primeira Lei de Ohm: resistência elétrica; condutores ôhmicos e não-ôhmicos;
- Condutores ideais;
- Interruptores
- Resistores: função e curva característica do resistor; potência dissipada em um resistor: outras expressões;
- Atividade experimental (APÊNDICE F);
- Resolução de exemplos e revisão;
- Acompanhamento das atividades realizadas pelo grupo sobre o primeiro problema ABP (APÊNDICE B) apresentado na aula anterior.

## DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES

Iniciamos essa aula com um breve resumo dos conceitos trabalhados na aula anterior. Após esse momento, é chegada a hora de trabalharmos o conceito de resistência elétrica. É de suma importância não associar a resistência elétrica ao atrito. Não tem sentido falar em atrito no nível microscópico, pois é praticamente impossível que um elétron atrite-se com outro elétron ou com qualquer outra partícula. Eles interagem entre si, ou com as demais partículas que formam a estrutura do condutor, por ação de forças de repulsão ou atração eletromagnética. Pode-se até dizer que eles se “chocam”, assim, entre aspas, porque na escala microscópica as partículas não têm estrutura definida, muito menos rigidez para que se possa falar em colisão. Pela mesma razão, é absurdo imaginar que os elétrons possam raspar nessas partículas, como a ideia de atrito sugere. Esse é um bom momento para se falar sobre o efeito Joule.

A resistência, assim como a velocidade de arrastamento desses elétrons, tem relação direta com o número de elétrons livres que se deslocam no condutor. Quanto maior for esse número, menor será a resistência elétrica do material.

Ao se tratar da lei de Ohm é de suma importância que não a confunda com a definição de resistência elétrica. A resistência de um condutor é o resultado da razão entre a diferença de potencial,  $V$ , aplicada ao condutor, e a intensidade da corrente,

$i$ , que o atravessa. Esse resultado pode variar para o mesmo condutor, dependendo da intensidade da corrente.

Contudo, se a resistência se mantiver constante, pode-se constituir uma relação de proporcionalidade direta, ou seja, uma função linear entre  $V$  e  $i$ . Essa função é a lei de Ohm.

Ao apresentar o conceito de resistor (elemento de circuito) deve-se evitar a definição que comumente é difundida em alguns livros de Ciências do Ensino Fundamental, segundo a qual eles são componentes destinados a transformar a energia elétrica em calor. É uma ideia errônea, que o professor deve evitar. Essa não é a principal finalidade dos resistores, apesar de muitos utensílios utilizados no dia a dia dos alunos tenham esse fim (ferro de passar roupas, secador de cabelo, sanduicheira, entre outros).

Além disso, essa definição leva a uma armadilha. Resistores que aquecem nunca têm resistência constante; por isso, não se pode falar em lei de Ohm quando se definem resistores dessa forma, pois essa lei não vale para esses resistores.

A sugestão de experimento para essa aula encontra-se no APÊNDICE F.

Os trinta minutos finais dessa aula deverão ser utilizados para verificar o andamento dos alunos na resolução do problema proposto na aula anterior (APÊNDICE B). É importante que o grupo de trabalho tenha feito discussões prévias com o intuito de verificar as suas dificuldades e dúvidas. Diante disso, caberá ao professor o papel de orientá-los de como cada equipe deverá buscar informações para sanar os problemas apresentados.

### **PLANO DE AULA 03**

#### **TEMA: segunda lei de Ohm**

OBJETIVO GERAL: apresentar os conceitos relacionados à segunda lei de Ohm.

Aula 03 (duas aulas de 50 minutos)

Conteúdos que devem ser trabalhados:

- Breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior;
- Segunda lei de Ohm;
- Influência da temperatura na resistividade;
- Resolução de exemplos e revisão;

- Apresentação das soluções da primeira atividade ABP(APÊNDICE B) pelos grupos de alunos;

## **DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES**

Nessa aula ampliaremos o conceito de resistência elétrica com a segunda lei de Ohm. Para isso, se faz necessário que se faça uma breve revisão dos conceitos trabalhados na última aula. A segunda lei de Ohm define matematicamente a resistência elétrica de um condutor levando em consideração suas características (tipo de material, comprimento, área da secção transversal), ou seja, a resistência de um fio depende da sua espessura, do seu comprimento e de sua condutividade específica. Fios grossos têm uma resistência menor do que fios finos. Fios compridos têm resistência maior do que fios curtos. Fios de cobre têm resistência menor do que fios de aço de mesmo tamanho. A resistência elétrica também depende da temperatura. Quanto maior a agitação dos átomos dentro de um condutor, maior a resistência que ele oferece ao fluxo de carga. Para a maioria dos condutores, um aumento de temperatura significa um aumento de resistência. A resistência de alguns materiais vai à zero a temperaturas muito baixas.

Utilizaremos nessa aula o experimento que se encontra no APÊNDICE G. Nesse experimento ficará claro que quanto maior o comprimento do condutor, maior será sua resistência elétrica e conseqüentemente, menor será a corrente que atravessará o circuito. Produzindo assim, um menor aquecimento. O que pode parecer confuso a primeira vista para os alunos.

É importante resolver algumas questões sobre esse tópico para que os alunos se familiarizem a manipular a equação da segunda lei.

Deve-se utilizar a parte final da aula para a apresentação e discussão dos resultados obtidos pelos grupos de alunos na resolução da primeira atividade ABP. Os grupos podem apresentar algumas de suas respostas aos demais em formato de seminário. É importante que os mesmos socializem com os demais suas dificuldades para resolver os problemas. Essa discussão é valiosa para tirar dúvidas que ainda possam persistir.

## **PLANO DE AULA 04**

### **TEMA: associação de resistores.**

**OBJETIVO GERAL:** apresentar os conceitos relacionados à associação de resistores em série, paralelo e associações mistas.

Aula 04 (duas aulas de 50 minutos)

Conteúdos que devem ser trabalhados:

- Breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior;
- Associação de resistores: associação em série; associação em paralelo; associação mista;
- Atividade experimental (APÊNDICE H);
- Resolução de exemplos e revisão;
- Apresentação da segunda atividade ABP (APÊNDICE C);

## **DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES**

O tópico que será tratado nessa aula é um dos mais familiares aos professores de Física e para introduzi-lo é primordial relembrar aos alunos os conceitos de resistência elétrica, resistor e da primeira lei de Ohm. Um bom exemplo para oferecer a associação de resistores em série seria falar dos enfeites natalinos (pisca-pisca) que nada mais são do que várias lâmpadas ligadas em série. Um defeito comum nesse tipo de enfeite é que ele deixa de funcionar quando uma das lâmpadas queima deixando todas às outras apagadas. Ao analisarmos as características desse tipo de associação, o aluno saberia explicar o porquê desse comportamento. É importante destacar as características desse tipo de associação:

- A corrente elétrica tem apenas um único caminho para seguir através do circuito. Isso significa que a mesma corrente percorre cada um dos dispositivos elétricos do circuito.
- Essa corrente enfrenta a resistência de cada um dos dispositivos associados no caminho, de modo que a resistência total do circuito à corrente é a soma das resistências individuais que existem ao longo do circuito.



- A corrente no circuito é numericamente igual à voltagem fornecida pela fonte dividida pela resistência total do circuito. Isso está de acordo com a lei de Ohm.
- A voltagem fornecida pela fonte é igual à soma das quedas de tensão individuais em todos os dispositivos. Isso é consistente com o fato de a energia total fornecida ao circuito ser igual à soma das energias fornecidas a cada dispositivo.
- A queda de voltagem em cada dispositivo é proporcional à sua resistência – a lei de Ohm se aplica separadamente a cada um deles. Deve-se isso ao fato de mais energia ser dissipada quando uma corrente atravessa uma grande resistência do que quando passa por uma pequena resistência.

Todas essas características desse tipo de circuito podem ser ilustradas utilizando os experimentos contidos no APÊNDICE H.

Ficará fácil perceber qual é a maior desvantagem de um circuito em série: se um dos dispositivos falhar, a corrente deixará de existir no circuito inteiro. Isso explica o que acontece com as luzes natalinas ligadas em série.

Para tratar da associação de resistores em paralelo um bom exemplo seria falar sobre a instalação elétrica de uma residência. Circuitos elétricos residenciais são ligados de modo a ser possível manusear vários dispositivos elétricos, cada qual independentemente dos demais. Nesse tipo de ligação, por exemplo, pode-se ligar ou desligar uma lâmpada sem afetar com isso o funcionamento das demais lâmpadas ou dispositivos elétricos. É de suma importância ao entendimento desse tipo de ligação que se observe as seguintes características:

- A voltagem é a mesma através de cada dispositivo.
- A corrente total no circuito se divide entre os vários ramos paralelos. A lei de Ohm se aplica separadamente a cada ramo.
- A corrente total no circuito é igual à soma das correntes em seus ramos paralelos. Esta soma é igual à corrente na bateria ou em outras fontes de voltagem.
- Quando o número de ramos paralelos aumenta, a resistência total do circuito diminui. A resistência total diminui a cada caminho adicionado entre dois

pontos quaisquer do circuito. Isso significa que a resistência total do circuito é menor do que a resistência de qualquer um de seus ramos.

As características desse tipo de associação podem ser ilustradas utilizando o mesmo experimento utilizado anteriormente ligando as lâmpadas em paralelo a fonte de tensão. Vale ressaltar que o brilho das lâmpadas será maior do que na montagem anterior. Esse seria o momento oportuno para questioná-los sobre a razão desse fato.

A associação mista tem alguns resistores associados em série e outros, em paralelo.

No final dessa aula o professor deverá propor a segunda atividade ABP (APÊNDICE C) aos alunos, explicando suas características e objetivos. Dando início assim as discussões.

## **PLANO DE AULA 05**

### **TEMA: medidas elétricas.**

OBJETIVO GERAL: apresentar os conceitos relacionados à medida de tensão, corrente e resistência elétrica em um circuito.

Aula 05 (duas aulas de 50 minutos)

Conteúdos que devem ser trabalhados:

- Breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior;
- Reostatos;
- Curto-circuito;
- Medidas elétricas;
  - Medição de intensidade de corrente elétrica;
  - Medição de tensão elétrica;
  - Medição de resistência elétrica;
- Ponte de Wheatstone;
- Resolução de exemplos e revisão;
- Atividade experimental (APÊNDICES E, F, H e I);
- Acompanhamento das atividades realizadas pelo grupo sobre o problema apresentado na aula anterior;

## **DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES**

Nessa aula trataremos das medidas relacionadas a um circuito elétrico. Faz-se necessário revisar os conceitos vistos anteriormente para uma melhor compreensão dos conteúdos que serão abordados. É de suma importância que cada um desses conceitos seja demonstrado utilizando-se os experimentos contidos nos APÊNDICES E, F, H e I ou qualquer outro onde se possam medir essas grandezas. Dispositivos desse tipo são utilizados para controlar o volume de um rádio (ou do volume do amplificador do experimento), por exemplo. Ao girarmos o controle de volume (potenciômetro) alteramos a resistência elétrica de um resistor “escondido” e, com isso, também a intensidade de uma corrente elétrica no circuito do aparelho.

Outro ponto importante de ser tratado nessa aula é o curto-circuito. Genericamente dois pontos estão em curto-circuito (ou curto-circuitados) quando estão interligados por um fio de resistência desprezível, praticamente anulando a diferença de potencial entre eles. Quando dois fios da rede elétrica de uma casa entram em contato elétrico, também descrevemos que ocorre um curto-circuito. De fato, quando isso acontece, tudo se passa como se esses dois fios fossem interligados por um terceiro fio, de resistência desprezível.

Para falar das medidas de corrente, tensão e resistência elétrica é essencial que o professor utilize um multímetro (digital ou analógico) para realizar medidas no circuito do experimento. Esse instrumento é de vital importância aos técnicos que trabalham com manutenção de equipamentos eletrônicos. Os medidores analógicos, isto é, aqueles em que um ponteiro se deflete ao longo de escalas graduadas, incidem em um elemento básico denominado galvanômetro, ao qual são convenientemente associados a resistores adequados. O princípio de funcionamento do galvanômetro será estudado no Eletromagnetismo. Portanto, para que o aluno compreenda o que está acontecendo, basta saber que esse instrumento consegue detectar correntes elétricas de baixíssimas intensidades e que a deflexão de seu ponteiro é proporcional à intensidade da corrente que passa por ele.

Neste caso, para medir a intensidade da corrente elétrica em um trecho de um circuito, é preciso que o amperímetro “sinta” essa corrente, ou seja, é necessário que a corrente passe por ele. Portanto, o amperímetro deve ser colocado em série com o trecho considerado. Vale ressaltar que o mesmo possui resistência interna que acaba interferindo na mediada da corrente. Na melhor posição para observação, um medidor hipotético em que sua resistência interna é igual à zero. Um

amperímetro com essa característica mediria a intensidade de corrente original sem modificá-la.

Para medir a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito, é preciso que os terminais do voltímetro “sintam” os potenciais desses pontos. Para isso, o voltímetro necessita ser ligado em paralelo o trecho do circuito compreendido entre os dois pontos. Como na situação anterior, a resistência interna interfere na medida da tensão elétrica no trecho considerado. Em termos teóricos, podemos tratar em voltímetro ideal que seria um medidor hipotético em que sua resistência interna seria infinitamente grande. Esse medidor verifica a tensão original entre os pontos considerados sem modificá-la.

O arranjo experimental denominado de ponte de Wheatstone, consiste na associação de quatro resistores e ela é útil na determinação experimental da resistência de um resistor. Recebe esse nome porque foi idealizado pelo físico inglês Charles Wheatstone (1802-1875).

É importante resolver algumas questões sobre cada um dos tópicos visto nessa aula para que os alunos se familiarizem a manipular a equações envolvidas.

Deve-se utilizar a parte final da aula para a apresentação e discussão dos resultados obtidos pelos grupos de alunos na resolução da segunda atividade ABP (APÊNDICE C) proposta. É importante que os mesmos socializem com os demais suas dificuldades para resolver os problemas. Essa discussão é valiosa para tirar dúvidas que ainda possam persistir.

## **PLANO DE AULA 06**

### **TEMA: geradores elétricos.**

OBJETIVO GERAL: apresentar as características de um gerador elétrico.

Aula 06 (duas aulas de 50 minutos)

Conteúdos que devem ser trabalhados:

- Geradores elétricos: tipos de geradores; elementos que caracterizam um gerador; equação do gerador; gerador em curto-circuito; curva característica do gerador; gerador ideal; potência e rendimento elétrico do gerador;
- Resolução de exemplos e revisão;

- Apresentação da produção dos grupos de alunos em relação à segunda atividade proposta.

## DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES

Essa aula é dedicada a apresentar as características de um gerador elétrico. Sua principal função é fornecer energia elétrica ao circuito que alimenta. Essa energia é fruto da conversão de alguma modalidade de energia não elétrica em energia elétrica. Esses geradores recebem denominações de acordo com a modalidade de energia que dispõem para produzir energia elétrica. São eles:

- Geradores mecânicos: são os que convertem energia mecânica em energia elétrica. É o caso dos geradores das usinas hidrelétricas.
- Geradores químicos: são os que convertem energia potencial química em energia elétrica. Podemos citar como exemplo as pilhas e as baterias.
- Geradores luminosos: são os que convertem energia luminosa em energia elétrica. É o que ocorre, por exemplo, com os fotômetros de máquinas fotográficas, nos quais surge um sinal elétrico em conformidade com a intensidade luminosa do ambiente visado.
- Geradores térmicos: são os que convertem energia térmica diretamente em energia elétrica (efeito termoelétrico).

É importante frisar que toda a teoria que é desenvolvida em Eletrodinâmica, tratará apenas de geradores de corrente contínua químicos.

Os conceitos que caracterizam o gerador elétrico devem ser definidos com clareza e precisão, como exemplo, a força eletromotriz e resistência interna. Desta forma, quando um gerador não é percorrido por corrente elétrica, ou seja, quando ele não está ligado a nada, permanece entre seus terminais uma diferença de potencial denominada força eletromotriz ( $\mathcal{E}$ ) ou tensão em vazio, que é simbolizada por  $\mathcal{E}$ .

No caso de um gerador químico, seria a quantidade máxima de energia química que poderia ser convertida em energia elétrica para alimentar o circuito. Já a resistência interna  $r$  do gerador elétrico, não se trata de um resistor colocado dentro

do gerador pelo seu fabricante, mas da resistência própria dos materiais de que ele é composto.

Dessas duas definições, pode-se escrever a equação característica de um gerador elétrico. Atentando-se para o caso ideal, onde a resistência interna do gerador é nula, a tensão fornecida ao circuito é numericamente igual à força eletromotriz.

É importante mostrar aos alunos que todas as demais definições que serão feitas (gerador em curto-circuito; curva característica do gerador; gerador ideal; potências elétricas no gerador: total, útil e desperdiçada; rendimento elétrico do gerador) tomam como ponto de partida a definição da equação do gerador elétrico. É de grande valia que se resolvam alguns exemplos de exercícios nos moldes do Enem para que o estudante se familiarize com as equações envolvidas.

Alguns dos conceitos apresentados nessa aula podem ser demonstrados utilizando-se o experimento do amplificador de áudio utilizando o circuito integrado LM386 (APÊNDICE I) ou qualquer outro onde se possa tratar da conversão da energia não elétrica em elétrica.

Deve-se utilizar a parte final da aula para a apresentação e discussão dos resultados obtidos pelos grupos de alunos na resolução da segunda atividade ABP (APÊNDICE C). É importante que os mesmos socializem com os demais suas dificuldades para resolver os problemas. Essa discussão é valiosa para tirar dúvidas que ainda possam persistir.

## **PLANO DE AULA 07**

### **TEMA: receptores elétricos.**

OBJETIVO GERAL: apresentar as características de um receptor elétrico.

Aula 07 (duas aulas de 50 minutos)

Conteúdos que devem ser trabalhados:

- Breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior;
- Receptores elétricos: tipos de receptores; elementos que caracterizam um receptor; equação do receptor; curva característica do receptor; receptor ideal; potência e rendimento elétrico do receptor;
- Atividade experimental (APÊNDICE I);
- Resolução de exemplos e revisão;

- Apresentação da terceira atividade em grupo (APÊNDICE D).

## DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES

Esse momento é dedicado à apresentação das características de um receptor elétrico. Esses equipamentos são dispositivos que recebem energia elétrica de um gerador e convertem uma parte dela em energia não térmica. O motor elétrico é um bom exemplo de receptor. Ele recebe energia elétrica do gerador ao qual está ligado e transforma uma parte dessa energia em energia mecânica. Inevitavelmente outra parte é desperdiçada termicamente, por efeito Joule, nos enrolamentos e nos contatos.

Vale destacar que em muitas situações é aceitável fazer um gerador funcionar como receptor e vice-versa. A bateria dos automóveis, por exemplo, quando opera como gerador, converte energia química em energia elétrica. Toda via, por ser recarregável, a bateria, no processo de recarga, funciona como receptor, recebendo energia elétrica e armazenando-a em forma de energia química.

Quando se estabelece uma ddp  $U$  entre os terminais de um receptor, uma parte dela é aproveitada para fins não térmicos, por exemplo, para um motor produzir energia mecânica. Essa parte útil da ddp  $U$  é denominada força contraeletromotriz ( $f_{cem}$ ) do receptor, e vamos simbolizá-la por  $\epsilon'$ . A outra parte da ddp  $U$  é desperdiçada no receptor, porque ele, como todo condutor, tem uma resistência elétrica, que vamos chamar de resistência interna do receptor e simbolizar por  $r'$ . No caso dos motores elétricos,  $r'$  é a resistência dos enrolamentos e dos contatos. Essas são as duas principais características de um receptor elétrico e a partir delas se constrói sua equação característica.

Vale ressaltar aos alunos que todas as demais definições que serão feitas (curva característica do receptor; receptor ideal; potências elétricas no receptor: total, útil e desperdiçada; rendimento elétrico do receptor) tem origem na definição da equação do receptor elétrico. É de grande valia que se resolvam alguns exemplos de exercícios nos moldes do Enem para que o estudante se familiarize com as equações envolvidas.

Alguns dos conceitos apresentados nessa aula podem ser demonstrados utilizando-se o experimento contido no APÊNDICE I ou qualquer outro onde se possa tratar da conversão da energia elétrica em não elétrica.

No final dessa aula o professor deverá apresentar a terceira atividade ABP (APÊNDICE D) aos alunos, comentando suas características e objetivos. Dando início assim as discussões.

## **PLANO DE AULA 08**

### **TEMA: associação de geradores.**

OBJETIVO GERAL: apresentar as características das associações de geradores.

Aula 08 (duas aulas de 50 minutos)

Conteúdos que devem ser trabalhados:

- Breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior;
- Associação de geradores em série e paralelo;
- Circuitos elétricos de “caminho” único, incluindo geradores, receptores e resistores.
- Circuitos não redutíveis a um circuito de “caminho” único;
- Apresentação da produção dos grupos de alunos em relação à terceira atividade ABP (APÊNDICE D).

## **DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES**

Essa aula é dedicada ao estudo da associação de geradores, que também pode ser feita em série, em paralelo ou de forma mista. É muito comum, por exemplo, encontrarmos lanternas, rádios, máquinas fotográficas e outros aparelhos que funcionem com mais de uma pilha. A interligação dessas pilhas nada mais é que uma associação de geradores.

Se tivermos geradores associados de tal modo que o polo positivo de cada gerador seja ligado ao polo negativo do gerador seguinte diremos então que eles estão associados em série. Vale frisar que, se essa associação participar de um circuito fechado, a corrente elétrica terá a mesma intensidade em todos os geradores.



É importante observar que na associação de geradores em série, a grande vantagem está no fato de a força eletromotriz equivalente ser a soma das forças eletromotrizes de todos os geradores. Em contrapartida, a resistência interna equivalente também é a soma das resistências internas de todos eles.

Dois ou mais geradores estão associados em paralelo quando seus polos positivos estão ligados juntos, o mesmo ocorrendo com os polos negativos. Nessa situação, a ddp  $U$  entre os terminais é a mesma para todos os geradores.

Na associação de geradores iguais em paralelo, uma das vantagens está no fato de a corrente que passa em cada um deles ser apenas uma fração da corrente total, o que prolonga sua vida útil. Outra vantagem é a redução da resistência interna, o que proporciona maior estabilidade na tensão de operação. Em contra ponto, a fem equivalente é a mesma de cada gerador.

Pode-se utilizar um conjunto de pilhas iguais para demonstrar experimentalmente os dois tipos de associação de geradores, medindo-se a tensão em cada uma das associações com o auxílio de um multímetro digital (APÊNDICE J).

Um circuito de “caminho” único, isto é, um circuito em que todos os componentes estão em série (resistores, geradores e receptores). Desse modo, a intensidade de corrente elétrica é a mesma em todos os elementos do circuito. Quando percorremos o circuito no sentido da corrente, as fem representam elevações de potencial, enquanto as fcm representam quedas não ôhmicas (úteis) de potencial. Além dessas quedas, entretanto, existem as quedas ôhmicas nas resistências do circuito, nas quais cada queda ôhmica é o produto de uma resistência pela intensidade da corrente.

É importante resolver algumas questões sobre cada um dos tópicos visto nessa aula para que os alunos se familiarizem a manipular as equações envolvidas.

Deve-se utilizar a parte final da aula para a apresentação e discussão dos resultados obtidos pelos grupos de alunos na resolução da terceira atividade ABP (APÊNDICE D). É importante que os mesmos socializem com os demais suas dificuldades para resolver os problemas. Essa discussão é valiosa para tirar dúvidas que ainda possam persistir. A apresentação final das soluções encontradas pelas equipes deve ser feita na aula posterior onde se fará também a avaliação geral da metodologia (APÊNDICE K).

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGIA**

O presente estudo tem como finalidade apresentar uma proposta didática para o ensino de Eletrodinâmica baseada na aprendizagem em problemas considerando ser um grande desafio para os professores de Física que ministram aulas para turmas de ensino médio na rede pública de ensino desenvolver estudos com experimentos em função da redução na carga horária da disciplina e, principalmente, pela deficiência dos laboratórios escolares.

#### **4.1 ÁREA DE ESTUDO**

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal do Pará (IFPA - Campus Tucuruí, situada na Cidade de Tucuruí no Estado do Pará. O município se estende por 2.086,2 km<sup>2</sup> e conta com 97.109 habitantes no último censo.

Em 2002, por meio de parceria com a Prefeitura Municipal de Tucuruí, o IFPA - Tucuruí inseriu os Cursos Técnicos Pós-médios em Aquicultura, Planejador de Turismo e Manutenção de Microcomputadores, os de Tecnologia em Controle Ambiental, Informática e Saúde Pública, e ainda o Curso Normal Superior para formação de professores. Esse convênio admitiu o ingresso de 600 (seiscentos) discentes na Unidade naquele ano.

Por meio da Secretaria de Educação Profissional (SETEC) ligada ao Ministério da Educação, criou, em 2008, os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia com base na estruturação e na potencialidade já existentes nos Centros Federais de Educação e Tecnologia, Escolas Técnicas Federais, Agrotécnicas e Instituições de Ensino Profissional vinculadas as Universidade Federais.

Segundo a Lei 11.892/2008 que cria a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, os Institutos Federais devem atuar em todos os níveis e modalidades da educação profissional, primando pela formação humana e cidadã como pressuposto básico à qualificação para o exercício do trabalho (BRASIL, 2008). Essa concepção de educação trazida pela Rede Federal diferencia-se de outras por estar fundamentada na integração e articulação entre ciência,

tecnologia, cultura, bem como de conhecimentos específicos e do desenvolvimento da capacidade de investigação científica com dimensões essenciais à manutenção da autonomia e dos saberes necessários ao constante exercício da capacidade laboral.

## 4.2 SUJEITOS DA PESQUISA

Participaram dessa pesquisa quatro turmas do terceiro ano do ensino médio (integrado ao técnico) dos cursos de edificações, manutenção e suporte a sistemas de informática e meio ambiente. A carga horária semanal em cada turma era de duas aulas semanais de 50 min cada. A proposta foi aplicada durante o terceiro bimestre do ano letivo de 2019.

## 4.3 ESBOÇO METODOLÓGICO DO PRODUTO

Durante o terceiro bimestre do ano letivo de 2019, selecionaram-se as temáticas que deveriam ser desenvolvidas nas práticas. Os temas escolhidos, como, pressupostos iniciais, consideram a estrutura curricular da disciplina de Física ao longo do terceiro ano do Ensino Médio. Assim, os temas selecionados foram desenvolvidos por meio de planos de aula, cada um com seus respectivos objetivos, geral e específico, sendo apresentada aos alunos de duas maneiras, a metodologia tradicional por meio de explanação dos conteúdos como os conceitos sobre Corrente e potência elétrica (I); Resistência elétrica e primeira Lei de Ohm (II); Segunda Lei de Ohm (III); Associação de resistores (IV); Medidas elétricas (V); Geradores elétricos (VI); Receptores elétricos (VII) e Associação de geradores (VIII).

Ainda foi observada outra maneira utilizada pelo professor para os mesmos temas com o método da Aprendizagem Baseada em Problemas, em que se elaborou um contexto problemático (APÊNDICES B, C e D) a partir do qual foram propostos questões/problemas que necessitariam ser resolvidos pelos alunos, de modo a que estes aprendessem os conceitos fundamentais das temáticas citadas anteriormente, e que os mesmos pudessem ampliar algumas competências gerais relevantes. Assim sendo, organizou-se um conjunto de materiais de consulta apreciados tido como necessários e adequados aos problemas formulados pelos alunos a partir do contexto problemático utilizado.

#### 4.4 COLETA DE DADOS

A coleta dos dados ocorreu com os alunos, em turma, levando em conta as questões/problemas que foram propostas nos APÊNDICES B, C e D. As questões foram ordenadas e agrupadas, tendo em conta as suas interdependências, e identificando-se, assim, a sequência de resolução dessas mesmas questões.

**Quadro 1:** Questões formuladas nos APÊNDICES B, C e D.

<i>Plano de Aula</i>	<i>Questões</i>
<b>I</b>	Recentemente, a Eletronorte celebrou um contrato de venda da rede de distribuição de energia elétrica que atendem as Vilas Marabá, Península, Permanente, Tropical e comunidade do Km 11 com a Centrais Elétricas do Pará S.A. – CELPA (arquivo abaixo) que passará a gerir o serviço de fornecimento de energia elétrica a esses locais (instalação, manutenção, cobrança). Diante dessa nova realidade, uma família moradora de uma dessas localidades, preocupada com o impacto financeiro que a cobrança pelo consumo da energia elétrica utilizada em sua residência terá em seu orçamento doméstico mensal, decide estimar o valor que será cobrado pela Celpa levando em conta o seu padrão de consumo atual (descrito na tabela abaixo). Para isso, a família em questão pede auxílio ao seu grupo de estudos na elaboração dessa estimativa que deverá conter o consumo médio em kWh e o valor a ser pago no final de um período de trinta (30) dias.
	Admitindo que todos os equipamentos sejam ligados ao mesmo tempo, qual é o valor da corrente elétrica máxima no circuito dessa casa e qual a importância do dispositivo de proteção desse circuito (disjuntor) em caso de acidentes?
	Qual cômodo consome mais energia elétrica por mês? Quantos por cento do total equivale esse consumo?
	Qual cômodo consome menos energia elétrica por mês? Quantos por cento do total equivale esse consumo?
	Quais estratégias essa família poderia adotar para reduzir o consumo em trinta por cento (30%).
	Qual o gasto anual de manter os carregadores de telefone celular ligados o tempo todo na tomada?
<b>IV</b>	A família relata que ao utiliza na cozinha o forno de micro-ondas e o forno elétrico ligados na mesma tomada e que quando utiliza os dois ao mesmo tempo com um benjamim é comum sentir cheiro de queimado e até mesmo que a tomada e o adaptador queimem. Por esse motivo, os mesmos disseram que já trocaram algumas vezes a tomada, mas que ocorrido sempre volta a acontecer. Qual(ais) dicas(s) seu grupo de trabalho daria para solucionar essa questão?
	Eles relatam também que é comum sentir um choque elétrico ao manusear o chuveiro do quarto do casal. O que pode estar acontecendo? O que pode ser feito para reparar esse defeito?
	Em um dos cômodos, após uma pequena reforma, uma das tomadas só funciona quando a lâmpada está ligada. Qual é o possível motivo para isso estar acontecendo? Como sanar esse problema?
	Na lavanderia, ao utilizar todos os equipamentos ao mesmo, o disjuntor de 10 A que protege o circuito sempre desarma impedindo o funcionamento dos equipamentos. Por qual motivo isso acontece? Como contornar essa falha?
<b>VII</b>	Qual é a potência das placas solares instaladas em cada residência? Faça uma pesquisa junto à prefeitura para encontrar essa informação.
	De posse da informação colhida na questão anterior, estime quais equipamentos e por quanto tempo eles poderão ser utilizados sendo alimentados pelo sistema que foi instalado?
	Esse sistema atende uma família de quantos componentes?

	Como funciona um sistema de geração de energia elétrica solar? Quais são os principais componentes e quais são as suas funções? Faça um esquema detalhando o funcionamento de cada um.
	Quais desses equipamentos seriam geradores elétricos? Quais seriam receptores? Por que nossa região é particularmente propícia para a geração de energia elétrica a partir da radiação solar?

Fonte: Dados da pesquisa do autor, 2019.

Os processos de “ensino” e de aprendizagem tiveram a duração de 2 aulas de 50 minutos, nas turmas de edificação e sistemas de informática, e 2 aulas de 50 minutos para as turmas de manutenção e suporte e meio ambiente. Eram aulas semanais, aplicada durante o terceiro bimestre do ano letivo de 2019.

Na fase seguinte, as turmas iniciaram por dividir tarefas entre os seus elementos e começaram a pesquisa nas fontes bibliográficas que os alunos consideravam necessárias e interessantes, tais como, livros, enciclopédias, artigos, vídeos, Internet. No final do processo de resolução das questões, todas as turmas apresentaram as suas soluções para os problemas, as quais foram debatidas. Foi necessária também uma análise global das atividades realizadas, discutindo as aprendizagens e a metodologia de ensino utilizada na mesma.

Aplicou-se um questionário de opinião aos alunos de todas as turmas a respeito do estudo orientado pelo método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), buscando saber dos próprios alunos como foi este estudo orientado pelo professor, pois tinham sido sujeitos a este tipo de tarefa pela primeira vez (APÊNDICE K).

Na sequência, as Figuras 13, 14 e 15 são mostrados alguns registros desses momentos pedagógicos:

**Figura 13:** grupo de alunos analisando um dos experimentos do produto didático



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Figura 14:** grupo de alunos analisando um dos experimentos do produto didático



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

**Figura 15:** grupo de alunos apresenta suas soluções para uma das atividades ABP



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019).

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISE E RESULTADOS

Neste capítulo será realizada a análise das respostas de 78 alunos do terceiro ano do ensino médio do questionário contendo 11 perguntas (APÊNDICE K), sendo 10 questões objetivas (fechadas) e uma questão subjetiva (aberta) onde os mesmos deveriam deixar as suas impressões a respeito da metodologia que foi utilizada neste trabalho. O objetivo dessa atividade foi verificar o nível de conhecimentos a respeito do método da Aprendizagem Baseada em Problemas, após atividades realizadas em sala de aula com o ensino da Física com o conteúdo de Eletrodinâmica, onde também se buscou verificar se o desempenho dos alunos havia melhorado com a aplicação da sequência didática.

#### 5.1 ALUNOS NA PESQUISA

Os conteúdos trabalhados nesse bimestre letivo utilizaram a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que é uma proposta pedagógica que defende a ideia de que a aprendizagem significativa deve ser baseada na solução de problemas. *Você já conhecia a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)?*

Os alunos ao serem questionados se tinham conhecimento da Aprendizagem Baseada em Problemas, (21,8%) dos pesquisados responderam que “sim”, enquanto (44,9%) disseram que “não” conheciam, e (33,3%) que tinham conhecimento “mais ou menos”. É o que mostra o Gráfico 2.

Os dados obtidos demonstram que quase metade do universo de alunos pesquisados já conhecia a metodologia ABP. Uma das razões que pode explicar esse resultado é a presença de disciplinas técnicas em suas grades curriculares. Nestas disciplinas os alunos têm que lidar com situações da vida real levadas para a sala de aula, o que não necessariamente é feito nas disciplinas regulares do ensino médio.

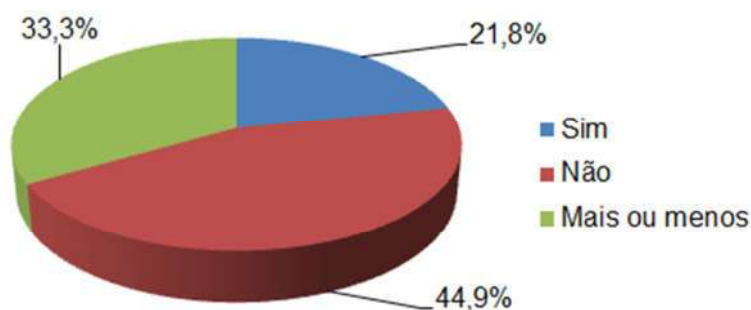
Leite & Afonso (2001) esclarecem aos alunos que responderam “não”: a aprendizagem baseada em problemas (ABP) é um método que aceita a combinação da aquisição de conhecimento com a aprendizagem de competências. Quando é ministrada uma disciplina por meio da ABP, os alunos adquirem conhecimento, ao

mesmo tempo em que aprendem progressivamente, independentemente do professor, mas sempre com orientação do tutor e sua equipe de docentes.

Observa-se que esse método colabora para que os alunos apliquem novos conhecimentos na resolução dos mais variados problemas semelhantes que por ventura se apresentem, desde que o trabalho seja realizado em equipe de forma supervisionada, buscando identificar os objetivos de aprendizagem, administrando o tempo e identificando os aspectos do problema.

**Gráfico 2:** Conhecia a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

### Conhecimento da ABP



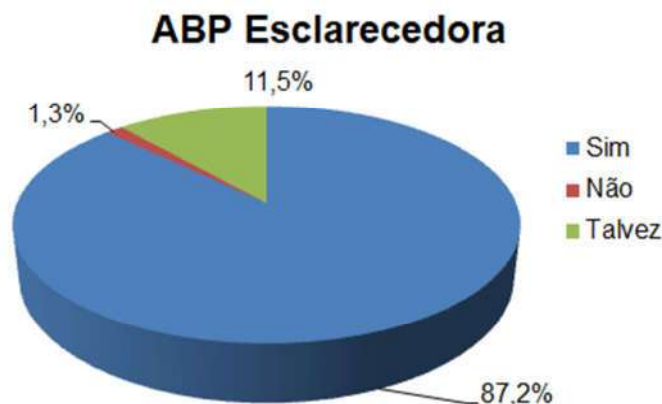
**Fonte:** Dados do Autor, 2019.

Em relação à pergunta *A Aprendizagem Baseada em Problemas é mais esclarecedora do que o modo tradicional de ensinar física?* Dos alunos pesquisados, (87,2%) responderam que “sim”, a ABP esclarece mais os conteúdos, (1,3%) disseram que “não” esclarece, porém, (11,5%) responderam “talvez”, justificando que não sentiram muita diferença no método de ensino. Como mostra o Gráfico 3.

Delors (2003) comenta que o modelo tradicional de ensinar Física baseava-se na prática pedagógica tradicional, apoiada em procedimentos didáticos de aulas expositivas reproduzidas pelo professor, exigindo que o aluno ouvisse, lesse, decorasse e repetisse. Este modelo reproduz as práticas didáticas centradas no professor e no ensino, além de requerer uma visão fragmentada e reducionista nas mais diversas áreas do conhecimento científico, tecnológico, social e cultural. Contudo, o método ABP se sabe que é centrada no aluno e permitindo que sejam desenvolvidas atividades educativas envolvendo a participação individual e grupal em discussões críticas e reflexivas.



**Gráfico 3:** ABP é mais esclarecedora do que o modo tradicional de ensinar física



**Fonte:** Dados do Autor, 2019.

Para a questão relacionada a *problemas práticos propostos envolvendo situações cotidianas, aliados aos experimentos realizados pelo professor em sala tornaram mais fáceis à compreensão dos conceitos apresentados?*

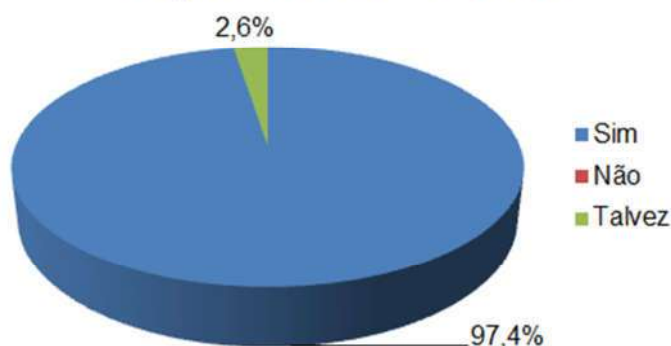
Para esse questionamento, (97,4%) dos alunos pesquisados responderam que “sim” o método torna mais fácil a compreensão, contra apenas (2,6%) que disseram que “não”, a ABP apresenta pouca diferença da tradicional. É o que mostra o Gráfico 4.

Corroborando com os alunos que responderam “sim”, Leite e Esteves (2005) afirmam que em toda literatura realizada tratando da ABP, há um consenso sobre suas características básicas. Eles admitem que por meio da ABP seja possível fazer uma religação dos saberes, adquirir conhecimentos transdisciplinares, desenvolver habilidades, evidenciar competências e atitudes durante todo processo de aprendizagem, além de favorecer a aplicação de seus princípios em outros contextos da vida do aluno. É um modelo didático transdisciplinar que promove uma aprendizagem integrada e contextualizada.

Os resultados obtidos nas questões 2 e 3 (Gráficos 3 e 4) nos mostram que um grande percentual do universo submetido a sequência didática conseguiu compreender e contextualizar com maior facilidade os conceitos vistos em sala de aula, mostrando assim a efetividades das atividades propostas.

**Gráfico 4:** Situações cotidianas, aliados aos experimentos realizados pelo professor em sala tornaram mais fáceis à compreensão dos conceitos apresentados

### Compreensão mais fáceis



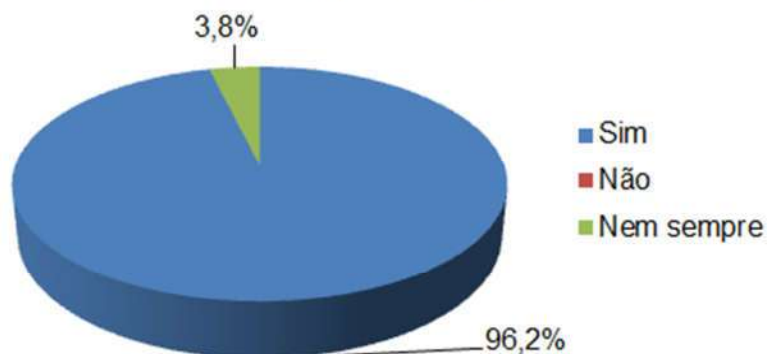
Fonte: Dados do Autor, 2019.

*Esse método de Aprendizagem respeita a sua opinião em relação ao conteúdo ministrado em sala de aula?* Para esse questionamento, (96,2%) dos pesquisados responderam “sim” e apenas (3,8%) disseram “nem sempre”. Como mostra o Gráfico 5.

Barrett & Moore (2011) concorda com os alunos que disseram que a ABP respeita opinião em relação ao conteúdo ministrado em sala de aula, pois, este método tem como objetivo estimular os alunos na busca de soluções para os problemas apresentados, além de motiva-los a adotar mais responsabilidade pela própria aprendizagem, pois os modelos curriculares da ABP são largamente transdisciplinares e construtivistas na sua natureza, pois é oferecida a oportunidade aos alunos de arquitetarem o conhecimento.

**Gráfico 5:** Aprendizagem respeita a sua opinião em relação ao conteúdo ministrado em sala de aula?

### ABP respeita opção



Fonte: Dados do Autor, 2019.

Para o questionamento. *O uso da ABP nas aulas de Física melhorou sua aprendizagem?* (89,7%) dos pesquisados responderam que “sim”, porém, (10,3%) que “talvez”, estes justificaram não ter sentido diferença no modelo de ministrar as aulas. É o que mostra o Gráfico 6.

Leite e Esteves (2005) afirmam que ABP é um modelo didático transdisciplinar que requer uma aprendizagem integrada e contextualizada, procurando alcançar seus objetivos quando da sua aplicação, pois sua estrutura é edificada sobre a base da interação e da religação dos saberes, pois essa é a chave do processo ensino aprendizagem, sem contar com outras dimensões como a motivação, que é estimulada pela curiosidade sobre os temas de cada área de estudo e as habilidades de comunicação individual e grupal, fundamentais para o desenvolvimento da aprendizagem pelo grupo.

**Gráfico 6:** O uso da ABP nas aulas de física melhorou sua aprendizagem?



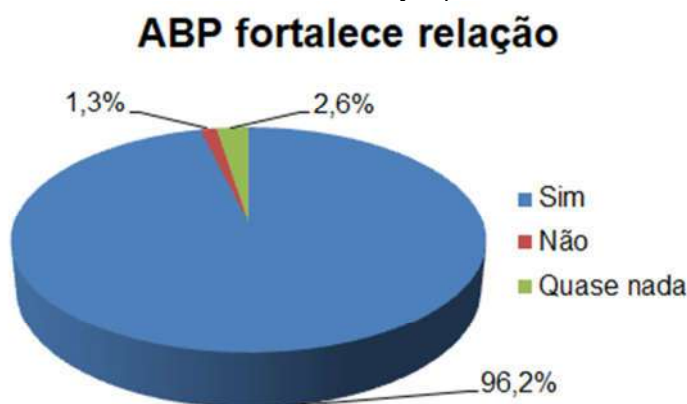
**Fonte:** Dados do Autor, 2019.

Em relação à questão. *A ABP fortalece a relação professor–aluno?* (96,0%) dos alunos pesquisados responderam que “sim”, (3,0%) “quase nada” e apenas (1,0%) respondeu “não”, que a ABP não fortalece a tal relação. Como mostra o Gráfico 7.

Mesmo com os resultados apresentados no Gráfico 7, que mostram que com a aplicação das atividades propostas houve uma melhora na relação professor-aluno, num primeiro momento, os alunos estranharam a “nova” postura do professor. Os mesmos reclamavam constantemente por não obterem diretamente as respostas para os seus questionamentos, mas os meios que deveriam seguir para conseguilas. Isso se explica pela falta de hábito dos mesmos em realizar pesquisas de forma autônoma que é imprescindível quando se trabalha com uma metodologia ativa.

A ABP fortalece a relação professor-aluno, porque seu objetivo é promover uma aprendizagem transdisciplinar centrada no aluno, onde o professor torna-se apenas um facilitador do processo de produção do conhecimento. Este método de aprendizagem tem como ponto de partida a utilização de problemas como aquisição e integração de novos conhecimentos, e um estímulo para a aprendizagem e desenvolvimento das habilidades de pesquisa e resolução (BARROWS, 2006).

**Gráfico 7:** ABP fortalece a relação professor–aluno?



**Fonte:** Dados do Autor, 2019.

Aos alunos foi perguntado: *O que você achou do uso dessa metodologia no 3º ano?* (92%) responderam “bom” com a justificativa que mesmo sendo um método novo para eles, o resultado foi positivo, porém, (8,0%) responderam que foi “regular” por não ter sentido diferença do ensino tradicional. Como mostra o Gráfico 8.

Bender (2014) corroborando com a grande maioria dos alunos pesquisados que responderam que a aplicação da ABP no terceiro ano na aula de Física foi bom, por utilizar esse método em suas atividades educacionais e obtendo resultados positivos, pois envolve estudantes em investigações que ultrapassam os limites da sala de aula resultando em aprendizagem acadêmica, assim como, proporciona motivação, engajamento e, em muitos casos, contribuições à comunidade na qual os alunos estão inseridos.

São características, que a maioria dos profissionais da educação almeja podendo ser especialmente úteis em disciplinas costumeiramente consideradas difíceis e de baixo interesse para grande parte dos alunos da educação básica, como é o caso do ensino da Física no Ensino Médio, onde seus egressos não têm boas recordações sobre a citada matéria.

**Gráfico 8:** O que você achou do uso dessa metodologia no 3º ano?



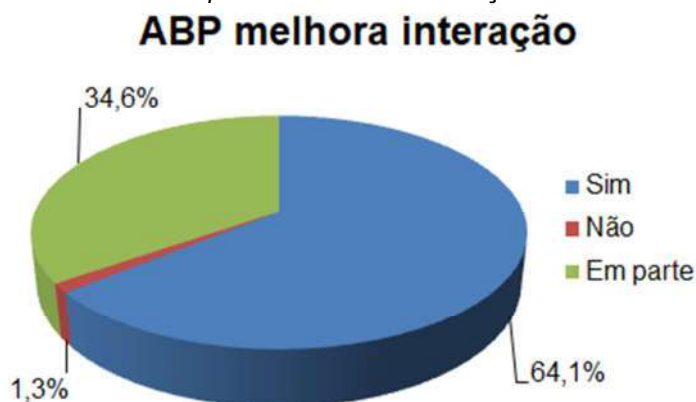
**Fonte:** Dados do Autor, 2019.

*Você acredita que ABP melhora a interação social entre os alunos?* Para essa questão, (64,0%) dos pesquisados responderam “sim”, (35,0%) disseram que melhora “em parte”, e (1,0%) respondeu que “não” melhora. É o que mostra o Gráfico 9.

Analisando as falas e os comportamentos dos participantes durante a aplicação da proposta, pode-se perceber que uma parcela considerável não está preparada nem motivada para trabalhar em grupo, o que dificultou de certa maneira o desenvolvimento das atividades. Falta de afinidade com o grupo, timidez, medo de se relacionar com outras pessoas foram fatores relatados como motivos para tal comportamento.

Barell (2007) afirma que a utilização da ABP contribui para melhorar a interação social entre alunos, pois esse método aguça a curiosidade dos alunos, fazendo com que sejam feitas perguntas sobre fenômenos complexos da atualidade, dos saberes e da vida cotidiana. Nesse processo, os alunos são desafiados a empenharem-se na busca pelo conhecimento, por meio de questionamentos e investigação, para produzir respostas aos problemas identificados e, conseqüentemente, necessitam uns dos outros.

**Gráfico 9:** *Você acredita que ABP melhora a interação social entre os alunos?*



Fonte: Dados do Autor, 2019.

Para a pergunta, *a ABP deve ser usada no ensino de todas as disciplinas?* (89,0%) dos pesquisados responderam “sim”, justificando que o método contribui com o aprendizado, (1,0%) respondeu “não” e (10,0%) que “apenas para o ensino da Física” como mostrado no Gráfico 10.

Soares (2008) corrobora com os alunos que concordam que a ABP deveria ser aplicada em todas as disciplinas, por considerar que as instituições de ensino procuram receber as aspirações de uma nova geração de estudantes por meio de metodologias, métodos e meios pedagógicos, garantindo qualidade e efetividade do ensino.

Uma opção verificada seria a utilização de métodos pedagógicos como a ABP que consente ao estudante desempenhar papel mais ativo e garantindo-lhe maior autonomia no processo de aprendizagem.

**Gráfico 10:** *ABP deve ser usada no ensino de todas as disciplinas?*



Fonte: Dados do Autor, 2019.

*Do que menos gostaram quando da aplicação da ABP na aula de Física?* (85,0%) responderam que foi a “reação dos colegas”, (1,0%) da “postura do professor” e (14,0%) da “aplicação da ABP forma geral”. Como mostra o Gráfico 11.

A opção escolhida pelos pesquisados com maior percentual foi a “reação dos colegas” quando da aplicação da ABP na aula de Física em função do método novo. Compreensível, pois, analisando que a sala de aula é um espaço de relações pedagógicas com o objetivo de crescimento individual, formada pela diversidade de valores, ideias e crenças e focado para a formação, vivência e convivência dos indivíduos, vem a ser natural a reação de cada aluno a respeito do que foi proposto.

Nesse sentido, Lourenço e Palma (2005) asseguram que a diversidade de um grupo aceita a troca de experiências, argumentações, informações e choques em relação a pontos de vista, consentindo que as situações de conflito cognitivo cooperem para a formação do educando, podendo ser considerado estratégia com resultados positivos no processo ensino aprendizagem.

**Gráfico 11:** *Do que menos gostaram quando da aplicação da ABP na aula de física?*



**Fonte:** Dados do Autor, 2019.

Um dos objetivos deste estudo é analisar as opiniões dos alunos submetidos ao ensino ABP e para isso foram analisadas as respostas de cada um dos participantes da pesquisa. No Quadro 2 são apresentados alguns dos aspectos que se destacaram nas falas do alunos:

- Melhoria do raciocínio;
- Aumento no interesse pela aula com a aplicação do método ABP;
- Melhoria da aprendizagem;
- Melhoria da interação entre aluno e professor;

- Gostaram da aplicação do método ABP;

**Quadro 2:** Opinião dos alunos sobre a contribuição da ABP nos aspectos

Aspectos	Pouco	Bom	Bastante	Muito
Raciocínio	1	4	1	
Interesse pela aula	4	4	1	4
Aprendizagem	1	4	21	35
Interação entre aluno/professor				20
Aplicação da ABP	1		1	58
Motivação		1	1	5

Fonte: Dados do Autor, 2019.

Destacaram-se nas respostas dos alunos suas opiniões sobre o que gostaram e não gostaram quando da implementação do ensino orientado para a ABP, responderam de acordo com seus entendimentos e satisfação pelo resultado do trabalho, por isso as respostas foram interpretadas de acordo com o conhecimento do pesquisador em relação aos seus alunos, como mostra o Quadro 3.

**Quadro 3:** O que os alunos gostaram e não gostaram

Aspectos	Gostou	Não gostou
Comportamento dos alunos		17
Comportamento do professor	6	
Metodologia de ensino	44	1
Interação entre aluno/professor	20	
Aplicação da ABP	58	

Fonte: Dados do Autor, 2019.

Seguem alguns extratos de respostas dadas pelos alunos quando convidados a relatar suas experiências com a metodologia ABP (questão 11 do APÊNDICE K) e que servem para ilustrar os aspectos anteriormente citados nos Quadros 2 e 3.

*“Eu não gostei das bagunças dos colegas”.*



*“Eu gostei muito. Muito bom. Aprendi mais com essa metodologia do que com as tradicionais”.*

*“Os pontos positivos foram: melhor aprendizado, melhor comunicação entre professor e aluno e melhor sintetização do conteúdo. O único ponto negativo é que deveria ser utilizado em todos os bimestres”.*

*“Coloca o aluno em uma situação mais realista e um ponto negativo na maioria das vezes é o desinteresse dos alunos”.*

*“A metodologia de ABP é eficiente e cumpre as expectativas no que tange a compreensão do aluno à cerca da utilidade dos assuntos debatidos em sala na vida cotidiana. Logo, particularmente compreendi que na vida real as pessoas são mais individualistas, pois, a interação entre o grupo foi o que menos ocorreu, por mais que a metodologia force o grupo a interagir e proponha problemas a serem resolvidos em grupo. Entretanto, individualmente, funciona praticamente em 100%. Meu apoio é que todas as disciplinas adotassem esta metodologia”.*

*“Foi muito bom, a interação entre aluno e professor melhorou bastante e assim foi possível que ambos colaborassem para o entendimento do conteúdo”.*

*“A ABP foi muito bom, o elo entre professor e aluno se tornou muito melhor, e o aprendizado se tornou muito mais rápido e prático”.*

*“ABP é uma metodologia muito boa e que facilita o aprendizado. Trazendo problemas reais, de certa forma, respondeu à pergunta que muitos alunos tem: “onde eu irei utilizar isso em minha vida?”. Contudo, em certos momentos, o comportamento dos colegas de sala pode atrapalhar a utilização dos demais”.*

*“É um método muito bom, intuitivo e instiga o aluno a pensar fora de sala, em seu próprio cotidiano, situações diárias que às vezes não percebeu tal propriedade física, a parte negativa ficou por conta dos próprios alunos mesmo, experiência muito boa mas a relação docente-discente não foi tão legal, pelo menos pra mim”.*

*“Penso que no geral foi muito bom e instigante, o que faltou talvez foi mais infraestrutura para que todos os alunos pudessem participar de maneira mais efetiva, digo, que tivesse material suficiente para que, por exemplo os alunos pudessem montar ao menos mini amplificadores em sala de aula, ali no momento da explicação”.*

*“A rotina escolar, por vezes, tornasse cansativa e repetitiva para o aluno, o que dificulta à aprendizagem, sobretudo, as aulas com muitos slides ou com um conteúdo um pouco mais complexo, e os estudos ficam presos na sala de aula. A ABP fez com que nós alunos “olhássemos” para o conteúdo apresentado em aula, aplicando-o em nosso cotidiano, comprovando aos alunos a utilidade de tudo o que é passado na aula. Um ponto negativo talvez tenha sido a forma um pouco mecânica que os alunos trabalharam, o objetivo da ABP não foi concluída em 100%, pois nós alunos não fomos tão dinâmicos”.*

*“O método de modo geral ampliou a relação social dentro de sala de aula proporcionando uma melhor comunicação tanto entre alunos como entre aluno e professor, deixando os alunos mais confortáveis para realizarem questionamentos em relação ao assunto.”*

*“A forma ABP ajudou bastante na forma de aprendizagem, fazer com que a gente tentasse solucionar os problemas, e ter que ir atrás de informações, ajudou bastante tanto na interação com outras pessoas, quanto para melhorar nossos conhecimentos. A parte em qual não gostei, foi em parte a postura de outros colegas, que as vezes não colaboravam na busca dessas informações para solução de grande parte das atividades”.*

*“O método ABP, é um conceito bem interessante para o aprendizado, isto é, com esse novo método desperta o interesse dos alunos pela matéria, além do trabalho conjunto e explicação de todos na frente da sala de aula, um trabalho dinâmico!”*

*“O método de ABP é uma excelente forma de aprender na prática os conceitos ensinados pelo professor, pois, em diversos casos, quando não utilizada, o conteúdo fica apenas na forma teórica e isso é um empecilho para o entendimento de alguns alunos. Dessa forma, a ABP melhorou significativamente as aulas de física. Em relação aos pontos ruins, não pude observar nenhum”.*

*“Este é um método de ensino bem eficiente para a física, que é uma ciência da natureza e, portanto, necessita de atividades experimentais desafiadoras aos alunos, para que os mesmos tenham uma melhor compreensão dos conceitos”.*

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÃO

A busca pela aproximação do ensino da Física com a realidade dos alunos tem sido o desafio da maioria dos professores desta disciplina no sistema educacional brasileiro. Por isso, experimentam novas propostas pedagógicas, com o objetivo de melhorar a sua prática docente procurando caminhos que levem a uma ação de ensino mais eficaz.

Neste sentido, ao investigar as alternativas metodológicas que corroborem com esta proposta optou-se pela Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) por se destacar tanto na compatibilidade com os objetivos propostos, quanto pelo potencial desenvolvimento de capacidades altamente relevantes na sociedade atual. Mesmo sabendo que o processo de inovação didática é complexo e não representa, ou não deveria representar a mera reprodução de uma metodologia de ensino oriunda de outro contexto.

Com o objetivo de apresentar o método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como proposta didática facilitadora de aprendizagem no ensino de Física, para turmas de 3º ano do ensino médio em escola pública, realizaram-se procedimentos de análise envolvendo a ABP identificadas no referencial teórico e alcançadas nos objetivos específicos como:

- Desenvolveu atividades didáticas/motivadoras onde valorizou o ensino dos conteúdos básicos de Eletrodinâmica;
- Desenvolveu competências e habilidades nos alunos;
- Contribuiu no manuseio dos experimentos de acordo com os conceitos e problemas propostos;
- Analisou as opiniões dos alunos submetidos ao ensino ABP.

Constatou-se no alunado com a execução da sequência didática um aumento considerável na capacidade de análise, no uso de critérios para seleção de informações, na capacidade de tomar decisões e na formulação de soluções para as atividades propostas, assim como na sua autonomia, pois os mesmos eram estimulados a buscar novas informações para solucionar seus questionamentos, melhorando assim o seu próprio aprendizado. Eles também melhoraram as habilidades de raciocínio, trabalho em grupo, interpretação e

argumentação, bem como pensamento crítico e criativo. Em resumo, os mesmos foram capazes de entender a complexidade das atividades propostas procurando solucioná-las utilizando os conceitos que foram vistos em sala de aula.

Analisando os dados obtidos com a avaliação da metodologia pelos alunos podemos concluir que a sequência didática utilizada foi muito bem avaliada pelos discentes participantes que a classificaram como mais esclarecedora do que a metodologia tradicional, pois a mesma trouxe os conteúdos vistos em sala de aula para o seu cotidiano. Outro aspecto relevante que pode ser notado na avaliação é a de que a proposta respeita a opinião dos mesmos e contribuiu significativamente para a melhoria do seu aprendizado e de sua autonomia. Além de ser uma ferramenta eficaz no fortalecimento da relação entre professor-aluno e nas relações sociais entre os participantes dos grupos de trabalho.

Ressalta-se que a escolha pela metodologia tradicional no ensino da Física não configura demérito a nenhum professor, porém, quando os alunos foram questionados se o método ABP é mais esclarecedor do que o ensino no modo tradicional, a grande maioria dos alunos concordou com a ABP.

Sobre os problemas práticos propostos envolvendo situações cotidianas, aliados aos experimentos realizados pelo professor em sala, elas tornaram mais fáceis a compreensão dos conceitos apresentados. A resposta foi surpreendente para a maioria dos alunos pesquisados, comparando que há grande diferença do método tradicional de ensinar.

O tempo curto e a falta de um espaço adequado (laboratório de Física) para a realização dos experimentos foram as principais dificuldades encontradas durante a realização desta proposta. Uma das formas encontradas para superar a falta de tempo foi, sempre que possível, o de marcar reuniões de orientação dos grupos nos contra turnos dos mesmos. Esses momentos foram de extrema importância no encaminhamento da realização das atividades pelos alunos, pois são nesses momentos que eles tiram suas dúvidas e recebem orientações para alcançar os seus objetivos. A escolha de experimentos simples se deu justamente pelo fato de que os mesmos precisariam ser levados para cada sala de aula onde eles teriam que ser montados em um curto intervalo de tempo para não prejudicar o andamento da aula.

A partir dos resultados apresentados neste trabalho concluímos que os procedimentos ABP aplicados alcançaram um relevante progresso no desempenho e envolvimento dos alunos, contribuindo efetivamente para a melhoria no aprendizado dos mesmos. No entanto, há espaço para prosseguir investigando como diferentes fatores contribuem ou restringem o desenvolvimento da capacidade dos discentes no contexto do ensino de Física promovido pela ABP, assim como a motivação dos estudantes para aprender Física. Sobre a falta de interesse apontada, a experiência docente mostra que não é incomum identificar esse fator na disciplina de Física. Por fim, fazer com que o trabalho iniciado neste estudo tenha continuidade e realmente contribua para a melhoria do ensino da Física foi o maior objetivo do autor.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABID, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARELL, J. **Problem-Based Learning. An Inquiry Approach**. Thousand Oaks: Corwin Press. 2007.
- BARRETT, T.; MOORE, S. **New Approaches to Problem-Based Learning. Revitalising your practice in higher education**. New York: Routledge, 2011.
- BARROWS, H. S. A Taxonomy of Problem-Based Learning methods. **Medical Education**, v.20, p. 481-486, 2006.
- BARROWS, H., & TAMBLYN, R. M. **Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education**. New York: Spring Publishing Company, 1980.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: PENSO, 2014.
- BORGES, T. S., & ALENCAR, G. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante**: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. Cairu em Revista, 3(4), 119-143, 2014.
- BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 11.892, de 29 de Dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Disponível em: [file:///C:/Users/60147/Downloads/201112310529718lei\\_11.892\\_de\\_29\\_de\\_dezembro\\_de\\_2008\\_-\\_institui\\_a\\_rede\\_federal\\_de\\_educacao\\_profissional,\\_cientifica\\_e\\_tecnologica.pdf](file:///C:/Users/60147/Downloads/201112310529718lei_11.892_de_29_de_dezembro_de_2008_-_institui_a_rede_federal_de_educacao_profissional,_cientifica_e_tecnologica.pdf). Acesso em: 14 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretária da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: SEMTEC, 1999.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o ensino médio, volume 2. Física**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica, 2007.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Física**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. **O ensino da Física no Brasil: Problemas e desafios**. PUC – PR, 2015.

CRUZ, J. B. **Experiências de Laboratório: Curso técnico de formação para os funcionários da educação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

DELORS, J. et all. **Educação um tesouro a descobrir**. 8. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2003.

DOCHY, F., SEGERS, M., & SLUIJSMANS, D. The use of self-, peer and co-assessment in higher education: A review. **Studies in Higher Education**, n. 24, p. 331-350, 1999.

FLINT, W. J. **Problem-based Learning: welcome to the real world: a teaching model for adult learners**. Charleston, South Carolina: BookSurge Publishing, 2007.

GLEISER, M. “Por que ensinar física?”. In: **Revista física na escola**. vol.1, n.1, 2000.

GOBARA, S. T.; GARCIA, J. R. B. As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo: SciELO, v. 29, n. 4, p. 519-525, 2007.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Além da detecção de Modelos Mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v. 7, n. 1, p. 31-53, 2002.

GRIFFITHS, David. **Eletrodinâmica**. 3 ed. São Paulo: Pearson, 2011.

GUALTER, J. B.; HELOU, D.; NEWTON, V. B. **Tópicos de Física**. 18. Ed. Vol. 3. São Paulo: Saraiva. 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HARGREAVES, A. O ensino como profissão paradoxal. **Pátio: revista pedagógica**, Porto Alegre, ano 4, n. 16, p. 13-18, fev./abr. 2011.

HELLER, P., KEITH, R. & ANDERSON, S. Teaching Problem Solving through Cooperative grouping. Part 1: Group versus Individual Problem Solving. **Am.J.Phys**, v. 60, n.7, p. 627-636, 1992.

HIGA, I; OLIVEIRA, O. B. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, n. 44, p. 75-92, 2012.

HUNG, W., JONASSEN, D. H., & LIU, R. (2008) **Problem-Based Learning**. In: Spector, M., Merrill, M. D., & Bishop, M. J. (eds.). Handbook of Research on

Educational Communications and Technology. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.

HURD, P.: Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, 1998, vol.82, n.3, pp 407-416.

LEÃO, D. M. M. **Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista**. 1996, 20 folhas. Artigo – Universidade Federal do Ceará, UFC – CE.

LEITE, L.; AFONSO, A.: Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. **Boletín das Ciencias**, 2001, v.48, p. 253-260.

LEITE, L.; ESTEVES, E. Da integração dos alunos à diferenciação do ensino: o papel da aprendizagem baseada na resolução de problemas. In: CASTELLAR, S. (Org.). **Conhecimentos escolares e caminhos metodológicos**. São Paulo: EJR Xamã Editora, 2012.

LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química. In: SILVA, Bento; ALMEIDA, Leandro (Eds.). **Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia**. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

LOURENÇO, R. S.; PALMA, A. P. T. V. O conflito cognitivo como princípio pedagógico no processo ensino-aprendizagem nas aulas de física. **Revista de Educação do Cogeime**, ano 14, n. 27, dez./2005. p. 43-54.

MACHADO, A.R.; CRISTOVÃO, V.L.L. A construção de modelos didáticos de gêneros: aportes e questionamentos para o ensino de gêneros. **Revista Linguagem em (Dis)curso**. v. 6, n. 3. set/dez., 2006.

MÁXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2006.

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C.F. “Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física”. **Revista brasileira de ensino de física**. v. 24, n. 02, pp.77-86, jun. 2002.

MENEGOTTO, J. C.; ROCHA FILHO, J. B. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v.7, n. 2, p. 298–312, 2008.

MITRE, S. M., SIQUEIRA-BATISTA, R., GIRARDI-DE-MENDONÇA, J. M., MORAIS-PINTO, N. M. de, MEIRELLES, C. A. B., PINTO-PORTO, C., MOREIRA, T., & HOFFMANN, L. M. A. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 3(2), 2133-2144, 2008.



MONTANHER, V. C. **Doutorado. Aprendizagem baseada em casos nas aulas de Física do Ensino Médio.** Universidade Estadual de Campinas, SP: [s.n], 2012.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais.** Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Textos de Apoio ao Professor de Física, V. 24, N. 6, 2013.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2015.

MOREIRA, M. A., **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.

MOTA, N. S.; MARTINS, R. L. C.; SIQUEIRA, A. B. O.; AZEREDO, E. C. Jogos didáticos e monitorias: relatos de contribuições do PIBID/FÍSICA em escola pública de Campos dos Goytacazes. In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 4., 2014. **Anais...** Ponta Grossa: UTFPR, 2014.

NORMAN, G. R.; SCHMIDT, H. G. The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. **Academic Medicine**, v.67, n.9, p.557-565, 1992.

OLIVEIRA, Maria Marly. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

OSTWALD, M J.; CHEN, S E.; VARNAM, B.; MCGEORGE, D. 'The application of problem-based learning to distance education'. In: SCRIVEN, B; JUNDIN, R; RYAAN, Y (eds) **Distance Education for the Twenty First Century, Selected Papers from the 16th World Conference of International Council for Distance Education**, Thailand, 1992.

PEDERSON, S.; LIU, M. Teachers' beliefs about issues in the implementation of a student centered learning environment. **ETR&D, Dordrecht**, v. 51, n. 2, p. 57-76, 2003.

PENA, F.L.A. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 424-438, 2008.

PEREIRA, R. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. **Anais do VI Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"**, São Cristóvão, 1-15, 2012.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. C. **O ensino de ciências e a experimentação.** Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, IX ANPED SUL. Caxias do Sul, p. 01 - 13, 2012.

RIBEIRO, L. R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores.** 2008. 209f. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

SAVERY, J.; DUFFY, T. **Problem Based Learning: An instructional model and its constructivist framework**. Bloomington: Indiana University, Center of Research on Learning and Technology, 2001.

SILVA, A. N. R., KURI, N. P., & CASALE, A. **PBL and B-Learning for Civil Engineering Students in a Transportation Course**. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 138(4), 305-313, 2012.

SOARES, M. A. **Aplicação do método de ensino Problem Based Learning (PBL) no curso de Ciências Contábeis: um estudo empírico**. 2008. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

TAN, O. S. **Problem-based learning innovation: Using problems to power learning in the 21st century**. Singapore: Thomson Learning Asia, 2003.

TARTUCE, G. L. B. P. A. Alunos do ensino médio e atratividade da carreira docente no Brasil. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 40, n. 140, p. 445-477, mai./ago. 2010.

VYGOTSKY, L.S. **Aprendizado e Desenvolvimento**. Tradução de Marta Kohl de Oliveira. São Paulo: Scipione, 1987.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WALSH, W.J. (1978). **The McMaster programme of medical education**, Hamilton, Ontario, Canada: developing problem-solving abilities. Public Health Pap., 70, 69-77, 1978

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

# APÊNDICES

## **APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**

### **1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO**

Este produto educacional foi desenvolvido baseado em experiências realizadas em sala de aula e tem a pretensão de orientar os professores de Física na construção de saberes junto a seus alunos, assim como, servir de instrumento de apoio ao ensino da Eletrodinâmica. Este material integra a minha dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF – UFPA).

Esse material contém uma proposta metodológica que discute estratégias buscando despertar nos alunos do 3º ano do ensino médio interesse pelas aulas de Física, por meio de métodos que aproximem os conteúdos ao dia a dia dos alunos, assim como, que possam fazer o uso da contextualização dos mesmos, fazendo uso dos entendimentos prévios no processo de Ensino-aprendizagem de Eletrodinâmica por meio de novas formas de construção de saberes. Neste contexto considera-se a Aprendizagem Baseada em Problemas como uma ferramenta de ensino eficiente tanto para o professor como para o aluno.

As atividades propostas devem ser desenvolvidas e adaptadas segundo a realidade de cada professor e de cada escola. Esse material visa à satisfação da demanda por novas formas de construção de saberes, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é indicada como um método de aprendizagem transdisciplinar, pois, foca na construção do conhecimento por meio de desafios buscando resolver problemas do cotidiano, além de contribuir para unir o processo de ensino e a prática por meio do desenvolvimento de ideias partindo do conhecimento e da comunicação entre pares, além do desenvolvimento das competências.

Este material pode ser aplicado em turmas do 3º ano do ensino médio regular (ou não) na íntegra ou parcialmente dependendo da realidade de cada docente. Ressaltando que as ideias contidas neste texto podem ser adaptadas e utilizadas para trabalhar qualquer assunto, pois oferecem diretrizes significativas e motivadoras para o desenvolvimento e a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem.

## 2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Por muito tempo a abordagem baseada na transmissão do conhecimento acumulado tem sido parâmetro de aprendizagem de uma disciplina para os alunos de escolas do ensino básico, mas talvez essa fase esteja chegando ao seu final, pois, a evolução do conhecimento tecnológico fez e continua fazendo mudanças estruturais no ensino em todos os níveis, exigindo dos alunos renovação em seus conhecimentos e aprofundamento que inove o método de ensino, principalmente, na Física em nível médio.

Dentre essas mudanças estruturais na maneira de ensinar, apresenta-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), considerada um método que fornece combinação da aquisição de conhecimento com a aprendizagem de competências, pois ao trabalhar esse método, os alunos adquirem conhecimento, enquanto aprende a aprender progressivamente de maneira independente, mas sempre orientado por um tutor e uma equipe de professores.

De acordo com Norman e Schmidt (1992) o método ABP é formado por uma coleção de problemas especialmente criados por grupos de professores de assuntos relacionados, apresentados a pequenos grupos de alunos assistidos por um tutor. Os problemas, usualmente, incidem em uma descrição em linguagem o mais simples possível e não em técnica de conjuntos de fatos ou fenômenos observáveis que representam um desafio ou uma questão, isto é, requerem explicação. A tarefa do grupo de estudantes é discutir esses problemas e produzir explicações provisórias para os fenômenos, descrevendo-os em termos bem fundamentados de processos, princípios ou mecanismos relevantes.

Para resolver o problema, os alunos da ABP tem que definir uma abordagem estruturada, passo a passo para a solução. Na instrução tradicional, os alunos recebem uma lista de etapas do livro de receitas para resolver um determinado problema. No caso da ABP, os alunos esforçam-se para executar as etapas com os significados implícitos das mesmas acompanhadas de suas experiências cotidianas.

Em uma abordagem ABP, no entanto, os alunos devem gerar seu próprio método passo a passo para resolver cada problema. Assim, embora surjam dificuldades na realização de um dado passo, não há confusão na sequência ou no significado de cada passo requerido. Além disso, à medida que os alunos trabalham para resolver o problema, vários caminhos de solução surgem entre os grupos. Os

estudantes, portanto, veem a solução de problemas como um processo criativo que pode assumir muitas formas dentro de um determinado conjunto de restrições.

Ao contrário das atividades tradicionais de solução de problemas em que uma solução preferida é geralmente apresentada, muitas soluções são possíveis para qualquer problema específico. As atividades de ABP permitem que os alunos percebam que a solução de problemas não é um tipo uniforme de atividade de tamanho único e que muitos caminhos de solução são possíveis. Aprendem também a aplicar novos conhecimentos na resolução de diferentes problemas semelhantes aos que se apresentarão no desempenho de diferentes facetas de seu trabalho. Trabalhar em equipe de forma supervisionada, identificando seus objetivos de aprendizagem, administrando seu tempo de modo eficaz, identificar quais aspectos do problema eles ignoram ou precisam explorar com mais profundidade, para investigá-los por conta própria, direcionando sua própria aprendizagem. E beneficiando neste processo da colaboração de seus pares, que contribuem também o contraste necessário para suas investigações e formas de entender o que estão estudando.

### **3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ELETRODINÂMICA**

Como professor de Física tenho observado ao longo do tempo a grande dificuldade que os alunos do terceiro ano do ensino médio têm em relação à aprendizagem dos conteúdos e conceitos que se relacionam com a prática e com o cotidiano dos mesmos, tornando um desafio cada vez maior para os professores, principalmente, com o estudo da Eletrodinâmica.

É notório que o uso da eletricidade contribuiu muito com o surgimento de novos meios de comunicação, entre os quais, pode-se citar o rádio, a televisão, o telefone, a internet, e tantos outros, são utensílios modificadores no modo de vida das pessoas, e que, atualmente, incorporaram ao cotidiano e são vistos como indispensáveis à manutenção da vida moderna. Porém, a maioria das pessoas não tem conhecimento de que a evolução dos instrumentos de comunicação está diretamente associada à forma em que o homem desenvolveu para controlar e utilizar a energia elétrica.

Assim sendo, este produto educacional corresponde a uma sequência didática que tem como ideia principal a proposta de promover o estudo dos conteúdos de Eletrodinâmica, sob a perspectiva da Corrente e potência elétrica; Resistência elétrica e primeira Lei de Ohm; Associação de resistores; Geradores elétricos; Receptores elétricos; Associação de geradores, os quais são abordados seguidamente sob a mesma perspectiva pedagógica, iniciando a partir dos conceitos mais elementares referentes ao tema.

A proposta foi desenvolvida objetivando adequar-se à realidade da educação básica, mais precisamente à realidade do 3º ano do ensino médio, de escola pública, regular; visando desenvolver um caminho distinto que proporcione tanto para os professores como para os alunos experiências novas, com a motivação para desenvolver novas práticas que possam contribuir significativamente para melhoria dos processos de ensino e da aprendizagem.

Desenvolveu-se a análise dos conhecimentos prévios dos alunos, seguida de uma breve revisão. E assim, deu-se início à aplicação da sequência propriamente dita, ou seja, a iniciação dos estudos sobre Eletrodinâmica.

Após a apresentação da proposta elaborou-se uma sequência didática planejada em 8 (oito) planos de aulas, com duração de 100 minutos cada aula (duas aulas de 50min), onde foram divididos da seguinte maneira:

1º Momento: Apresentação de conceitos relacionados à corrente e potência elétrica.

2º Momento: Apresentação dos conceitos relacionados à resistência elétrica e da primeira Lei de Ohm.

3º Momento: Apresentação dos conceitos relacionados à segunda lei de Ohm.

4º Momento: Apresentação dos conceitos relacionados à associação de resistores em série, paralelo e associações mistas.

5º Momento: Apresentação dos conceitos relacionados à medida de tensão, corrente e resistência elétrica em um circuito.

6º Momento: Apresentação das características de um gerador elétrico.

7º Momento: Apresentação das características de um receptor elétrico.

8º Momento: Apresentação das características das associações de geradores.

Quadro descritivo com as etapas e cronograma de aplicação.

**Quadro A.1.** Organização da sequência didática.

<b>Encontros</b>	<b>Atividade interna executada em ambiente escolar.</b>	<b>Tempo de execução (em minutos)</b>
1º Momento	Essa atividade inicia o estudo dos três conceitos mais conhecidos da eletricidade: corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. A aula é iniciada com o professor motivando seus alunos, momento fundamental para que os docentes se envolvam nas atividades que virão. Deve-se pedir aos mesmos que façam um levantamento sobre a eletricidade e, principalmente, de alguma atividade que tenham feito durante o dia e em qual delas dependeu da eletricidade para ser realizada. Após esse momento, apresentam-se os conceitos de corrente e potência elétrica, juntamente com a resolução de alguns exemplos que envolvam as equações vistas. Em seguida, realizam-se os experimentos (APÊNDICE F) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. No final da aula, deve-se fazer uma breve revisão dos conteúdos abordados, e propor a primeira atividade ABP (APÊNDICE B) que deverá ser resolvida em grupos de no máximo 5 (cinco) alunos e os mesmos deverão apresentar suas respostas em duas semanas.	100
2º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados à	100



	resistência elétrica e da primeira Lei de Ohm em conjunto com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE G) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O momento final da aula (por volta de 30min) deve ser utilizado para acompanhar o andamento da resolução da primeira atividade ABP pelos grupos, cabendo ao professor orientar os grupos de alunos, propondo alternativas para que os mesmos encontrem maneiras de atingir os objetivos da atividade proposta.	
3º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresenta-se a definição matemática da segunda lei de Ohm em conjunto com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE G) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O segundo horário da aula (por volta de 50min) deve ser utilizado para que os grupos apresentem aos demais alunos às soluções da primeira atividade ABP proposta. O professor deve mediar às discussões que surgirão com a apresentação das soluções pelos grupos, tendo em mente que respostas não serão iguais.	100
4º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados à associação de resistores juntamente com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE H) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. No final da aula, deve-se fazer uma breve revisão dos conteúdos abordados, e propor a segunda atividade ABP (APÊNDICE C) que deverá ser resolvida em grupos de no máximo 5 (cinco) alunos e os mesmos deverão apresentar suas respostas em duas semanas.	100
5º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados à medida de tensão, corrente e resistência elétrica em um circuito em conjunto com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realizam-se os experimentos (APÊNDICES E, F, H e I) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O momento final da aula (por volta de 30min) deve ser utilizado para acompanhar o andamento da resolução da segunda ABP pelos grupos, cabendo ao professor orientar os grupos de alunos, propondo alternativas para que os mesmos encontrem maneiras de atingir os objetivos da atividade ABP proposta.	100
6º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados às características de um gerador elétrico juntamente com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE I e J) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O segundo horário da aula (por volta de 50min) deve ser utilizado para que os grupos apresentem aos demais alunos às soluções da segunda atividade ABP proposta. O professor deve	100

	mediar às discussões que surgirão com a apresentação das soluções pelos grupos, tendo em mente que as respostas não serão iguais.	
7º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados às características de um receptor elétrico em conjunto com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE I) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. No final da aula, deve-se fazer uma breve revisão dos conteúdos abordados, e propor a terceira atividade ABP (APÊNDICE D) que deverá ser resolvida em grupos de no máximo 5 (cinco) alunos e os mesmos deverão apresentar suas respostas na semana seguinte.	100
8º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados às características das associações de geradores juntamente com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE J) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O segundo horário da aula (por volta de 50min) deve ser utilizado para que os grupos apresentem aos demais alunos às soluções da terceira atividade ABP proposta. O professor deve mediar às discussões que surgirão com a apresentação das soluções pelos grupos, tendo em mente que respostas não serão iguais. Finalizam-se as atividades aplicando o questionário avaliativo da metodologia (APÊNDICE K).	100

O professor deve apresentar aos alunos a sua proposta de trabalho e explicar o que será desenvolvido ao longo das etapas. Em seguida ele deve dar início aos conteúdos que farão parte dos estudos. Poderá fazer uso da maior quantidade de recursos possíveis e disponíveis (livro didático, data show, animações, vídeos, simulações e experimentos) para enriquecer ao máximo a abordagem desse conteúdo. A dinâmica em sala de aula deverá seguir o seguinte roteiro básico:

- Apresentação dos conceitos;
- Realização de experimentos simples;
- Trabalhar em grupos nas soluções das atividades ABP;
- Avaliação;

Os conceitos devem ser apresentados aos alunos de maneira clara e objetiva, utilizando seus conhecimentos prévios e, sempre que possível contextualizados com a sua própria realidade enfatizando sempre que uma das

principais finalidades do ensino das ciências naturais deve ser o de formar cidadãos que possam utilizar os conhecimentos científicos para agir ativamente e de forma responsável em processos de tomada de decisão na sociedade.

### 3.1 A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO

Na opinião de alguns educadores de Física, a melhor forma de contextualizar este ensino e trazê-la para o cotidiano do aluno é por meio da experimentação. Segundo Reginaldo *et al* (2012), a experimentação estabelece a dinâmica e indissociável relação entre teoria e prática, pois a sua utilização em sala de aula tem sido apontada por professores e alunos como sendo um otimizador no processo de ensino e aprendizagem, considerando que elas facilitam o exercício pedagógico e aumentam o entendimento do aluno.

Para Cruz (2009), não há dúvidas que o ensino das Ciências deve ocorrer de maneira integrada com as atividades de laboratório evidenciando que o experimento é uma das ferramentas adequada à construção do conhecimento, pois desperta o interesse do aluno por estar em contato com a prática, além de aumentar sua capacidade de aprendizado oportunizando-o à iniciação científica.

Nesse sentido, Higa e Oliveira (2012) citam que a experimentação como estratégia à aprendizagem independentemente do método utilizado pelo professor, o essencial é a problematização do conhecimento dos estudantes, suas explicações e relações estabelecidas. Um dos objetivos é não dissociar teoria e prática. Por isso, deve-se utilizar a experimentação como um método para agregar valor e o seu uso, concomitante, e de modo complementar, torna o aprendizado concreto e significativo, visto que o estudante consegue relacionar o que é ensinado com seu cotidiano, fazendo com que o ensino experimental seja visto de maneira importante para uma reflexão e análise no trabalho prático.

No entanto, Reginaldo *et al* (2012) comenta que a dificuldade do professor em realizar atividades experimentais, nas aulas de Ciências e Física, pode estar associada a falta de motivação e de condições de trabalho, o que resulta na acomodação ao ensino estritamente teórico expositivo. Nas escolas públicas e, inclusive, em algumas escolas particulares, existe falta de recursos para a compra de materiais e, até mesmo, a ausência de espaço específico para as atividades,

além de salas numerosas, falta de tempo para o professor planejar e realizar suas atividades e número reduzido de aulas semanais, bem como, a precariedade da formação inicial dos professores para situações de ensino experimental.

Araújo e Abid (2003) ao fazerem um estudo a respeito da utilização de experimentação como estratégia no ensino de Física, no que diz respeito ao seu grau de direcionamento, classificaram as atividades em três grupos: demonstração, verificação e investigação, os quais podem ser utilizados quando houver um experimento. Na perspectiva dos autores, tais abordagens podem ser utilizadas em qualquer atividade experimental proposta aos alunos e com grande potencial de sucesso.

Neste produto educacional foram utilizados alguns experimentos simples (apêndices E, F, G, H, I e J) ajustados a realidade de uma escola que não possui laboratório de Física. Fica a critério do professor reproduzi-los ou optar por utilizar outros que tenham igual relevância.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES ABP PROPOSTAS

As atividades ABP utilizadas nesta sequência didática (APÊNDICES B, C e D) foram apresentados aos grupos de alunos após a exposição dos conteúdos e a realização dos experimentos em sala de aula. Nesse caso, portanto, o problema não é usado para construir entendimento, mas para amarrar em diferentes partes do conhecimento e atuar como uma atividade de síntese (Heller et al., 1992). Nessa perspectiva, os alunos utilizarão os conceitos formais apresentados pelo professor nas aulas para resolver situações reais relacionadas ao cotidiano dos mesmos.

Os problemas foram escolhidos levando em conta a sua relevância para os alunos, o que é de fundamental importância para que os mesmos mantivessem o interesse para tentar alcançar uma solução viável. Como a maioria das soluções de ABP é obtida por um longo período de tempo, é importante manter a motivação. Isso é reforçado quando os alunos entendem a relevância de seu trabalho de classe (Ostwald et al., 1992). Outra vantagem, como consequência do uso de problemas relevantes, é a capacidade dos alunos de transferir as habilidades e conhecimentos adquiridos em sala de aula, na resolução de problemas da vida real. Nessa perspectiva, listamos alguns objetivos que deverão ser alcançados pelos grupos de alunos ao solucionar as atividades propostas:

- Fazer com que os mesmos utilizem na prática os conceitos trabalhados em sala de aula;
- Promover o desenvolvimento integral do aluno (conhecimentos, procedimentos, habilidades, atitudes e valores);
- Promover uma atitude positiva em relação a sua própria aprendizagem (respeitando a autonomia do aluno), através de sua própria experiência adquirida durante a dinâmica do trabalho;
- Promover e estimular o trabalho em equipe;
- Alcançar o aprendizado significativo;
- Estimular a motivação;
- Provocar nos alunos uma reflexão sobre o uso consciente dos recursos naturais do Planeta e, conseqüentemente, dos seus recursos energéticos;
- Provocar nos alunos uma reflexão sobre os perigos envolvidos na utilização de equipamentos elétricos nas residências;
- Provocar nos alunos uma reflexão sobre as injustiças sociais cometidas a populações menos favorecidas;
- Estimular o uso responsável de equipamentos para evitar o desperdício de energia;
- Despertar consciência ambiental e social;
- Despertar consciência de grupo.

É importante salientar que o professor, durante a realização das atividades ABP pelos grupos, deixa de ser responsável por fornecer informações diretamente aos alunos e passa a ser um facilitador tanto de seu aprendizado como do desenvolvimento da dinâmica de grupo, permitindo aos alunos autonomia crescente na aquisição de conhecimentos e fortalecendo o processo de interdependência. O aluno tem papel de protagonista no seu processo de aprendizagem.

## 4 AVALIAÇÃO

Como se sabe, a avaliação serve para saber, por um lado, se os alunos estão atingindo os objetivos de aprendizagem e em que medida e, por outro, para saber se temos que estabelecer correções no processo. Isto é, pode ser de natureza somativa ou formativa.

Como a ABP busca tanto a aprendizagem quanto o desenvolvimento da capacidade autônoma de aprendizagem dos alunos, as duas formas de avaliação são cruciais quando se utiliza essa metodologia. Adotar isso, portanto, implica assumir a responsabilidade de modificar substancialmente a avaliação, de modo que ela reflita tanto a aprendizagem dos alunos, referindo-se especificamente às modalidades de aprendizagem buscadas pela ABP, quanto ao processo de aprendizagem.

Na ABP a avaliação ocorre durante todo o processo, ou seja, durante a realização da tarefa e no final dela. São avaliados os conteúdos de aprendizagem incluídos nos problemas com os quais trabalhamos. Nas palavras de Dochy, Segers e Sluijsmans (1999), a avaliação deve ir além da mensuração da reprodução do conhecimento, uma vez que os testes tradicionais não são apropriados para formas de aprendizagem que se referem à resolução de problemas, a construção de significados por parte do aluno e o desenvolvimento de estratégias para enfrentar novos problemas e tarefas de aprendizagem. É necessário, portanto, que a avaliação aumente o uso de diferentes tipos de elementos para cuja solução os alunos tenham que interpretar, analisar, avaliar problemas e explicar seus argumentos.

Todos os envolvidos no processo são responsáveis pela avaliação. O professor, por um lado, mas também os alunos e o grupo. O professor pode recorrer à avaliação contínua de todos os problemas que foram trabalhados, mas também a uma avaliação final no final do curso. Por outro lado, avalia, também continuamente, a participação no grupo, o envolvimento no trabalho dos problemas, o trabalho desenvolvido e os resultados obtidos no decorrer da tarefa; também avalia o trabalho em grupo.

O aluno, por fim, realiza sua própria auto avaliação (de sua contribuição ao trabalho do grupo, de seu envolvimento e responsabilidade), bem como a avaliação do grupo com o qual trabalha em equipe. E também avalia o professor ao final de

cada caso, a fim de facilitar o retorno ao professor sobre como seu desempenho é percebido pelo grupo e arbitrar, se necessário, propostas que se ajustem às demandas e necessidades do grupo.

## 5 RECOMENDAÇÕES

O objetivo deste trabalho é propor o método da Aprendizagem Baseada em Problemas como ferramenta motivadora de ensino-aprendizagem cooperativo e colaborativo capaz de tornar o aluno construtor de sua própria aprendizagem inserindo-o em uma realidade próxima ao que enfrenta no seu dia-a-dia por meio de problemas propostos e ao professor de Física melhoria em sua prática de ensino.

Recomendo o uso desse produto não só para o ensino da Física, mas para qualquer outra disciplina, e que os demais professores aceitem a ideia e que possam contribuir no sentido de aprimorar essa proposta de trabalho.

Portanto, a metodologia da ABP envolve claras vantagens, como a motivação e envolvimento dos alunos, bem como na reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem, condição essencial para que a aprendizagem autônoma ocorra. E, também, na profundidade do conhecimento adquirido e na capacidade de aplicar esse conhecimento quando relevante. No entanto, a metodologia leva tempo e isso muitas vezes limita a extensão dos programas que podem ser vistos. De alguma forma, poderíamos dizer que ela ganha em profundidade e qualidade às custas de limitar a extensão do conhecimento. Isso é algo a ser valorizado pela equipe de ensino que deve realizar uma seleção cuidadosa dos conteúdos fundamentais que serão tratados dentro do processo de acordo com a realidade do aluno.



## APÊNDICE B

### ATIVIDADE I: ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA FAMÍLIA

#### Cobrança de energia terá que ser regularizada em Tucuruí

**Moradores de vilas de funcionários da usina hidrelétrica pagam valor fixo. MPF quer que Eletronorte faça medição do consumo individual.**

Do G1 PA

23/09/2014 18h05 – Atualizado em 23/09/2014 18h34

Disponível em <<http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/09/cobranca-de-energia-deve-ser-regularizada-em-tucuru.html>>. Acessado em 16/04/2019



A Usina Hidrelétrica de Tucuruí foi inaugurada em 1984 (Foto: Divulgação)

A cobrança pelo uso da energia no município de Tucuruí, no sudeste do estado, deve ser regularizada após um pedido do Ministério Público Federal (MPF) à Eletronorte. Os moradores das vilas construídas para a obra da Usina Hidrelétrica; que são funcionários da empresa e de outros órgãos, profissionais liberais, empresários; pagam valor fixo e simbólico pelo serviço. O **G1** entrou em contato com a Eletronorte, que não se manifestou sobre o assunto.

O MPF quer que a Eletronorte faça medição do consumo individual de energia para ser iniciada a cobrança de tarifas normais aos moradores das casas. Mesmo após a construção da usina, é cobrada uma tarifa fixa, chamada taxa de serviços urbanos, pelo fornecimento de energia nas residências, diferente do resto da população da cidade e do país.

Segundo o órgão federal, a recomendação foi enviada ao presidente e ao superintendente de geração hidráulica da empresa. A Eletronorte deve providenciar uma força tarefa para fazer medições amostrais do consumo individual dos imóveis nas quatro vilas ainda em setembro. O MPF, a Celpa e Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) devem participar da fiscalização.

Na segunda quinzena de outubro, a Eletronorte deve participar ainda de uma reunião com o MPF para definir a transferência do processo de cobrança da energia elétrica para a concessionária. A recomendação prevê também uma audiência pública com os atuais moradores dos imóveis para manifestação sobre a regularização da cobrança.

## Desperdício

Para o órgão federal, a situação leva ao desperdício de energia e também promove uma situação de desigualdade, injustiça e descaso com o dinheiro público. Moradores dos bairros Vila Marabá, Península, Vila Permanente e Vila Tropical são beneficiados. Para o MPF, a "taxa de serviços urbanos" com valor fixo fere os princípios da igualdade, impessoalidade, moralidade e eficiência da administração pública.

## Questões

01) Recentemente, a Eletronorte celebrou um contrato de venda da rede de distribuição de energia elétrica que atendem as Vilas Marabá, Península, Permanente, Tropical e comunidade do Km 11 com a Centrais Elétricas do Pará S.A. – CELPA (arquivo abaixo) que passará a gerir o serviço de fornecimento de energia elétrica a esses locais (instalação, manutenção, cobrança). Diante dessa nova realidade, uma família moradora de uma dessas localidades, preocupada com o impacto financeiro que a cobrança pelo consumo da energia elétrica utilizada em sua residência terá em seu orçamento doméstico mensal, decide estimar o valor que será cobrado pela Celpa levando em conta o seu padrão de consumo atual (descrito na tabela abaixo). Para isso, a família em questão pede auxílio ao seu grupo de estudos na elaboração dessa estimativa que deverá conter o consumo médio em kWh e o valor a ser pago no final de um período de trinta (30) dias.

Tabela B.1 – Padrão de consumo

### Quarto 1

Equipamento	Potência (kW)	Tempo de utilização por dia
TV de LED de 32 polegadas		6 h
Ar condicionado Split 7000 Btus		12 h
Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		8 h
Notebook de 14 polegadas		3 h
Carregador de celular		Ligado o tempo todo
Chapinha (prancha) alisadora		30 min
Secador de cabelo		20 min

### Quarto 2

Equipamento	Potência (kW)	Tempo de utilização por dia
TV de LED de 32 polegadas		8 h
Ar condicionado Split 7000 Btus		10 h
Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		8 h
Notebook de 14 polegadas		2 h
Carregador de telefone celular		Ligado o tempo todo
Vídeo game		3 h

### Quarto do casal

Equipamento	Potência (kW)	Tempo de utilização por dia
TV de LED de 43 polegadas		3 h
Ar condicionado Split 9000 Btus		8 h
2 Lâmpadas fluorescentes compactas de 25 W		8 h
Notebook de 14 polegadas		1 h
2 Carregadores de telefone celular		Ligado o tempo todo

#### Banheiro do casal

Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		40 min
Chuveiro elétrico ligado na posição verão		30 min
Chapinha (prancha) alisadora		15 min
Secador de cabelo		10 min
Barbeador elétrico		5 min

#### Banheiro social

Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		40 min
Chuveiro elétrico ligado na posição verão		30 min

#### Cozinha

2 Lâmpadas fluorescentes compactas de 25 W		8 h
Geladeira duplex 410 l		Ligada o tempo todo
Forno de micro-ondas 30 l		20 min
Sanduicheira		15 min
Liquidificador 1,5 l		5 min
Cafeteira 700 ml		2 h
Forno elétrico 40 l		30 min

#### Lavanderia

Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		40 min
Máquina de lavar roupas 12 kg		2 h
Ferro de passar roupas		30 min

#### Observações importantes:

- Para estimar o valor que será cobrado pela fornecedora ao final desse período seu grupo deverá pesquisar o valor médio cobrado pelo kWh nessa faixa de consumo;
- Elabore tabelas e gráficos para apresentar suas respostas.

02) Admitindo que todos os equipamentos sejam ligados ao mesmo tempo, qual é o valor da corrente elétrica máxima no circuito dessa casa e qual a importância do dispositivo de proteção desse circuito (disjuntor) em caso de acidentes?

03) Qual cômodo consome mais energia elétrica por mês? Quantos por cento do total equivale esse consumo?

04) Qual cômodo consome menos energia elétrica por mês? Quantos por cento do total equivale esse consumo?

05) Com base nesse perfil de consumo, faça uma pesquisa e estime quanto essa família gastaria para implantar um sistema de energia solar para essa residência e em quanto tempo eles obteriam o retorno desse investimento.

06) Quais estratégias essa família poderia adotar para reduzir o consumo em trinta por cento (30%).

07) Qual o gasto anual de manter os carregadores de telefone celular ligados o tempo todo na tomada?

## APÊNDICE C

### ATIVIDADE II: SEGURANÇA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

#### 10 dicas para evitar sustos com a eletricidade

**Corrente elétrica é coisa séria! Confira as orientações dos especialistas e evite choques, curtos-circuitos e problemas mais graves**

**Por Texto: Leticia de Almeida Alves**

Publicado em 10 jan 2018, 10h59

(Luis Gomes/Minha Casa)

Disponível em < <https://minhacasa.abril.com.br/sos-casa/10-dicas-de-cuidados-com-com-a-eletricidade/>>. Acessado em 20/04/2019.

#### 1- Vai fazer um reparo?

Desligue a chave! Para a execução de qualquer conserto elétrico, como trocar uma tomada ou o chuveiro, bloqueie a fonte de energia, desligando o disjuntor no quadro de distribuição da casa. “Se você não souber qual é o disjuntor que interrompe o fornecimento de energia daquele circuito especificamente, desligue o geral”, recomenda Alexandre Souza dos Santos, engenheiro eletricitista e consultor na A&H Meyer Brasil. E a orientação vale até mesmo para trocar uma lâmpada. “Se as instalações não estiverem adequadas, pode haver risco”, alerta Edson Martinho, diretor executivo da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel).

#### 2- Benjamim tem limite

Não é que seja proibido usar os conectores, mas entenda que cada tomada aceita uma carga máxima e é preciso respeitá-la – caso contrário é possível sobrecarregar a rede, provocar um curto-circuito, superaquecimento ou danificar os eletrodomésticos. Por isso, só plugue mais de um equipamento em benjamins quando estiver certo de que eles possuem baixa potência e juntos não provocarão sobrecarga. Para ter uma ideia, Edson exemplifica: “Um televisor tem cerca de 250 W; um aparelho de TV a cabo, 150 W; um videogame, 400 W. E uma tomada residencial comum suporta pelo menos 1200 W”. Já equipamentos muito potentes, como micro-ondas e máquinas de lavar roupa, devem ganhar uma tomada exclusiva. Os novos aparelhos dessas categorias têm até um plugue mais grosso, que impede que um de maior amperagem seja conectado a uma tomada com fiação de baixa corrente. “Em hipótese alguma utilize adaptadores de plugue grosso para plugue fino”, alerta Edson.

### **3- Atenção aos fios desencapados**

Caso estejam soltos, eles podem causar choques e curtos-circuitos. Nas instalações elétricas residenciais, os fios condutores se distinguem por cores e devem estar sempre resguardados – basta encapá-los com fita isolante. Esse material forma uma capa protetora, impedindo que os cabos se encostem, além de não propagar chamas. “A fita não tem tempo de vida útil, mas a exposição ou uso prolongado pode prejudicá-la. Se começar a se soltar, troque-a imediatamente”, ensina Edson.

### **4- Compre produtos certificados**

Os componentes (fiação, disjuntores, tomadas etc.) precisam ter certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Usar produtos sem esse atestado é correr risco de choques e curtos-circuitos, além de problemas com o consumo. “Um exemplo são os cabos elétricos que têm baixa pureza do cobre, o que causa maior perda elétrica e, conseqüentemente, aumento na conta de luz”, explica Alexandre.

### **5- Cuidado com o chuveiro**

Na hora de instalar um novo chuveiro, é importante que um profissional avalie qual é a melhor opção de cabo de acordo com a potência do equipamento. “Nunca substitua um antigo por outro de maior potência sem antes avaliar se sua instalação está adequada”, indica Edson. E em hipótese alguma utilize chuveiro sem aterramento adequado. “A resistência elétrica é basicamente um fio energizado em contato com a água. Se algo der errado, pode ocorrer a circulação de corrente através da água para o corpo da pessoa, em direção ao piso. Portanto, o aterramento adequado elimina o risco de choque”, reforça Alexandre. E se você costuma mudar a temperatura da água durante o banho, verifique o modelo de seu equipamento. “Se for um elétrico tradicional, ele funciona com o acionamento dos contatos pela pressão da água, e a mudança de temperatura com ele ligado gera um arco elétrico, ou faísca, que pode ser transmitido para a água”, alerta Edson. Já os chuveiros eletrônicos, com hastes reguláveis, têm o sistema preparado para a mudança de temperatura de forma segura.

### **6- Afaste os equipamentos da água**

Aparelhos energizados, como secador de cabelo, devem ser usados com cuidado no banheiro, pois podem se tornar condutores da corrente elétrica. “Caso haja contato direto com a água, desligue imediatamente da tomada e não tente recuperá-lo. Leve a uma assistência técnica sem experimentar ligá-lo novamente”, recomenda Edson.

### **7- Nunca apague fogo de curto-circuito com água**

Se o incêndio acontecer em circuitos energizados, não jogue água, pois ela é condutora de eletricidade e você pode tomar um choque. O diretor da Abracopel recomenda: “Desligue a chave geral imediatamente e chame os bombeiros”. Se for

combater o fogo com um extintor, use apenas o de classe C (a indicação está no rótulo), específico para incêndio de equipamentos elétricos energizados.

### **8- Deixe o fio longe do calor**

Superfícies quentes, como fornos ou lareiras, podem ocasionar a degradação da capa isolante dos fios. “Isso pode causar a exposição dos condutores energizados e prováveis acidentes”, lembra Alexandre. Por isso, desvie a fiação, evitando o contato com locais aquecidos.

### **9- Cuidado redobrado do lado de fora**

Fazer instalações no telhado ou na fachada, mesmo que sejam simples intervenções na antena de TV, pode representar sério perigo por causa dos condutores que servem a casa. “As redes de energia chegam a 13800 V, o que pode gerar um arco elétrico só de se chegar perto, portanto é muito importante manter distância delas em qualquer circunstância”, recomenda Edson.

### **10- Atenção aos sinais**

Se os disjuntores desarmam com frequência – o que nada mais é do que a proteção do circuito atuando para que não haja aquecimento dos cabos – e se há oscilações na iluminação, fique alerta: pode ser sinal de sobrecarga nas instalações elétricas. “Nesse caso, o ideal é que um profissional faça uma avaliação da distribuição da carga por fases ou até mesmo o redimensionamento de todo o sistema”, explica o engenheiro eletricista Alexandre. É também recomendável instalar um disjuntor diferencial residual (DR) em residências, dispositivo que desliga um circuito sempre que é detectada uma corrente de fuga. “Ele elimina completamente o risco de choque elétrico”, garante. E atenção: faça uma revisão completa em casa a cada cinco anos – contrate um profissional qualificado na área elétrica e garanta a segurança em seu lar.

## **Questões**

As dicas apresentadas no texto acima são essenciais para evitar acidentes, que muitas vezes podem ser fatais, quando lidamos com eletricidade. Ciente delas, seu grupo de trabalho foi chamado novamente pela mesma família da atividade anterior agora para dar algumas dicas de como resolver alguns problemas que a instalação elétrica da residência apresenta. São eles:

01) A família relata que utiliza na cozinha o forno de micro-ondas e o forno elétrico ligados na mesma tomada e que quando utiliza os dois ao mesmo tempo com um benjamim é comum sentir cheiro de queimado e até mesmo que a tomada e o adaptador queimem. Por esse motivo, os mesmos disseram que já trocaram algumas vezes a tomada, mas que o ocorrido sempre volta a acontecer. Qual(ais) dicas(s) seu grupo de trabalho daria para solucionar essa questão?

02) Eles relatam também que é comum sentir um choque elétrico ao manusear o chuveiro do quarto do casal. O que pode estar acontecendo? O que pode ser feito para reparar esse defeito?

03) Em um dos cômodos, após uma pequena reforma, uma das tomadas só funciona quando a lâmpada está ligada. Qual é o possível motivo para isso estar acontecendo? Como sanar esse problema?

04) Na lavanderia, ao utilizar todos os equipamentos ao mesmo tempo, o disjuntor de 10 A que protege o circuito sempre desarma impedindo o funcionamento dos equipamentos. Por qual motivo isso acontece? Como contornar essa falha?



## APÊNDICE D

### ATIVIDADE III: Famílias do lago de Tucuruí recebem energia elétrica

**Mais de 12 mil famílias que moram nas 1600 ilhas às margens da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, vivem sob a luz do candeeiro.**

**Custo para levar energia elétrica aos mais de 12 mil moradores das ilhas do lago de Tucuruí ultrapassa a cifra de R\$ 20 milhões.**

**Por Texto: Wellington Hugles**

Publicado em 15 de janeiro de 2013

Disponível em <<http://jornaldetucuruui.blogspot.com/2013/01/mais-de-12-mil-familias-que-moram-nas.html>>. Acessado em 22/04/2019.

Passado mais de 30 anos após a inauguração das primeiras turbinas da maior Usina Hidrelétrica genuinamente brasileira, sediada na cidade de Tucuruí, sudeste paraense, distante 420 km de Belém. Até hoje nenhum programa foi dispensado aos mais de 12 mil moradores que vivem nas mais de 1.600 ilhas que formam o lago de Tucuruí. Inúmeros estudos foram realizados ao longo dos anos, mas, nenhuma medida paliativa foi tomada através da empresa estatal Eletrobrás Eletronorte que administra a geração e produção de energia, e, até os dias atuais a população das ilhas mesmo morando 'ao pé' da usina, que usa as águas do rio Tocantins para gerar energia para o Pará e diversos outros estados da federação, ainda vivem as luzes da lamparina e do candeeiro.

Muitos movimentos foram criados em busca de soluções emergenciais para atender esta gama da população, que tem que conviver com esta realidade, mesmo estando a poucos metros da usina não recebem energia elétrica em suas residências.

As raízes do problema tiveram início na ocasião da construção da usina, iniciada em 1975. A área do lago foi sendo ocupada irregularmente na década de 1980 por famílias expulsas pela construção da usina e por novos moradores que chegavam à região em busca de trabalho.

Passado os anos muitos moradores das áreas ocupadas resolveram implantar geradores particulares para atender as necessidades da energia, mas em um área de quase 3 mil quilômetros quadrados, ou seja, duas vezes o tamanho da cidade de São Paulo, sem documentação de posse, já que a área é da Eletrobrás Eletronorte, e devido ao custo elevado para a instalação da energia elétrica na área ocupada apenas por agricultores antes de ser inundado para formar o reservatório da usina, após a formação nas partes mais altas das 1.600 ilhas, que ficaram sendo ocupadas pelos ex-moradores e por novos habitantes, que desde a década de 70 até os dias atuais nada foi feito para levar energia elétrica.

Os mais de 12 mil moradores das ilhas, já estão calejados das promessas ao longo de diversas campanhas eleitorais de levar eletricidade às ilhas que jamais foram cumpridas até hoje.

Segundo João Pantoja, aposentado, 73 anos, destes 45 morando nas terras que formaram o lago de Tucuruí, distante a 145 km da barragem, “o único programa que nos deu esperança para que a energia chegasse aqui em nossa localidade foi o do presidente Lula, quando implantou o “Programa Luz Para Todos”, mas, muitos foram os beneficiários na Zona Rural que tiveram êxito, mas, para nós ainda não foi a nossa hora”.

A grande problemática que vive a população das ilhas de Tucuruí e um modelo a ser observado, e, há tempo ser regularizado nas obras de construção da Usina de Belo Monte no rio Xingu, foi a não observância aos passivos ambientais, que na época da construção da usina e eclusas foram concebidas em um período em que o direito ambiental era pouco desenvolvido e as exigências para licenciar grandes obras eram menores. Por isso, a existência das inúmeras condicionantes que até os dias de hoje não foram cumpridas.

Prefeitura – No ano de 2010, a prefeitura de Tucuruí deu início ao levantamento técnico para a implantação da rede de energia elétrica nas ilhas do lago de Tucuruí, os estudos foram realizados por empresa especializada tudo por conta da municipalidade, que ao final de 2012 os estudos foram concluídos, com isso, o prefeito Sancler Ferreira (PPS), apresentará ao governo federal o projeto realizado, para levar eletricidade às ilhas do lago de Tucuruí. Os custos iniciais para a efetivação da eletrificação das 1.600 ilhas ultrapassam a soma de R\$ 20 milhões.

Fizemos questão de realizar o estudo técnico e de viabilidade, porque todas as vezes que questionávamos a eletrificação das ilhas do lago de Tucuruí, formado pela inundação das terras na entrada em funcionamento da usina, emperrava na apresentação de um estudo. “Agora estamos com tudo pronto, e iremos atrás dos recursos para a viabilidade da implantação da eletrificação das ilhas do lago”.

Eletrobrás Eletronorte - A empresa estatal Eletrobrás Eletronorte, responsável pela geração e produção de energia da usina hidrelétrica, informou que, o fornecimento de energia às ilhas é de responsabilidade da Celpe (Centrais Elétricas do Pará).

Segundo os dirigentes da Eletrobrás Eletronorte, os moradores das ilhas têm todo direito de receber energia elétrica em seus domicílios, e, para garantir este benefício, devem procurar a Secretaria de Patrimônio da União para regularizar a situação de suas moradias. "A maioria das pessoas que ocupam as ilhas não estavam na região na época da construção de Tucuruí", disse o superintendente de meio ambiente da Eletrobrás Eletronorte, Antônio Coimbra.

Celpe - A Celpe informou que a energia será implantada nas ilhas por meio de um programa de universalização e que aguarda análise do programa apresentado a Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica), em reunião para aprovação e liberação de recursos para o projeto.

Dos mais de 110 mil moradores que vivem nas áreas urbana e rural de Tucuruí, mais de 10% da população estão sem o fornecimento de energia elétrica, e com

agravante, os moradores da área urbana vivem um dilema diário com o fantasma da falta do fornecimento de energia pela Celpa, acentuando-se neste período chuvoso.

Investimentos – O Governo Federal através do Ministério de Minas e Energia e a estatal Eletrobrás Eletronorte está investindo em Tucuruí mais de R\$ 20 milhões nas obras de terraplenagem, sondagem e ampliação da SE Tucuruí nos pátios das subestações, obras que tiveram início no mês de outubro de 2012 e término previsto para dezembro de 2013. Tudo para garantir o fornecimento de energia de Tucuruí até Manaus para a Copa do Mundo de 2014.

Linhão Tucuruí/Manaus - A linha de transmissão Tucuruí/Macapá/Manaus, com aproximadamente 1.800 km de extensão. Projeto desenvolvido pela Eletrobrás Eletronorte, um dos maiores empreendimentos de linhas de transmissão de energia em construção no país, também está em fase de conclusão e, assim que for acionado, fará a integração dos Estados do Amazonas, Amapá e do Oeste do Pará ao Sistema Interligado Nacional (SIN), o qual fará a distribuição nacional de energia. Construído também em circuito duplo, o linhão tem investimentos previstos de R\$ 2 bilhões, e será inaugurado antes da realização da Copa do Mundo de 2014, para atender o estado do Amazonas com a energia produzida em Tucuruí no Pará.

### Questões

Recentemente, a prefeitura de Tucuruí anunciou a instalação de placas solares para algumas famílias moradoras da região das ilhas (fonte: <https://tucuruui.pa.gov.br/prefeitura-fara-acompanhamento-das-instalacoes-das-placas-solares-na-regiao-das-ilhas/>. Acessado em 22/04/2019). Cientes do impacto social e econômico que o acesso à energia elétrica trará a essas famílias, seu grupo de trabalho foi convidado por uma ONG a investigar alguns aspectos do sistema que está sendo instalado em cada um dos domicílios. São eles:

01) Qual é a potência das placas solares instaladas em cada residência? Faça uma pesquisa junto à prefeitura para encontrar essa informação.

02) De posse da informação colhida na questão anterior, estime quais equipamentos e por quanto tempo eles poderão ser utilizados sendo alimentados pelo sistema que foi instalado?

03) Esse sistema atende uma família de quantos componentes?

04) Como funciona um sistema de geração de energia elétrica solar? Quais são os principais componentes e quais são as suas funções? Faça um esquema detalhando o funcionamento de cada um.

05) Quais desses equipamentos seriam geradores elétricos? Quais seriam receptores?

06) Por que nossa região é particularmente propícia para a geração de energia elétrica a partir da radiação solar?

## APÊNDICE E

### EXPERIMENTO 01: Elementos básicos de um circuito elétrico

#### EXPERIMENTO 01

Elementos básicos de um circuito elétrico e medidas elétricas

#### OBJETIVOS

Compreender os princípios básicos de funcionamento de alguns tipos de equipamentos elétricos e sua relação com a corrente elétrica e realizar medidas de tensão e corrente no circuito.

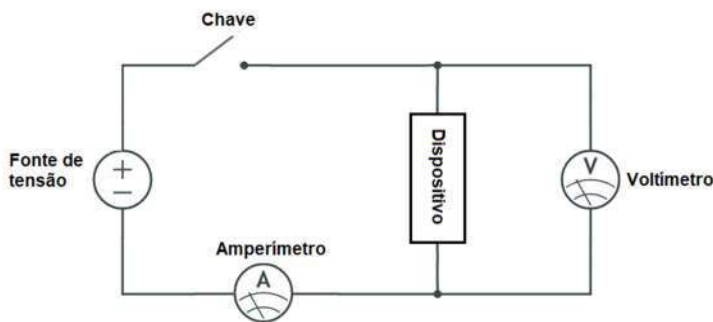
#### MATERIAIS

Relógio digital ou analógico; lâmpada de lanterna; suporte de lâmpada de lanterna; 2 multímetros digitais; chave; jacarés; pedaços de fio de cobre; 2 pilhas de 1,5 V.

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

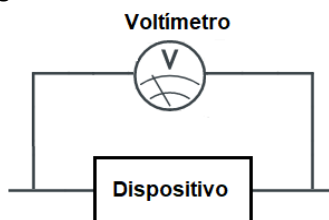
Cada um dos dispositivos escolhidos para a realização desses experimentos devem ser ligados em série com a fonte de tensão adequada. Um esquema da montagem do experimento está na Fig. E.1.

**Fig. E.1:** dispositivo ligado em série com a fonte de tensão e uma chave



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

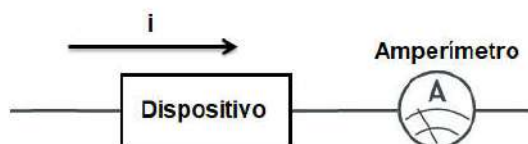
Para que o multímetro funcione como voltímetro, deve-se selecionar uma das escalas para medida de tensão em corrente contínua (CC) ou corrente alternada (CA). Para medir a tensão ligue os terminais do voltímetro em paralelo com o circuito, nos pontos em que se deseja conhecer a ddp, como mostra o esquema da Fig. E.2.

**Fig. E.2:** medida da tensão elétrica.

Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

Meça a diferença de potencial entre os polos da pilha, da bateria e da tomada da rede elétrica convencional. Lembre-se que a pilha e a bateria são fontes de CC e a rede elétrica convencional funciona com CA. É importante tomar muito cuidado ao efetuar a medida de tensão na tomada. Introduza as pontas de prova do multímetro nos terminais da mesa, segurando-as pela parte isolante (jamais encoste na parte metálica).

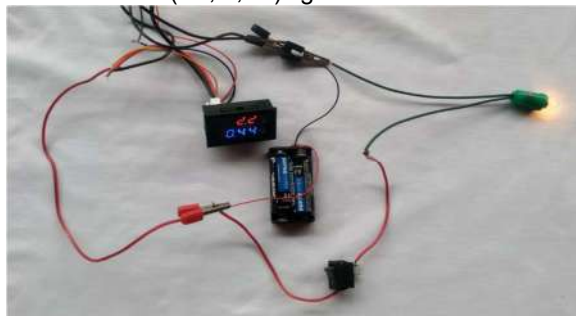
Para que o multímetro funcione como amperímetro selecione uma das escalas de medidas de corrente (CC ou CA). Abra o circuito num ponto desejado e ligue o amperímetro em série de modo que a corrente passe por ele Fig. E.3. A corrente que passa por um dispositivo pode ser medida antes ou depois dele, pois ela é a mesma.

**Fig. E.3:** medida da corrente elétrica.

Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

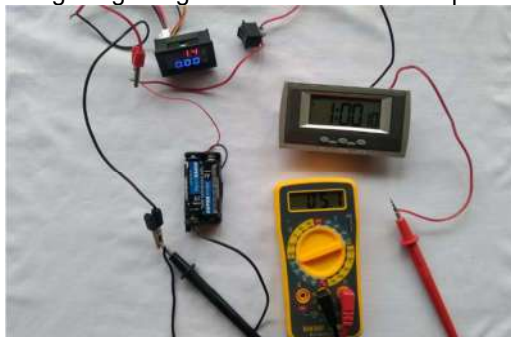
Nunca coloque o amperímetro em paralelo com um componente energizado, pois isso pode danificá-lo seriamente.

Exemplos de montagem dos experimentos utilizados na aplicação do produto podem ser vistos nas Figuras E.4, E.5 e E.6 abaixo.

**Fig. E.4:** lâmpada de lanterna (3V; 0,5A) ligada em série com duas pilhas AA (1,5V)

Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. E.5:** relógio digital ligado em série com uma pilha AA (1,5V)



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. E.6:** relógio analógico ligado em série com uma pilha AA (1,5V)



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Dispositivos elétricos, dos mais simples aos mais complexos, necessitam para seu funcionamento adequado de uma fonte de tensão adequada e de um circuito (caminho) por onde a corrente elétrica possa passar. A fonte de tensão fornece energia elétrica ao dispositivo e é essa energia que será convertida em outro tipo de energia pelo equipamento. A presença da fonte de tensão é essencial ao funcionamento do dispositivo, pois é ela que estabelece uma diferença de potencial no circuito. Em consequência disso, propaga-se pelo condutor, com velocidade próxima à da luz, um campo elétrico que dá origem à força que desloca todos os elétrons livres desse condutor praticamente ao mesmo tempo, dando origem a corrente elétrica. Isso só acontece quando a chave é fechada, pois assim a corrente terá um caminho fechado para percorrer.

O voltímetro é o instrumento utilizado para medir tensão elétrica entre dois pontos de um circuito elétrico. Se a tensão que será medida for contínua (CC) o polo positivo do voltímetro deve ser ligado no ponto de maior potencial e o polo negativo deve ser ligado no ponto de menor potencial elétrico. Com isso, o voltímetro indicará um valor positivo de tensão. Se as ligações dos terminais do voltímetro estiverem invertidas, o mostrador digital indicará um valor negativo.

Se a tensão que será medida for alternada (CA) os polos positivos e negativos do voltímetro podem ser ligados ao circuito sem levar em conta a polaridade, e o mesmo registrará uma medida sempre positiva.

A resistência interna de um voltímetro ideal é bem elevada, com o objetivo de impedir que a corrente elétrica do circuito passe por ele, de modo a não interferir na medida.

O amperímetro é o instrumento utilizado para medir a corrente elétrica que atravessa um condutor ou um dispositivo. Se a corrente que será medida for contínua (CC), o polo positivo deve ser ligado ao ponto pelo qual a corrente convencional entra e o polo negativo ao ponto pela qual ela sai. Dessa forma, o amperímetro indicará um valor positivo. Estando as ligações dos terminais invertidas, o amperímetro indicará um valor negativo.

Caso a corrente que será medida for alternada (CA) os polos positivo e negativo do amperímetro podem ser ligados ao circuito sem levar em conta a polaridade, resultando sempre em uma medida positiva.

A resistência elétrica de um amperímetro ideal é nula, de modo que ele não influencie no circuito que será medido.

### **Observações importantes:**

1. Na montagem dos experimentos constantes nos apêndices deste produto educacional foram utilizados dois tipos de multímetros digitais. O primeiro deles (Figuras D.5 e D.6) da marca Hikari, modelo HM-1000 (disponível a venda em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1202757878-multimetro-digital-hikari-hm1000- JM?quantity=1#position=2&type=item&tracking\\_id=cc9dc5bf-6bc1-402f-a638-309c9cc0c852](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1202757878-multimetro-digital-hikari-hm1000- JM?quantity=1#position=2&type=item&tracking_id=cc9dc5bf-6bc1-402f-a638-309c9cc0c852). Acessado em 12/11/2019) e o outro (Figuras D.4, D.5 e D.6) de fabricante desconhecido, modelo Voltímetro Amperímetro Digital 100V/10A Led Verm. (disponível a venda em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1227906021-voltimetro-amperimetro-digital-100v-x-10a-led-verm-e-azul- JM?quantity=1#position=4&type=item&tracking\\_id=96f8465c-b666-470c-ab54-3fa1deed753c](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1227906021-voltimetro-amperimetro-digital-100v-x-10a-led-verm-e-azul- JM?quantity=1#position=4&type=item&tracking_id=96f8465c-b666-470c-ab54-3fa1deed753c). Acessado em 12/11/2019). Os mesmos podem ser substituídos por outros dispositivos que tenham a mesma finalidade.

2. Na plataforma de streaming de vídeos Youtube é possível encontrar vários tutoriais de como utilizar cada um desses dispositivos para realizar medidas em um circuito. Seguem dois desses vídeos:

Vídeo tutorial 1: Como funciona um multímetro #ManualMaker Aula 2, Vídeo 2 (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1WIWrmc-rBk>. Acessado em 12/11/2019).

Vídeo tutorial 2: DSN-VC288 - O Voltímetro/Amperímetro mais barato que existe para sua fonte!!! (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZlrtAXIWsk&t=609s>. Acessado em 12/11/2019)

3. Os experimentos utilizados nesta etapa do produto educacional podem ser substituídos por outros que tenham a mesma relevância didática.

## APÊNDICE F

### EXPERIMENTO 02: Primeira lei de Ohm

#### EXPERIMENTO 02

#### Primeira lei de Ohm

#### OBJETIVOS

Demonstrar experimentalmente a primeira lei de Ohm levantando dados de tensão e corrente elétrica num resistor ôhmico e determinar a sua resistência.

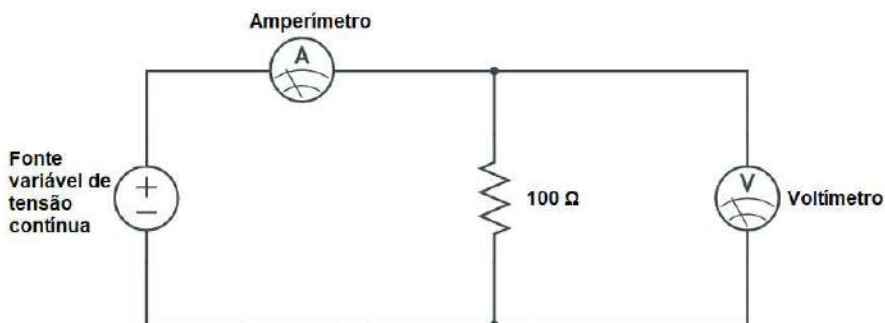
#### MATERIAIS

Resistor de  $100 \Omega$ ; 4 pilhas de 1,5 V; jacarés; pedaços de fio de cobre; 2 multímetros digitais; protoboard de 830 pontos (opcional).

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

Ligue um dos multímetros (amperímetro) em série com o resistor e a fonte e o outro multímetro (voltímetro) em paralelo com o resistor como mostra o esquema da Fig. F.1.

**Fig. F.1:** fonte, resistor, amperímetro e voltímetro.



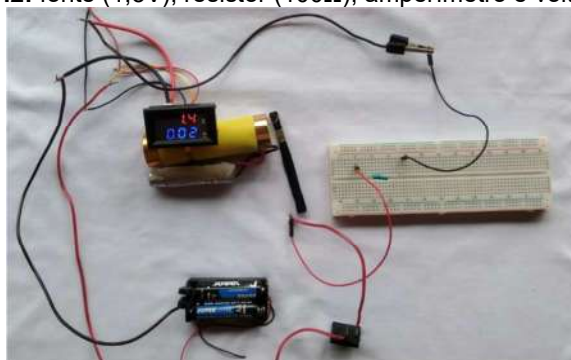
**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

Varie a tensão na fonte desde o mínimo (1,5 V) até o máximo (6 V) e retire valores de tensão  $V$  e corrente  $i$  no resistor. Desenhe um gráfico de  $V \times i$  e encontre o valor da resistência  $R$  do resistor.

Nas Figuras F.2, F.3, F.4 e F.5 abaixo são mostrados os experimentos utilizados durante a aplicação da sequência didática.

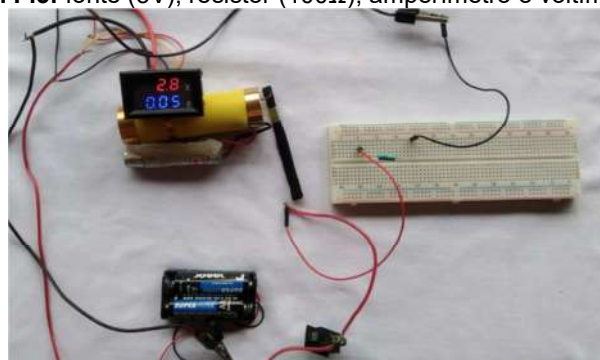


**Fig. F.2:** fonte (1,5V), resistor (100Ω), amperímetro e voltímetro.



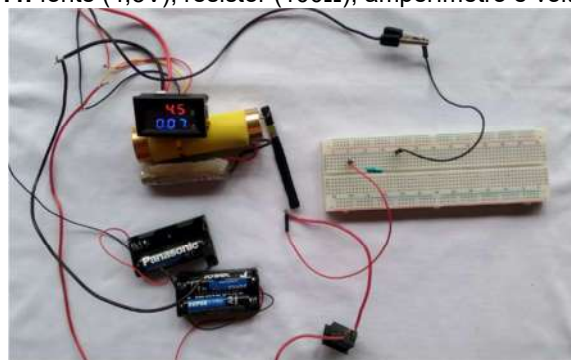
Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. F.3:** fonte (3V), resistor (100Ω), amperímetro e voltímetro.



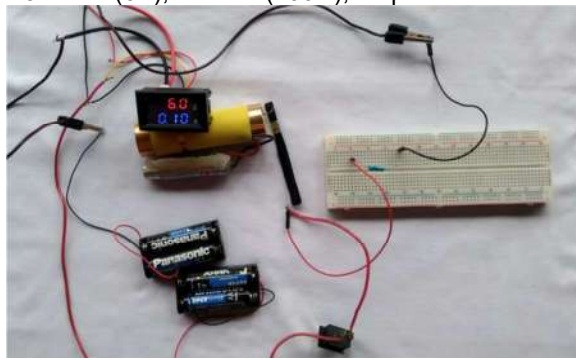
Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. F.4:** fonte (4,5V), resistor (100Ω), amperímetro e voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. F.5:** fonte (6V), resistor (100Ω), amperímetro e voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

### ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

O físico Georg Simon Ohm obteve em seus trabalhos uma relação matemática entre a tensão  $V$  aplicada em um condutor e a intensidade da corrente  $i$  que passa por ele. Ohm verificou que em certos condutores chamados ôhmicos, a tensão  $V$  e a intensidade de corrente  $i$  eram diretamente proporcionais, ou seja:

$$\frac{V}{i} = \frac{V_1}{i_1} = \frac{V_2}{i_2} = \frac{V_n}{i_n} \quad (\text{F.1})$$

cujo gráfico de  $V \times i$  é uma reta que passa pela origem dos eixos.

Na equação (F.1) nota-se que a razão que a razão  $V/i$  tem sempre o mesmo valor, ou seja, é igual a uma constante, que é o valor da resistência elétrica  $R$  do condutor.

## APÊNDICE G

### EXPERIMENTO 03: Segunda lei de Ohm

#### EXPERIMENTO 03

#### Segunda lei de Ohm

#### OBJETIVOS

Demonstrar experimentalmente a segunda lei de Ohm verificando como a resistência de um condutor varia em função do seu comprimento e do seu diâmetro.

#### MATERIAIS

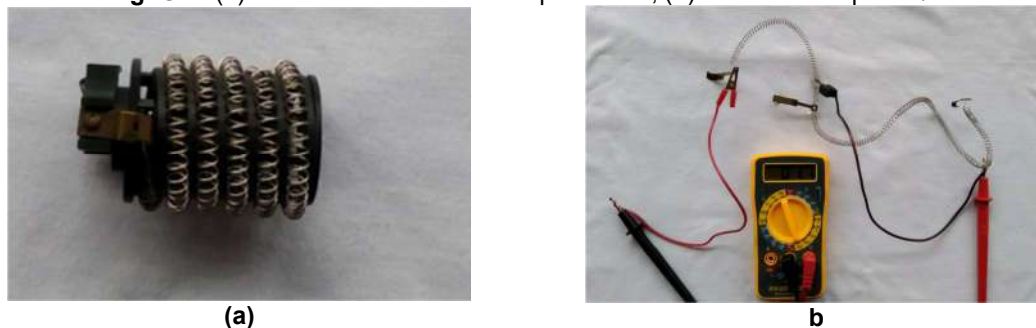
1 resistência de chuveiro elétrico ou de qualquer equipamento resistivo similar; jacarés; pedaços de fio de cobre; 1 multímetro digital.

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

Ligue o multímetro digital (na escala de medida de resistência) em paralelo com a resistência do equipamento em com comprimentos equivalentes a  $L/4$ ,  $L/2$ ,  $3L/4$  e  $L$  ( $L$  é o comprimento da resistência do equipamento) e anote o valor encontrado.

Nas Figuras G.1, G.2, G.3 e G.4 são mostrados os experimentos utilizados durante a aplicação da sequência didática.

**Fig. G.1:** (a) resistência utilizada no experimento; (b) medida de  $R$  para  $L/4$ .



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. G.2:** medida de R para L/2.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. G.3:** medida de R para 3L/4.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. G.4:** medida de R para L.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

É fácil perceber um aumento linear nos valores das leituras de resistência obtidos estão de acordo com a segunda lei de Ohm.

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

A segunda lei de Ohm fornece a resistência elétrica de um condutor em função de suas características, tais como seu comprimento, sua área de secção transversal e o tipo de material do qual é constituído.

Ela pode ser enunciada como:

A resistência elétrica  $R$  de um condutor homogêneo é proporcional ao seu comprimento  $l$ , e inversamente proporcional à sua área da secção transversal  $A$  e depende do material que o constitui e da sua temperatura.

Reunindo essas informações escrevemos matematicamente a segunda lei como:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (\text{G.1})$$

onde  $\rho$  é a resistividade elétrica e seu valor depende do material que constitui o condutor e da temperatura em que ele se encontra.

## APÊNDICE H

### EXPERIMENTO 04: Associação de resistores em série e paralelo.

#### EXPERIMENTO 04

Associação de resistores em série e paralelo.

#### OBJETIVO

Estudar as características de uma associação de resistores em série e em paralelo.

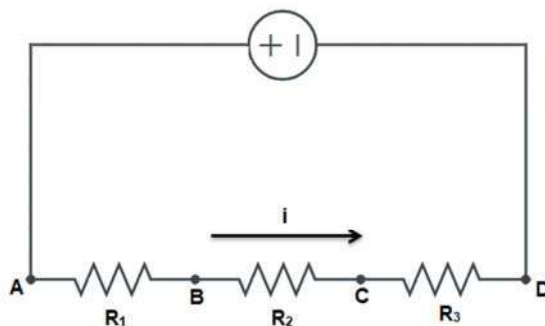
#### MATERIAIS

1 resistor de  $50 \Omega$  ( $R_1$ ); 1 resistor de  $100 \Omega$  ( $R_2$ ); 1 resistor de  $200 \Omega$  ( $R_3$ ); 3 lâmpadas de lanterna (3v; 0,5A) com soquetes; chave; jacarés; pedaços de fio de cobre; 2 pilhas de 1,5V; multímetro digital; protoboard de 830 pontos (opcional).

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

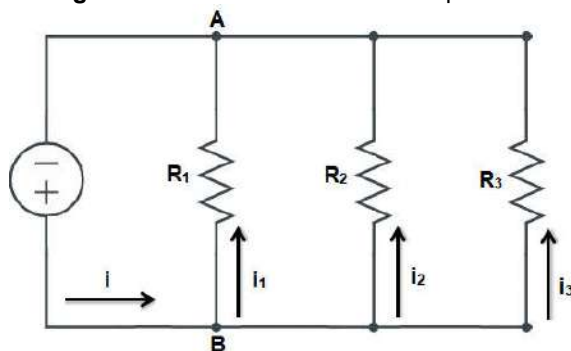
Monte o circuito de acordo com o esquema da Fig. H.1 para uma associação em série e de acordo a Fig. H.2 para uma associação em paralelo. Para cada uma das montagens, com o multímetro efetue a medida da resistência de cada resistor (com o circuito sem alimentação), da corrente que passa por cada um deles, bem como da tensão fornecida pela fonte e a tensão que cada resistor é submetido.

**Fig. H.1:** resistores associados em série.



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

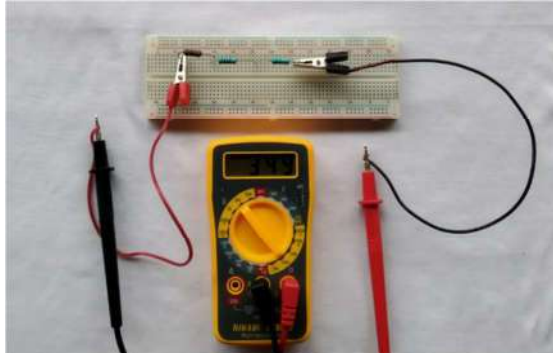
**Fig. H.2:** resistores associados em paralelo.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

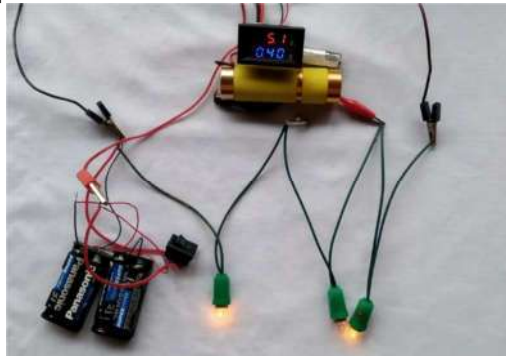
As montagens dos experimentos utilizados na aplicação do produto podem ser vistas nas Figuras H.3, H.4, H.5 e H.6 abaixo.

**Fig. H.3:** resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  associados em série.



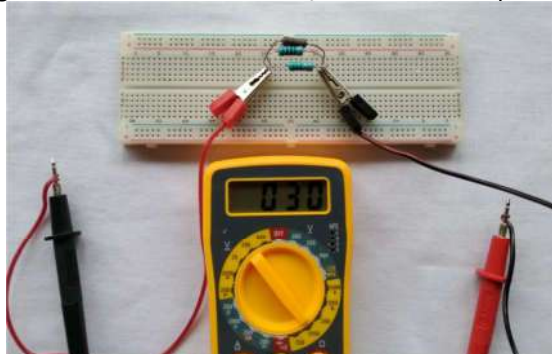
Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. H.4:** lâmpadas associadas em série com uma fonte de tensão de 6V.



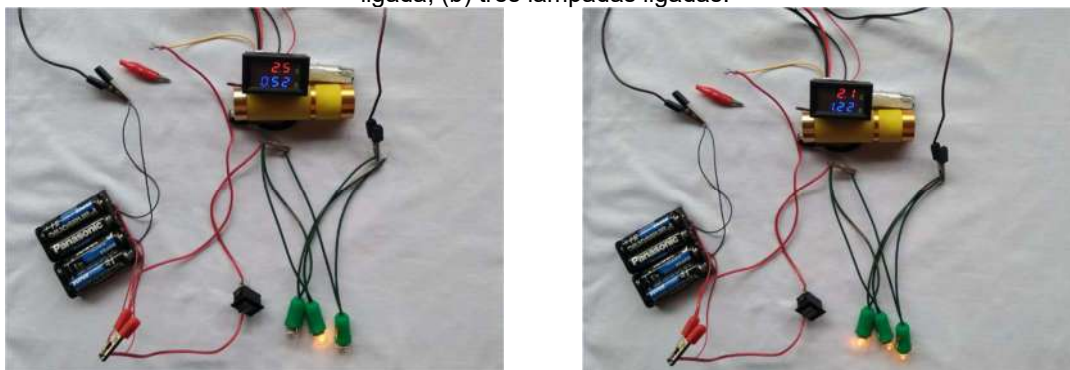
Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. H.5:** resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  associados em paralelo.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. H.6:** lâmpadas associadas em paralelo com uma fonte de tensão de 3V. (a) uma lâmpada ligada; (b) três lâmpadas ligadas.



(a)

(b)

Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Na associação de resistores em série a intensidade da corrente elétrica que passa por um dos resistores é a mesma para todos os demais resistores:

$$i = i_1 = i_2 = i_3 \quad (\text{H.1})$$

A tensão elétrica entre os terminais da associação é igual à soma da tensão em que cada resistor está submetido:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (\text{H.2})$$

Chamamos de resistor equivalente a um resistor hipotético capaz de substituir todos os resistores da associação. Este resistor suporta a mesma tensão  $V$  e é percorrido pela mesma corrente  $i$  da associação.

Relacionando a lei de Ohm  $V = Ri$  com a Eq.(H.2), temos

$$R_{eq}i = R_1i + R_2i + R_3i \quad (\text{H.3})$$



Considerando (H.1) obtemos da Eq.(H.4)

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (\text{H.4})$$

Na associação em paralelo, todos os resistores são submetidos à mesma tensão, de modo que.

$$V = V_1 = V_2 = \dots = V_n \quad (\text{H.5})$$

Nessa associação a corrente total  $i$  divide-se entre os resistores associados, de forma que

$$i = i_1 + i_2 + \dots + i_n \quad (\text{H.6})$$

Pela lei de Ohm, a corrente elétrica que passa num resistor é

$$i = \frac{V}{R} \quad (\text{H.7})$$

Para determinar a resistência do resistor equivalente, levemos (H.7) em (H.6):

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} \quad (\text{H.8})$$

Relacionando (H.8) com (H.5) obtemos que a resistência equivalente é

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (\text{H.9})$$

## APÊNDICE I

### EXPERIMENTO 05: Montando um amplificador de áudio de baixo custo

#### EXPERIMENTO 05

Montando um amplificador de áudio de baixo custo

#### OBJETIVOS

Montar um amplificador de áudio de baixo custo utilizando alguns dos componentes que foram estudados nas aulas (fonte, resistor, capacitor, condutores). Estimular nos alunos a autonomia na construção de projetos experimentais simples. Medir tensão e corrente elétrica nos elementos do circuito que são alimentados por corrente contínua (resistor, led, capacitor, fonte).

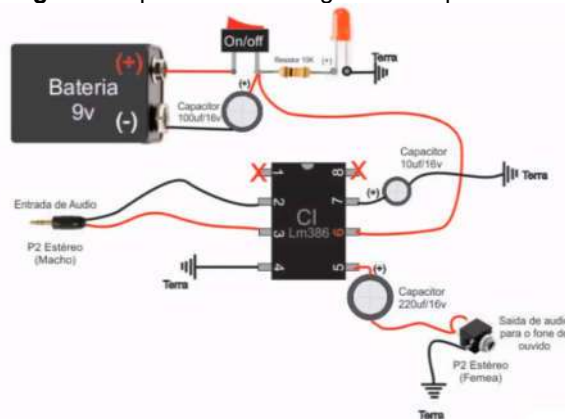
#### MATERIAIS

Circuito integrado LM386; capacitor eletrolítico de  $10\mu\text{F}/16\text{V}$ ; capacitor eletrolítico de  $100\mu\text{F}/16\text{V}$ ; capacitor eletrolítico de  $220\mu\text{F}/16\text{V}$ ; resistor de  $10\text{k}\Omega$ ; led de 5mm; chave; plug P2 estéreo macho; fonte de bancada 9V (opcional, pois pode ser substituída por outra fonte de tensão de 5 até 12V); alto-falante 10W; chave; pedaços de fio de cobre; multímetro digital; protoboard de 830 pontos.

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

A montagem para este experimento (Fig. I.1) seguiu o tutorial do YOUTUBE disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=b\\_fkUmsonM8](https://www.youtube.com/watch?v=b_fkUmsonM8) (acessado em 12/11/2019). O objetivo deste procedimento é montar um amplificador de áudio de baixo custo e de fácil execução para iniciantes em eletrônica.

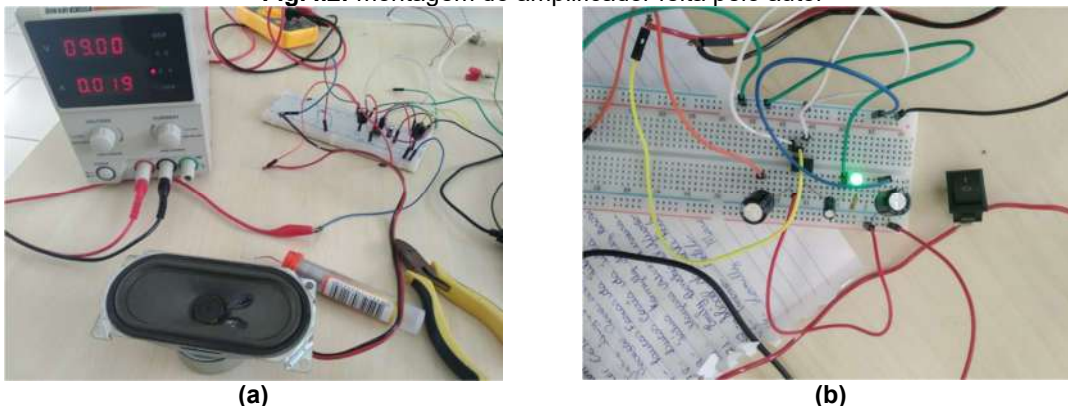
Fig. I.1: esquema de montagem do amplificador



Fonte: Youtube (2019)

A Figura 1.2 abaixo mostra a montagem do experimento utilizado.

**Fig. 1.2:** montagem do amplificador feita pelo autor



(a)

(b)

Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Um circuito amplificador tem como finalidade incrementar (multiplicar) um sinal de entrada em algumas vezes. No caso do circuito que utiliza o circuito integrado LM386, que foi projetado para trabalhar como amplificador de áudio, o ganho no sinal é de aproximadamente 20 vezes de acordo com o manual do fabricante do componente (disponível em: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/413781/UTC/LM386.html>. Acessado em 12/11/2019).

## APÊNDICE J

### EXPERIMENTO 06: Associação de geradores em série e paralelo

#### EXPERIMENTO 06

Associação de geradores em série e paralelo.

#### OBJETIVOS

Estudar as características das associações de geradores em série e em paralelo.

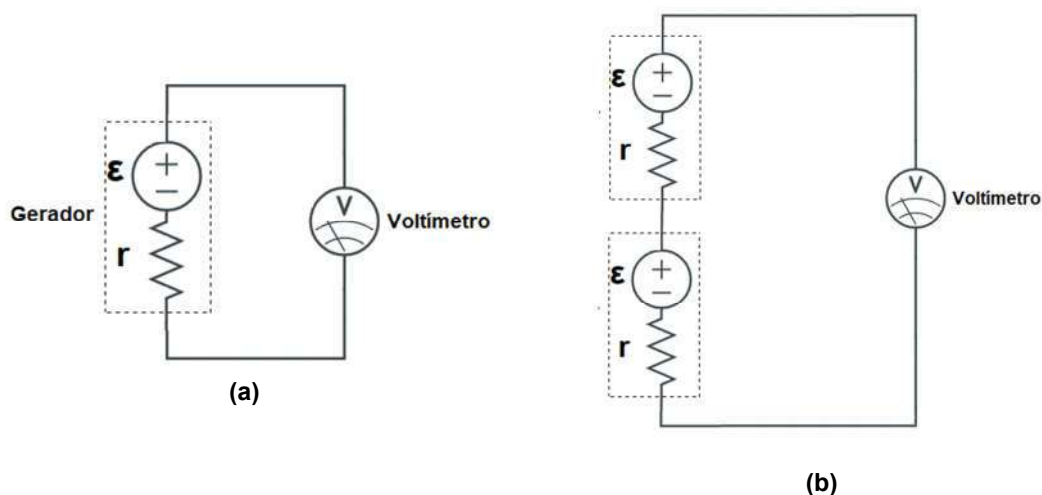
#### MATERIAIS

4 pilhas AA (1,5 V); suporte para pilha AA; 1 multímetro digital; fios conectores.

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

Ligue as pilhas AA (geradores) em série, como apresentado no esquema da Fig. J.1 até que se obtenha uma associação em série com as 4 (quatro) pilhas. Meça com o multímetro (voltímetro) a força eletromotriz de cada gerador.

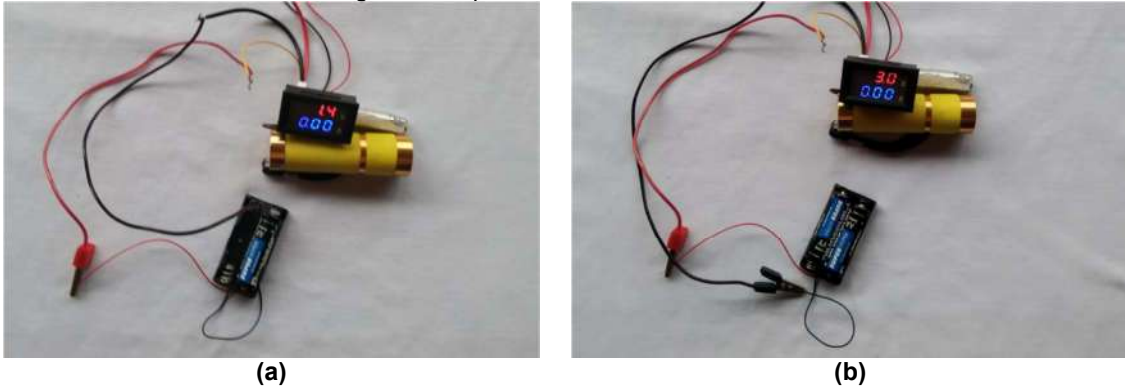
**Fig. J.1:** (a) um gerador em paralelo com um voltímetro; (b) dois geradores em série ligados em paralelo com um voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

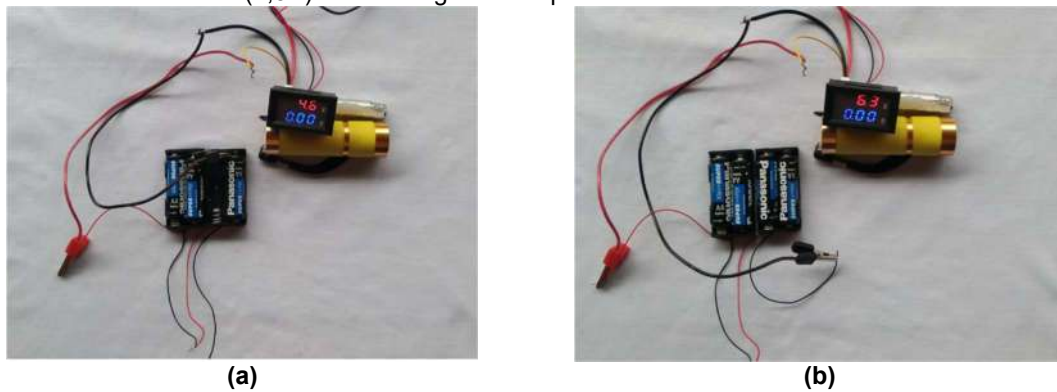
Nas Figuras J.2, J.3 e J.5 abaixo são mostradas as montagens do experimento utilizado nesta sequência didática.

**Fig. J.2:** (a) uma pilha AA (1,5V) em paralelo com um voltímetro; (b) duas pilhas AA (1,5V) em série ligadas em paralelo com um voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

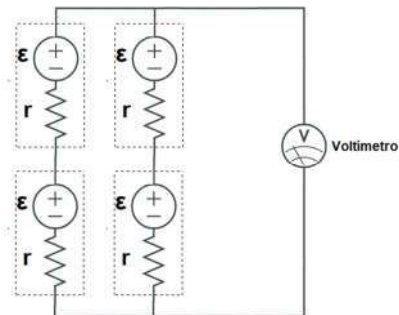
**Fig. J.3:** (a) três pilhas AA (1,5V) em série ligadas em paralelo com um voltímetro; (b) quatro pilhas AA (1,5V) em série ligadas em paralelo com um voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

Depois, ligue os dois conjuntos de duas pilhas AA em série em paralelo e conecte os terminais da associação resultante ao voltímetro, conforme o esquema da Fig. J.4.

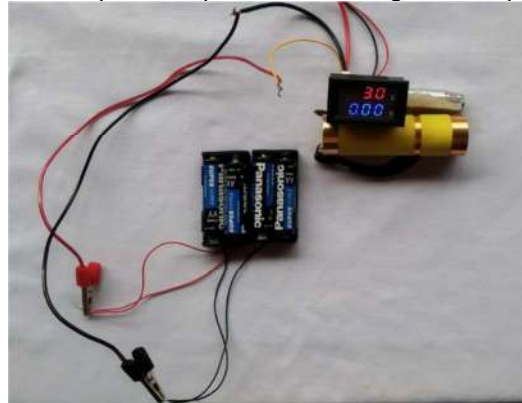
**Fig. J.4:** dois pares de pilhas em série ligadas em paralelo.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

Exemplo de montagem do experimento é mostrado na Fig. J.5, abaixo.

**Fig. J.5:** dois pares de pilhas em série ligadas em paralelo.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Associações de geradores em série são utilizadas quando é necessário obter, entre os terminais de uma associação, uma diferença de potencial elétrico que seja maior do que a diferença de potencial entre os terminais de apenas um gerador. Ligações desse tipo foram utilizadas nos APÊNDICES D, E e G.

Nessa associação, a corrente que atravessa todos os geradores do conjunto é a mesma. Assim:

$$i = i_1 = i_2 = \dots = i_n \quad (\text{J.1})$$

O gerador equivalente desse tipo de associação tem a força eletromotriz igual à soma das forças eletromotrizes dos geradores individuais:

$$\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n \quad (\text{J.2})$$

A resistência interna do gerador equivalente é calculada levando-se em conta que cada resistência interna ( $r$ ) de cada gerador da associação está ligada em série com as demais:

$$r_{eq} = r_1 + r_2 + \dots + r_n \quad (\text{J.3})$$

Dessa maneira, a tensão fornecida para o circuito é dada pela relação:

$$V = \varepsilon_{eq} - r_{eq}i \quad (\text{J.4})$$

Numa associação em paralelo a corrente total fornecida pela associação é igual à soma das correntes elétricas fornecidas por cada gerador:

$$i = i_1 + i_2 + \dots + i_n \quad (\text{J.5})$$

A resistência interna do gerador equivalente é dada por:

$$\frac{1}{r_{eq}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \quad (\text{J.6})$$

Assim, a tensão fornecida para o circuito é dada pela relação:

$$V = \varepsilon_{eq} - r_{eq}i \quad (\text{J.7})$$

**APÊNDICE K****Questionário avaliativo da metodologia**

Questões:

01. Os conteúdos trabalhados nesse bimestre letivo utilizaram a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que é uma proposta pedagógica que defende a ideia de que a aprendizagem significativa deve ser baseada na solução de problemas. Você já conhecia a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)?

Sim     Não     Mais ou menos

02. A Aprendizagem Baseada em Problemas é mais esclarecedora do que o modo tradicional de ensinar física?

Sim     Não     Talvez

03. Os problemas práticos propostos envolvendo situações cotidianas, aliados aos experimentos realizados pelo professor em sala tornaram mais fáceis à compreensão dos conceitos apresentados?

Sim     Não     Talvez

04. Esse método de Aprendizagem respeita a sua opinião em relação ao conteúdo ministrado em sala de aula?

Sim     Não     Nem sempre

05. O uso da ABP nas aulas de física melhorou sua aprendizagem?

Sim     Não     Talvez

06. A ABP fortalece a relação professor –aluno?

Sim     Não     Quase nada

07. O que você achou do uso dessa metodologia no 3º ano?

Ruim     Regular     Bom

08. Você acredita que ABP melhora a interação social entre os alunos?

Sim     Não     em parte

09. A ABP deve ser usada no ensino de todas as disciplinas?

Sim     Não     apenas na física

10. Do que menos gostaram quando da aplicação da ABP na aula de física?

da postura do professor

da reação dos colegas

da aplicação da ABP de forma geral

11. Faça um breve relato das suas experiências com a metodologia ABP.







**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FISICA**

FÁBIO CEZAR GONÇALVES DE SOUZA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA  
EM PROBLEMAS NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA**

Belém-PA  
Fevereiro/2020

**FÁBIO CEZAR GONÇALVES DE SOUZA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA  
EM PROBLEMAS NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA**

Produto da pesquisa da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador Prof. Dr. Klaus Cozzolino

Belém-PA  
Fevereiro/2020

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO PRODUTO</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>APRENDIZAGEM BASEADO EM PROBLEMAS</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>A SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ELETRODINÂMICA</b> .....	<b>6</b>
3.1	A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO.....	10
3.2	CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES ABP PROPOSTAS.....	11
<b>4</b>	<b>AVALIAÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>15</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>16</b>
	APÊNDICES .....	17
	APÊNDICE A - ATIVIDADE I: ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA FAMÍLIA .....	18
	APÊNDICE B - ATIVIDADE II: SEGURANÇA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS.....	22
	APÊNDICE C - ATIVIDADE III: Famílias do lago de Tucuruí recebem energia elétrica .....	26
	APÊNDICE D - EXPERIMENTO 01: Elementos básicos de um circuito elétrico.....	29
	APÊNDICE E - EXPERIMENTO 02: Primeira lei de Ohm .....	33
	APÊNDICE F - EXPERIMENTO 03: Segunda lei de Ohm.....	36
	APÊNDICE G - EXPERIMENTO 04: Associação de resistores em série e paralelo...	39
	APÊNDICE H - EXPERIMENTO 05: Medidas elétricas.....	43
	APÊNDICE I - EXPERIMENTO 06: Associação de geradores em série e paralelo.....	45
	APÊNDICE J - Questionário avaliativo da metodologia .....	49

## 1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO

Este produto educacional foi desenvolvido baseado em experiências realizadas em sala de aula e tem a pretensão de orientar os professores de Física na construção de saberes junto a seus alunos, assim como, servir de instrumento de apoio ao ensino da Eletrodinâmica. Este material integra a minha dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF – UFPA).

Esse material contém uma proposta metodológica que discute estratégias buscando despertar nos alunos do 3º ano do ensino médio interesse pelas aulas de Física, por meio de métodos que aproximem os conteúdos ao dia a dia dos alunos, assim como, que possam fazer o uso da contextualização dos mesmos, fazendo uso dos entendimentos prévios no processo de Ensino-aprendizagem de Eletrodinâmica por meio de novas formas de construção de saberes. Neste contexto considera-se a Aprendizagem Baseada em Problemas como uma ferramenta de ensino eficiente tanto para o professor como para o aluno.

As atividades propostas devem ser desenvolvidas e adaptadas segundo a realidade de cada professor e de cada escola. Esse material visa à satisfação da demanda por novas formas de construção de saberes, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é indicada como um método de aprendizagem transdisciplinar, pois, foca na construção do conhecimento por meio de desafios buscando resolver problemas do cotidiano, além de contribuir para unir o processo de ensino e a prática por meio do desenvolvimento de ideias partindo do conhecimento e da comunicação entre pares, além do desenvolvimento das competências.

Este material pode ser aplicado em turmas do 3º ano do ensino médio regular (ou não) na íntegra ou parcialmente dependendo da realidade de cada docente. Ressaltando que as ideias contidas neste texto podem ser adaptadas e utilizadas para trabalhar qualquer assunto, pois oferecem diretrizes significativas e motivadoras para o desenvolvimento e a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem.

## 2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Por muito tempo a abordagem baseada na transmissão do conhecimento acumulado tem sido parâmetro de aprendizagem de uma disciplina para os alunos de escolas do ensino básico, mas talvez essa fase esteja chegando ao seu final, pois, a evolução do conhecimento tecnológico fez e continua fazendo mudanças estruturais no ensino em todos os níveis, exigindo dos alunos renovação em seus conhecimentos e aprofundamento que inove o método de ensino, principalmente, na Física em nível médio.

Dentre essas mudanças estruturais na maneira de ensinar, apresenta-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), considerada um método que fornece combinação da aquisição de conhecimento com a aprendizagem de competências, pois ao trabalhar esse método, os alunos adquirem conhecimento, enquanto aprende a aprender progressivamente de maneira independente, mas sempre orientado por um tutor e uma equipe de professores.

De acordo com Norman e Schmidt (1992) o método ABP é formado por uma coleção de problemas especialmente criados por grupos de professores de assuntos relacionados, apresentados a pequenos grupos de alunos assistidos por um tutor. Os problemas, usualmente, incidem em uma descrição em linguagem o mais simples possível e não em técnica de conjuntos de fatos ou fenômenos observáveis que representam um desafio ou uma questão, isto é, requerem explicação. A tarefa do grupo de estudantes é discutir esses problemas e produzir explicações provisórias para os fenômenos, descrevendo-os em termos bem fundamentados de processos, princípios ou mecanismos relevantes.

Para resolver o problema, os alunos da ABP tem que definir uma abordagem estruturada, passo a passo para a solução. Na instrução tradicional, os alunos recebem uma lista de etapas do livro de receitas para resolver um determinado problema. No caso da ABP, os alunos esforçam-se para executar as etapas com os significados implícitos das mesmas acompanhadas de suas experiências cotidianas.

Em uma abordagem ABP, no entanto, os alunos devem gerar seu próprio método passo a passo para resolver cada problema. Assim, embora surjam dificuldades na realização de um dado passo, não há confusão na sequência ou no significado de cada passo requerido. Além disso, à medida que os alunos trabalham para resolver o problema, vários caminhos de solução surgem entre os grupos. Os

estudantes, portanto, veem a solução de problemas como um processo criativo que pode assumir muitas formas dentro de um determinado conjunto de restrições.

Ao contrário das atividades tradicionais de solução de problemas em que uma solução preferida é geralmente apresentada, muitas soluções são possíveis para qualquer problema específico. As atividades de ABP permitem que os alunos percebam que a solução de problemas não é um tipo uniforme de atividade de tamanho único e que muitos caminhos de solução são possíveis. Aprendem também a aplicar novos conhecimentos na resolução de diferentes problemas semelhantes aos que se apresentarão no desempenho de diferentes facetas de seu trabalho. Trabalhar em equipe de forma supervisionada, identificando seus objetivos de aprendizagem, administrando seu tempo de modo eficaz, identificar quais aspectos do problema eles ignoram ou precisam explorar com mais profundidade, para investigá-los por conta própria, direcionando sua própria aprendizagem. E beneficiando neste processo da colaboração de seus pares, que contribuem também o contraste necessário para suas investigações e formas de entender o que estão estudando.

### 3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ELETRODINÂMICA

Como professor de Física tenho observado ao longo do tempo a grande dificuldade que os alunos do terceiro ano do ensino médio têm em relação à aprendizagem dos conteúdos e conceitos que se relacionam com a prática e com o cotidiano dos mesmos, tornando um desafio cada vez maior para os professores, principalmente, com o estudo da Eletrodinâmica.

É notório que o uso da eletricidade contribuiu muito com o surgimento de novos meios de comunicação, entre os quais, pode-se citar o rádio, a televisão, o telefone, a internet, e tantos outros, são utensílios modificadores no modo de vida das pessoas, e que, atualmente, incorporaram ao cotidiano e são vistos como indispensáveis à manutenção da vida moderna. Porém, a maioria das pessoas não tem conhecimento de que a evolução dos instrumentos de comunicação está diretamente associada à forma em que o homem desenvolveu para controlar e utilizar a energia elétrica.

Assim sendo, este produto educacional corresponde a uma sequência didática que tem como ideia principal a proposta de promover o estudo dos conteúdos de Eletrodinâmica, sob a perspectiva da Corrente e potência elétrica; Resistência elétrica e primeira Lei de Ohm; Associação de resistores; Geradores elétricos; Receptores elétricos; Associação de geradores, os quais são abordados seguidamente sob a mesma perspectiva pedagógica, iniciando a partir dos conceitos mais elementares referentes ao tema.

A proposta foi desenvolvida objetivando adequar-se à realidade da educação básica, mais precisamente à realidade do 3º ano do ensino médio, de escola pública, regular; visando desenvolver um caminho distinto que proporcione tanto para os professores como para os alunos experiências novas, com a motivação para desenvolver novas práticas que possam contribuir significativamente para melhoria dos processos de ensino e da aprendizagem.

Desenvolveu-se a análise dos conhecimentos prévios dos alunos, seguida de uma breve revisão. E assim, deu-se início à aplicação da sequência propriamente dita, ou seja, a iniciação dos estudos sobre Eletrodinâmica.

Após a apresentação da proposta elaborou-se uma sequência didática planejada em 8 (oito) planos de aulas, com duração de 100 minutos cada aula (duas aulas de 50min), onde foram divididos da seguinte maneira:



1º Momento: Apresentação de conceitos relacionados à corrente e potência elétrica.

2º Momento: Apresentação dos conceitos relacionados à resistência elétrica e da primeira Lei de Ohm.

3º Momento: Apresentação dos conceitos relacionados à segunda lei de Ohm.

4º Momento: Apresentação dos conceitos relacionados à associação de resistores em série, paralelo e associações mistas.

5º Momento: Apresentação dos conceitos relacionados à medida de tensão, corrente e resistência elétrica em um circuito.

6º Momento: Apresentação das características de um gerador elétrico.

7º Momento: Apresentação das características de um receptor elétrico.

8º Momento: Apresentação das características das associações de geradores.

Quadro descritivo com as etapas e cronograma de aplicação.

**Quadro 1.** Organização da sequência didática.

<b>Encontros</b>	<b>Atividade interna executada em ambiente escolar.</b>	<b>Tempo de execução (em minutos)</b>
1º Momento	Essa atividade inicia o estudo dos três conceitos mais conhecidos da eletricidade: corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. A aula é iniciada com o professor motivando seus alunos, momento fundamental para que os docentes se envolvam nas atividades que virão. Deve-se pedir aos mesmos que façam um levantamento sobre a eletricidade e, principalmente, de alguma atividade que tenham feito durante o dia e em qual delas dependeu da eletricidade para ser realizada. Após esse momento, apresentam-se os conceitos de corrente e potência elétrica, juntamente com a resolução de alguns exemplos que envolvam as equações vistas. Em seguida, realizam-se os experimentos (APÊNDICE D) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. No final da aula, deve-se fazer uma breve revisão dos conteúdos abordados, e propor a primeira atividade ABP (APÊNDICE A) que deverá ser resolvida em grupos de no máximo 5 (cinco) alunos e os mesmos deverão apresentar suas respostas em duas semanas.	100
2º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados à	100

	resistência elétrica e da primeira Lei de Ohm em conjunto com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE E) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O momento final da aula (por volta de 30min) deve ser utilizado para acompanhar o andamento da resolução da primeira atividade ABP pelos grupos, cabendo ao professor orientar os grupos de alunos, propondo alternativas para que os mesmos encontrem maneiras de atingir os objetivos da atividade proposta.	
3° Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresenta-se a definição matemática da segunda lei de Ohm em conjunto com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE F) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O segundo horário da aula (por volta de 50min) deve ser utilizado para que os grupos apresentem aos demais alunos às soluções da primeira atividade ABP proposta. O professor deve mediar às discussões que surgirão com a apresentação das soluções pelos grupos, tendo em mente que respostas não serão iguais.	100
4° Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados à associação de resistores juntamente com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE G) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. No final da aula, deve-se fazer uma breve revisão dos conteúdos abordados, e propor a segunda atividade ABP (APÊNDICE B) que deverá ser resolvida em grupos de no máximo 5 (cinco) alunos e os mesmos deverão apresentar suas respostas em duas semanas.	100
5° Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados à medida de tensão, corrente e resistência elétrica em um circuito em conjunto com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE H) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O momento final da aula (por volta de 30min) deve ser utilizado para acompanhar o andamento da resolução da segunda ABP pelos grupos, cabendo ao professor orientar os grupos de alunos, propondo alternativas para que os mesmos encontrem maneiras de atingir os objetivos da atividade ABP proposta.	100
6° Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados às características de um gerador elétrico juntamente com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE H E I) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O segundo horário da aula (por volta de 50min) deve ser utilizado para que os grupos apresentem aos demais alunos às soluções da segunda atividade ABP proposta. O professor deve	100

	mediar às discussões que surgirão com a apresentação das soluções pelos grupos, tendo em mente que as respostas não serão iguais.	
7º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados às características de um receptor elétrico em conjunto com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE H) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. No final da aula, deve-se fazer uma breve revisão dos conteúdos abordados, e propor a terceira atividade ABP (APÊNDICE C) que deverá ser resolvida em grupos de no máximo 5 (cinco) alunos e os mesmos deverão apresentar suas respostas na semana seguinte.	100
8º Momento	Faz-se uma breve revisão dos conteúdos vistos na aula anterior. Apresentam-se os conceitos relacionados às características das associações de geradores juntamente com a resolução de alguns exemplos. Em seguida, realiza-se o experimento (APÊNDICE I) para ilustrar os conceitos apresentados, aliando teoria e prática. O segundo horário da aula (por volta de 50min) deve ser utilizado para que os grupos apresentem aos demais alunos às soluções da terceira atividade ABP proposta. O professor deve mediar às discussões que surgirão com a apresentação das soluções pelos grupos, tendo em mente que respostas não serão iguais. Finalizam-se as atividades aplicando o questionário avaliativo da metodologia (APÊNDICE J).	100

O professor deve apresentar aos alunos a sua proposta de trabalho e explicar o que será desenvolvido ao longo das etapas. Em seguida ele deve dar início aos conteúdos que farão parte dos estudos. Poderá fazer uso da maior quantidade de recursos possíveis e disponíveis (livro didático, data show, animações, vídeos, simulações e experimentos) para enriquecer ao máximo a abordagem desse conteúdo. A dinâmica em sala de aula deverá seguir o seguinte roteiro básico:

- Apresentação dos conceitos;
- Realização de experimentos simples;
- Trabalhar em grupos nas soluções das atividades ABP;
- Avaliação;

Os conceitos devem ser apresentados aos alunos de maneira clara e objetiva, utilizando seus conhecimentos prévios e, sempre que possível, contextualizados com a sua própria realidade enfatizando sempre que uma das

principais finalidades do ensino das ciências naturais deve ser o de formar cidadãos que possam utilizar os conhecimentos científicos para agir ativamente e de forma responsável em processos de tomada de decisão na sociedade.

### 3.1 A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO

Na opinião de alguns educadores de Física, a melhor forma de contextualizar este ensino e trazê-la para o cotidiano do aluno é por meio da experimentação. Segundo Reginaldo *et al* (2012), a experimentação estabelece a dinâmica e indissociável relação entre teoria e prática, pois a sua utilização em sala de aula tem sido apontada por professores e alunos como sendo um otimizador no processo de ensino e aprendizagem, considerando que elas facilitam o exercício pedagógico e aumentam o entendimento do aluno.

Para Cruz (2009), não há dúvidas que o ensino das Ciências deve ocorrer de maneira integrada com as atividades de laboratório evidenciando que o experimento é uma das ferramentas adequada à construção do conhecimento, pois desperta o interesse do aluno por estar em contato com a prática, além de aumentar sua capacidade de aprendizado oportunizando-o à iniciação científica.

Nesse sentido, Higa e Oliveira (2012) citam que a experimentação como estratégia à aprendizagem independentemente do método utilizado pelo professor, o essencial é a problematização do conhecimento dos estudantes, suas explicações e relações estabelecidas. Um dos objetivos é não dissociar teoria e prática. Por isso, deve-se utilizar a experimentação como um método para agregar valor e o seu uso, concomitante, e de modo complementar, torna o aprendizado concreto e significativo, visto que o estudante consegue relacionar o que é ensinado com seu cotidiano, fazendo com que o ensino experimental seja visto de maneira importante para uma reflexão e análise no trabalho prático.

No entanto, Reginaldo *et al* (2012) comenta que a dificuldade do professor em realizar atividades experimentais, nas aulas de Ciências e Física, pode estar associada a falta de motivação e de condições de trabalho, o que resulta na acomodação ao ensino estritamente teórico expositivo. Nas escolas públicas e, inclusive, em algumas escolas particulares, existe falta de recursos para a compra de materiais e, até mesmo, a ausência de espaço específico para as atividades,

além de salas numerosas, falta de tempo para o professor planejar e realizar suas atividades e número reduzido de aulas semanais, bem como, a precariedade da formação inicial dos professores para situações de ensino experimental.

Araújo e Abid (2003) ao fazerem um estudo a respeito da utilização de experimentação como estratégia no ensino de Física, no que diz respeito ao seu grau de direcionamento, classificaram as atividades em três grupos: demonstração, verificação e investigação, os quais podem ser utilizados quando houver um experimento. Na perspectiva dos autores, tais abordagens podem ser utilizadas em qualquer atividade experimental proposta aos alunos e com grande potencial de sucesso.

Neste produto educacional foram utilizados alguns experimentos simples (apêndices D, E, F, G, H e I) ajustados a realidade de uma escola que não possui laboratório de Física. Fica a critério do professor reproduzi-los ou optar por utilizar outros que tenham igual relevância.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES ABP PROPOSTAS

As atividades ABP utilizadas nesta sequência didática (apêndices A, B e C) foram apresentados aos grupos de alunos após a exposição dos conteúdos e a realização dos experimentos em sala de aula. Nesse caso, portanto, o problema não é usado para construir entendimento, mas para amarrar em diferentes partes do conhecimento e atuar como uma atividade de síntese (Heller et al., 1992). Nessa perspectiva, os alunos utilizarão os conceitos formais apresentados pelo professor nas aulas para resolver situações reais relacionadas ao cotidiano dos mesmos.

Os problemas foram escolhidos levando em conta a sua relevância para os alunos, o que é de fundamental importância para que os mesmos mantivessem o interesse para tentar alcançar uma solução viável. Como a maioria das soluções de ABP é obtida por um longo período de tempo, é importante manter a motivação. Isso é reforçado quando os alunos entendem a relevância de seu trabalho de classe (Ostwald et al., 1992). Outra vantagem, como consequência do uso de problemas relevantes, é a capacidade dos alunos de transferir as habilidades e conhecimentos adquiridos em sala de aula, na resolução de problemas da vida real. Nessa perspectiva, listamos alguns objetivos que deverão ser alcançados pelos grupos de alunos ao solucionar as atividades propostas:

- Fazer com que os mesmos utilizem na prática os conceitos trabalhados em sala de aula;
- Promover o desenvolvimento integral do aluno (conhecimentos, procedimentos, habilidades, atitudes e valores);
- Promover uma atitude positiva em relação a sua própria aprendizagem (respeitando a autonomia do aluno), através de sua própria experiência adquirida durante a dinâmica do trabalho;
- Promover e estimular o trabalho em equipe;
- Alcançar o aprendizado significativo;
- Estimular a motivação;
- Provocar nos alunos uma reflexão sobre o uso consciente dos recursos naturais do Planeta e, conseqüentemente, dos seus recursos energéticos;
- Provocar nos alunos uma reflexão sobre os perigos envolvidos na utilização de equipamentos elétricos nas residências;
- Provocar nos alunos uma reflexão sobre as injustiças sociais cometidas a populações menos favorecidas;
- Estimular o uso responsável de equipamentos para evitar o desperdício de energia;
- Despertar consciência ambiental e social;
- Despertar consciência de grupo.

É importante salientar que o professor, durante a realização das atividades ABP pelos grupos, deixa de ser responsável por fornecer informações diretamente aos alunos e passa a ser um facilitador tanto de seu aprendizado como do desenvolvimento da dinâmica de grupo, permitindo aos alunos autonomia crescente na aquisição de conhecimentos e fortalecendo o processo de interdependência. O aluno tem papel de protagonista no seu processo de aprendizagem.

## 4 AVALIAÇÃO

Como se sabe, a avaliação serve para saber, por um lado, se os alunos estão atingindo os objetivos de aprendizagem e em que medida e, por outro, para saber se temos que estabelecer correções no processo. Isto é, pode ser de natureza somativa ou formativa.

Como a ABP busca tanto a aprendizagem quanto o desenvolvimento da capacidade autônoma de aprendizagem dos alunos, as duas formas de avaliação são cruciais quando se utiliza essa metodologia. Adotar isso, portanto, implica assumir a responsabilidade de modificar substancialmente a avaliação, de modo que ela reflita tanto a aprendizagem dos alunos, referindo-se especificamente às modalidades de aprendizagem buscadas pela ABP, quanto ao processo de aprendizagem.

Na ABP a avaliação ocorre durante todo o processo, ou seja, durante a realização da tarefa e no final dela. São avaliados os conteúdos de aprendizagem incluídos nos problemas com os quais trabalhamos. Nas palavras de Dochy, Segers e Sluijsmans (1999), a avaliação deve ir além da mensuração da reprodução do conhecimento, uma vez que os testes tradicionais não são apropriados para formas de aprendizagem que se referem à resolução de problemas, a construção de significados por parte do aluno e o desenvolvimento de estratégias para enfrentar novos problemas e tarefas de aprendizagem. É necessário, portanto, que a avaliação aumente o uso de diferentes tipos de elementos para cuja solução os alunos tenham que interpretar, analisar, avaliar problemas e explicar seus argumentos.

Todos os envolvidos no processo são responsáveis pela avaliação. O professor, por um lado, mas também os alunos e o grupo. O professor pode recorrer à avaliação contínua de todos os problemas que foram trabalhados, mas também a uma avaliação final no final do curso. Por outro lado, avalia, também continuamente, a participação no grupo, o envolvimento no trabalho dos problemas, o trabalho desenvolvido e os resultados obtidos no decorrer da tarefa; também avalia o trabalho em grupo.

O aluno, por fim, realiza sua própria auto avaliação (de sua contribuição ao trabalho do grupo, de seu envolvimento e responsabilidade), bem como a avaliação do grupo com o qual trabalha em equipe. E também avalia o professor ao final de

cada caso, a fim de facilitar o retorno ao professor sobre como seu desempenho é percebido pelo grupo e arbitrar, se necessário, propostas que se ajustem às demandas e necessidades do grupo.



## 5 RECOMENDAÇÕES

O objetivo deste trabalho é propor o método da Aprendizagem Baseada em Problemas como ferramenta motivadora de ensino-aprendizagem cooperativo e colaborativo capaz de tornar o aluno construtor de sua própria aprendizagem inserindo-o em uma realidade próxima ao que enfrenta no seu dia-a-dia por meio de problemas propostos e ao professor de Física melhoria em sua prática de ensino.

Recomendo o uso desse produto não só para o ensino da Física, mas para qualquer outra disciplina, e que os demais professores aceitem a ideia e que possam contribuir no sentido de aprimorar essa proposta de trabalho.

Portanto, a metodologia da ABP envolve claras vantagens, como a motivação e envolvimento dos alunos, bem como na reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem, condição essencial para que a aprendizagem autônoma ocorra. E, também, na profundidade do conhecimento adquirido e na capacidade de aplicar esse conhecimento quando relevante. No entanto, a metodologia leva tempo e isso muitas vezes limita a extensão dos programas que podem ser vistos. De alguma forma, poderíamos dizer que ela ganha em profundidade e qualidade às custas de limitar a extensão do conhecimento. Isso é algo a ser valorizado pela equipe de ensino que deve realizar uma seleção cuidadosa dos conteúdos fundamentais que serão tratados dentro do processo de acordo com a realidade do aluno.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABID, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

CRUZ, J. B. **Experiências de Laboratório: Curso técnico de formação para os funcionários da educação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

DOCHY, F., SEGERS, M., & SLUIJSMANS, D. The use of self-, peer and co-assessment in higher education: A review. **Studies in Higher Education**, n. 24, p. 331-350, 1999.

HELLER, P., KEITH, R. & ANDERSON, S. Teaching Problem Solving through Cooperative grouping. Part 1: Group versus Individual Problem Solving. **Am.J.Phys**, v. 60, n.7, p. 627-636, 1992.

HIGA, I; OLIVEIRA, O. B. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, n. 44, p. 75-92, 2012.

NORMAN, G. R.; SCHMIDT, H. G. The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. **Academic Medicine**, v.67, n.9, p.557-565, 1992.

OSTWALD, M J.; CHEN, S E.; VARNAM, B.; MCGEORGE, D. 'The application of problem-based learning to distance education'. In: SCRIVEN, B; JUNDIN, R; RYAAN, Y (eds) **Distance Education for the Twenty First Century, Selected Papers from the 16th World Conference of International Council for Distance Education**, Thailand, 1992.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. C. **O ensino de ciências e a experimentação**. Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, IX ANPED SUL. Caxias do Sul, p. 01 - 13, 2012.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

### ATIVIDADE I: ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA FAMÍLIA

#### **Cobrança de energia terá que ser regularizada em Tucuruí**

**Moradores de vilas de funcionários da usina hidrelétrica pagam valor fixo. MPF quer que Eletronorte faça medição do consumo individual.**

Do G1 PA

23/09/2014 18h05 – Atualizado em 23/09/2014 18h34

Disponível em <<http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/09/cobranca-de-energia-deve-ser-regularizada-em-tucuru.html>>. Acessado em 16/04/2019



A Usina Hidrelétrica de Tucuruí foi inaugurada em 1984 (Foto: Divulgação)

A cobrança pelo uso da energia no município de Tucuruí, no sudeste do estado, deve ser regularizada após um pedido do Ministério Público Federal (MPF) à Eletronorte. Os moradores das vilas construídas para a obra da Usina Hidrelétrica; que são funcionários da empresa e de outros órgãos, profissionais liberais, empresários; pagam valor fixo e simbólico pelo serviço. O **G1** entrou em contato com a Eletronorte, que não se manifestou sobre o assunto.

O MPF quer que a Eletronorte faça medição do consumo individual de energia para ser iniciada a cobrança de tarifas normais aos moradores das casas. Mesmo após a construção da usina, é cobrada uma tarifa fixa, chamada taxa de serviços urbanos, pelo fornecimento de energia nas residências, diferente do resto da população da cidade e do país.

Segundo o órgão federal, a recomendação foi enviada ao presidente e ao superintendente de geração hidráulica da empresa. A Eletronorte deve providenciar uma força tarefa para fazer medições amostrais do consumo individual dos imóveis nas quatro vilas ainda em setembro. O MPF, a Celpa e Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) devem participar da fiscalização.

Na segunda quinzena de outubro, a Eletronorte deve participar ainda de uma reunião com o MPF para definir a transferência do processo de cobrança da energia elétrica para a concessionária. A recomendação prevê também uma audiência pública com os atuais moradores dos imóveis para manifestação sobre a regularização da cobrança.

## Desperdício

Para o órgão federal, a situação leva ao desperdício de energia e também promove uma situação de desigualdade, injustiça e descaso com o dinheiro público. Moradores dos bairros Vila Marabá, Península, Vila Permanente e Vila Tropical são beneficiados. Para o MPF, a "taxa de serviços urbanos" com valor fixo fere os princípios da igualdade, impessoalidade, moralidade e eficiência da administração pública.

## Questões

01) Recentemente, a Eletronorte celebrou um contrato de venda da rede de distribuição de energia elétrica que atendem as Vilas Marabá, Península, Permanente, Tropical e comunidade do Km 11 com a Centrais Elétricas do Pará S.A. – CELPA (arquivo abaixo) que passará a gerir o serviço de fornecimento de energia elétrica a esses locais (instalação, manutenção, cobrança). Diante dessa nova realidade, uma família moradora de uma dessas localidades, preocupada com o impacto financeiro que a cobrança pelo consumo da energia elétrica utilizada em sua residência terá em seu orçamento doméstico mensal, decide estimar o valor que será cobrado pela Celpa levando em conta o seu padrão de consumo atual (descrito na tabela abaixo). Para isso, a família em questão pede auxílio ao seu grupo de estudos na elaboração dessa estimativa que deverá conter o consumo médio em kWh e o valor a ser pago no final de um período de trinta (30) dias.

Tabela A.1 – Padrão de consumo

### Quarto 1

Equipamento	Potência (kW)	Tempo de utilização por dia
TV de LED de 32 polegadas		6 h
Ar condicionado Split 7000 Btus		12 h
Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		8 h
Notebook de 14 polegadas		3 h
Carregador de celular		Ligado o tempo todo
Chapinha (prancha) alisadora		30 min
Secador de cabelo		20 min

### Quarto 2

Equipamento	Potência (kW)	Tempo de utilização por dia
TV de LED de 32 polegadas		8 h
Ar condicionado Split 7000 Btus		10 h
Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		8 h
Notebook de 14 polegadas		2 h
Carregador de telefone celular		Ligado o tempo todo
Vídeo game		3 h

## Quarto do casal

Equipamento	Potência (kW)	Tempo de utilização por dia
TV de LED de 43 polegadas		3 h
Ar condicionado Split 9000 Btus		8 h
2 Lâmpadas fluorescentes compactas de 25 W		8 h
Notebook de 14 polegadas		1 h
2 Carregadores de telefone celular		Ligado o tempo todo

## Banheiro do casal

Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		40 min
Chuveiro elétrico ligado na posição verão		30 min
Chapinha (prancha) alisadora		15 min
Secador de cabelo		10 min
Barbeador elétrico		5 min

## Banheiro social

Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		40 min
Chuveiro elétrico ligado na posição verão		30 min

## Cozinha

2 Lâmpadas fluorescentes compactas de 25 W		8 h
Geladeira duplex 410 l		Ligada o tempo todo
Forno de micro-ondas 30 l		20 min
Sanduicheira		15 min
Liquidificador 1,5 l		5 min
Cafeteira 700 ml		2 h
Forno elétrico 40 l		30 min

## Lavanderia

Lâmpada fluorescente compacta de 25 W		40 min
Máquina de lavar roupas 12 kg		2 h
Ferro de passar roupas		30 min

## Observações importantes:

- Para estimar o valor que será cobrado pela fornecedora ao final desse período seu grupo deverá pesquisar o valor médio cobrado pelo kWh nessa faixa de consumo;
- Elabore tabelas e gráficos para apresentar suas respostas.

02) Admitindo que todos os equipamentos sejam ligados ao mesmo tempo, qual é o valor da corrente elétrica máxima no circuito dessa casa e qual a importância do dispositivo de proteção desse circuito (disjuntor) em caso de acidentes?

03) Qual cômodo consome mais energia elétrica por mês? Quantos por cento do total equivale esse consumo?

04) Qual cômodo consome menos energia elétrica por mês? Quantos por cento do total equivale esse consumo?

05) Com base nesse perfil de consumo, faça uma pesquisa e estime quanto essa família gastaria para implantar um sistema de energia solar para essa residência e em quanto tempo eles obteriam o retorno desse investimento.

06) Quais estratégias essa família poderia adotar para reduzir o consumo em trinta por cento (30%).

07) Qual o gasto anual de manter os carregadores de telefone celular ligados o tempo todo na tomada?

## APÊNDICE B

### ATIVIDADE II: SEGURANÇA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

#### 10 dicas para evitar sustos com a eletricidade

**Corrente elétrica é coisa séria! Confira as orientações dos especialistas e evite choques, curtos-circuitos e problemas mais graves**

**Por Texto: Letícia de Almeida Alves**

Publicado em 10 jan 2018, 10h59

(Luis Gomes/Minha Casa)

Disponível em < <https://minhacasa.abril.com.br/sos-casa/10-dicas-de-cuidados-com-com-a-eletricidade/>>. Acessado em 20/04/2019.

#### 1- Vai fazer um reparo?

Desligue a chave! Para a execução de qualquer conserto elétrico, como trocar uma tomada ou o chuveiro, bloqueie a fonte de energia, desligando o disjuntor no quadro de distribuição da casa. “Se você não souber qual é o disjuntor que interrompe o fornecimento de energia daquele circuito especificamente, desligue o geral”, recomenda Alexandre Souza dos Santos, engenheiro eletricista e consultor na A&H Meyer Brasil. E a orientação vale até mesmo para trocar uma lâmpada. “Se as instalações não estiverem adequadas, pode haver risco”, alerta Edson Martinho, diretor executivo da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel).

#### 2- Benjamim tem limite

Não é que seja proibido usar os conectores, mas entenda que cada tomada aceita uma carga máxima e é preciso respeitá-la – caso contrário é possível sobrecarregar a rede, provocar um curto-circuito, superaquecimento ou danificar os eletrodomésticos. Por isso, só plugue mais de um equipamento em benjamins quando estiver certo de que eles possuem baixa potência e juntos não provocarão sobrecarga. Para ter uma ideia, Edson exemplifica: “Um televisor tem cerca de 250 W; um aparelho de TV a cabo, 150 W; um videogame, 400 W. E uma tomada residencial comum suporta pelo menos 1200 W”. Já equipamentos muito potentes, como micro-ondas e máquinas de lavar roupa, devem ganhar uma tomada exclusiva. Os novos aparelhos dessas categorias têm até um plugue mais grosso, que impede que um de maior amperagem seja conectado a uma tomada com fiação de baixa corrente. “Em hipótese alguma utilize adaptadores de plugue grosso para plugue fino”, alerta Edson.



### **3- Atenção aos fios desencapados**

Caso estejam soltos, eles podem causar choques e curtos-circuitos. Nas instalações elétricas residenciais, os fios condutores se distinguem por cores e devem estar sempre resguardados – basta encapá-los com fita isolante. Esse material forma uma capa protetora, impedindo que os cabos se encostem, além de não propagar chamas. “A fita não tem tempo de vida útil, mas a exposição ou uso prolongado pode prejudicá-la. Se começar a se soltar, troque-a imediatamente”, ensina Edson.

### **4- Compre produtos certificados**

Os componentes (fiação, disjuntores, tomadas etc.) precisam ter certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Usar produtos sem esse atestado é correr risco de choques e curtos-circuitos, além de problemas com o consumo. “Um exemplo são os cabos elétricos que têm baixa pureza do cobre, o que causa maior perda elétrica e, conseqüentemente, aumento na conta de luz”, explica Alexandre.

### **5- Cuidado com o chuveiro**

Na hora de instalar um novo chuveiro, é importante que um profissional avalie qual é a melhor opção de cabo de acordo com a potência do equipamento. “Nunca substitua um antigo por outro de maior potência sem antes avaliar se sua instalação está adequada”, indica Edson. E em hipótese alguma utilize chuveiro sem aterramento adequado. “A resistência elétrica é basicamente um fio energizado em contato com a água. Se algo der errado, pode ocorrer a circulação de corrente através da água para o corpo da pessoa, em direção ao piso. Portanto, o aterramento adequado elimina o risco de choque”, reforça Alexandre. E se você costuma mudar a temperatura da água durante o banho, verifique o modelo de seu equipamento. “Se for um elétrico tradicional, ele funciona com o acionamento dos contatos pela pressão da água, e a mudança de temperatura com ele ligado gera um arco elétrico, ou faísca, que pode ser transmitido para a água”, alerta Edson. Já os chuveiros eletrônicos, com hastes reguláveis, têm o sistema preparado para a mudança de temperatura de forma segura.

### **6- Afaste os equipamentos da água**

Aparelhos energizados, como secador de cabelo, devem ser usados com cuidado no banheiro, pois podem se tornar condutores da corrente elétrica. “Caso haja contato direto com a água, desligue imediatamente da tomada e não tente recuperá-lo. Leve a uma assistência técnica sem experimentar ligá-lo novamente”, recomenda Edson.

### **7- Nunca apague fogo de curto-circuito com água**

Se o incêndio acontecer em circuitos energizados, não jogue água, pois ela é condutora de eletricidade e você pode tomar um choque. O diretor da Abracopel recomenda: “Desligue a chave geral imediatamente e chame os bombeiros”. Se for

combater o fogo com um extintor, use apenas o de classe C (a indicação está no rótulo), específico para incêndio de equipamentos elétricos energizados.

### **8- Deixe o fio longe do calor**

Superfícies quentes, como fornos ou lareiras, podem ocasionar a degradação da capa isolante dos fios. “Isso pode causar a exposição dos condutores energizados e prováveis acidentes”, lembra Alexandre. Por isso, desvie a fiação, evitando o contato com locais aquecidos.

### **9- Cuidado redobrado do lado de fora**

Fazer instalações no telhado ou na fachada, mesmo que sejam simples intervenções na antena de TV, pode representar sério perigo por causa dos condutores que servem a casa. “As redes de energia chegam a 13800 V, o que pode gerar um arco elétrico só de se chegar perto, portanto é muito importante manter distância delas em qualquer circunstância”, recomenda Edson.

### **10- Atenção aos sinais**

Se os disjuntores desarmam com frequência – o que nada mais é do que a proteção do circuito atuando para que não haja aquecimento dos cabos – e se há oscilações na iluminação, fique alerta: pode ser sinal de sobrecarga nas instalações elétricas. “Nesse caso, o ideal é que um profissional faça uma avaliação da distribuição da carga por fases ou até mesmo o redimensionamento de todo o sistema”, explica o engenheiro eletricista Alexandre. É também recomendável instalar um disjuntor diferencial residual (DR) em residências, dispositivo que desliga um circuito sempre que é detectada uma corrente de fuga. “Ele elimina completamente o risco de choque elétrico”, garante. E atenção: faça uma revisão completa em casa a cada cinco anos – contrate um profissional qualificado na área elétrica e garanta a segurança em seu lar.

## **Questões**

As dicas apresentadas no texto acima são essenciais para evitar acidentes, que muitas vezes podem ser fatais, quando lidamos com eletricidade. Ciente delas, seu grupo de trabalho foi chamado novamente pela mesma família da atividade anterior agora para dar algumas dicas de como resolver alguns problemas que a instalação elétrica da residência apresenta. São eles:

01) A família relata que utiliza na cozinha o forno de micro-ondas e o forno elétrico ligados na mesma tomada e que quando utiliza os dois ao mesmo tempo com um benjamim é comum sentir cheiro de queimado e até mesmo que a tomada e o adaptador queimem. Por esse motivo, os mesmos disseram que já trocaram algumas vezes a tomada, mas que o ocorrido sempre volta a acontecer. Qual(ais) dicas(s) seu grupo de trabalho daria para solucionar essa questão?

02) Eles relatam também que é comum sentir um choque elétrico ao manusear o chuveiro do quarto do casal. O que pode estar acontecendo? O que pode ser feito para reparar esse defeito?

03) Em um dos cômodos, após uma pequena reforma, uma das tomadas só funciona quando a lâmpada está ligada. Qual é o possível motivo para isso estar acontecendo? Como sanar esse problema?

04) Na lavanderia, ao utilizar todos os equipamentos ao mesmo tempo, o disjuntor de 10 A que protege o circuito sempre desarma impedindo o funcionamento dos equipamentos. Por qual motivo isso acontece? Como contornar essa falha?

## APÊNDICE C

### ATIVIDADE III: Famílias do lago de Tucuruí recebem energia elétrica

**Mais de 12 mil famílias que moram nas 1600 ilhas às margens da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, vivem sob a luz do candeeiro.**

**Custo para levar energia elétrica aos mais de 12 mil moradores das ilhas do lago de Tucuruí ultrapassa a cifra de R\$ 20 milhões.**

**Por Texto: Wellington Hugles**

Publicado em 15 de janeiro de 2013

Disponível em <<http://jornaldetucuruui.blogspot.com/2013/01/mais-de-12-mil-familias-que-moram-nas.html>>. Acessado em 22/04/2019.

Passado mais de 30 anos após a inauguração das primeiras turbinas da maior Usina Hidrelétrica genuinamente brasileira, sediada na cidade de Tucuruí, sudeste paraense, distante 420 km de Belém. Até hoje nenhum programa foi dispensado aos mais de 12 mil moradores que vivem nas mais de 1.600 ilhas que formam o lago de Tucuruí. Inúmeros estudos foram realizados ao longo dos anos, mas, nenhuma medida paliativa foi tomada através da empresa estatal Eletrobrás Eletronorte que administra a geração e produção de energia, e, até os dias atuais a população das ilhas mesmo morando 'ao pé' da usina, que usa as águas do rio Tocantins para gerar energia para o Pará e diversos outros estados da federação, ainda vivem as luzes da lamparina e do candeeiro.

Muitos movimentos foram criados em busca de soluções emergenciais para atender esta gama da população, que tem que conviver com esta realidade, mesmo estando a poucos metros da usina não recebem energia elétrica em suas residências.

As raízes do problema tiveram início na ocasião da construção da usina, iniciada em 1975. A área do lago foi sendo ocupada irregularmente na década de 1980 por famílias expulsas pela construção da usina e por novos moradores que chegavam à região em busca de trabalho.

Passado os anos muitos moradores das áreas ocupadas resolveram implantar geradores particulares para atender as necessidades da energia, mas em um área de quase 3 mil quilômetros quadrados, ou seja, duas vezes o tamanho da cidade de São Paulo, sem documentação de posse, já que a área é da Eletrobrás Eletronorte, e devido ao custo elevado para a instalação da energia elétrica na área ocupada apenas por agricultores antes de ser inundado para formar o reservatório da usina, após a formação nas partes mais altas das 1.600 ilhas, que ficaram sendo ocupadas pelos ex-moradores e por novos habitantes, que desde a década de 70 até os dias atuais nada foi feito para levar energia elétrica.

Os mais de 12 mil moradores das ilhas, já estão calejados das promessas ao longo de diversas campanhas eleitorais de levar eletricidade às ilhas que jamais foram cumpridas até hoje.

Segundo João Pantoja, aposentado, 73 anos, destes 45 morando nas terras que formaram o lago de Tucuruí, distante a 145 km da barragem, “o único programa que nos deu esperança para que a energia chegasse aqui em nossa localidade foi o do presidente Lula, quando implantou o “Programa Luz Para Todos”, mas, muitos foram os beneficiários na Zona Rural que tiveram êxito, mas, para nós ainda não foi a nossa hora”.

A grande problemática que vive a população das ilhas de Tucuruí e um modelo a ser observado, e, há tempo ser regularizado nas obras de construção da Usina de Belo Monte no rio Xingu, foi a não observância aos passivos ambientais, que na época da construção da usina e eclusas foram concebidas em um período em que o direito ambiental era pouco desenvolvido e as exigências para licenciar grandes obras eram menores. Por isso, a existência das inúmeras condicionantes que até os dias de hoje não foram cumpridas.

Prefeitura – No ano de 2010, a prefeitura de Tucuruí deu início ao levantamento técnico para a implantação da rede de energia elétrica nas ilhas do lago de Tucuruí, os estudos foram realizados por empresa especializada tudo por conta da municipalidade, que ao final de 2012 os estudos foram concluídos, com isso, o prefeito Sancler Ferreira (PPS), apresentará ao governo federal o projeto realizado, para levar eletricidade às ilhas do lago de Tucuruí. Os custos iniciais para a efetivação da eletrificação das 1.600 ilhas ultrapassam a soma de R\$ 20 milhões.

Fizemos questão de realizar o estudo técnico e de viabilidade, porque todas as vezes que questionávamos a eletrificação das ilhas do lago de Tucuruí, formado pela inundação das terras na entrada em funcionamento da usina, emperrava na apresentação de um estudo. “Agora estamos com tudo pronto, e iremos atrás dos recursos para a viabilidade da implantação da eletrificação das ilhas do lago”.

Eletrobrás Eletronorte - A empresa estatal Eletrobrás Eletronorte, responsável pela geração e produção de energia da usina hidrelétrica, informou que, o fornecimento de energia às ilhas é de responsabilidade da Celpe (Centrais Elétricas do Pará).

Segundo os dirigentes da Eletrobrás Eletronorte, os moradores das ilhas têm todo direito de receber energia elétrica em seus domicílios, e, para garantir este benefício, devem procurar a Secretaria de Patrimônio da União para regularizar a situação de suas moradias. "A maioria das pessoas que ocupam as ilhas não estavam na região na época da construção de Tucuruí", disse o superintendente de meio ambiente da Eletrobrás Eletronorte, Antônio Coimbra.

Celpe - A Celpe informou que a energia será implantada nas ilhas por meio de um programa de universalização e que aguarda análise do programa apresentado a Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica), em reunião para aprovação e liberação de recursos para o projeto.

Dos mais de 110 mil moradores que vivem nas áreas urbana e rural de Tucuruí, mais de 10% da população estão sem o fornecimento de energia elétrica, e com

agravante, os moradores da área urbana vivem um dilema diário com o fantasma da falta do fornecimento de energia pela Celpa, acentuando-se neste período chuvoso.

Investimentos – O Governo Federal através do Ministério de Minas e Energia e a estatal Eletrobrás Eletronorte está investindo em Tucuruí mais de R\$ 20 milhões nas obras de terraplenagem, sondagem e ampliação da SE Tucuruí nos pátios das subestações, obras que tiveram início no mês de outubro de 2012 e término previsto para dezembro de 2013. Tudo para garantir o fornecimento de energia de Tucuruí até Manaus para a Copa do Mundo de 2014.

Linhão Tucuruí/Manaus - A linha de transmissão Tucuruí/Macapá/Manaus, com aproximadamente 1.800 km de extensão. Projeto desenvolvido pela Eletrobrás Eletronorte, um dos maiores empreendimentos de linhas de transmissão de energia em construção no país, também está em fase de conclusão e, assim que for acionado, fará a integração dos Estados do Amazonas, Amapá e do Oeste do Pará ao Sistema Interligado Nacional (SIN), o qual fará a distribuição nacional de energia. Construído também em circuito duplo, o linhão tem investimentos previstos de R\$ 2 bilhões, e será inaugurado antes da realização da Copa do Mundo de 2014, para atender o estado do Amazonas com a energia produzida em Tucuruí no Pará.

### Questões

Recentemente, a prefeitura de Tucuruí anunciou a instalação de placas solares para algumas famílias moradoras da região das ilhas (fonte: <https://tucuruui.pa.gov.br/prefeitura-fara-acompanhamento-das-instalacoes-das-placas-solares-na-regiao-das-ilhas/>. Acessado em 22/04/2019). Cientes do impacto social e econômico que o acesso à energia elétrica trará a essas famílias, seu grupo de trabalho foi convidado por uma ONG a investigar alguns aspectos do sistema que está sendo instalado em cada um dos domicílios. São eles:

01) Qual é a potência das placas solares instaladas em cada residência? Faça uma pesquisa junto à prefeitura para encontrar essa informação.

02) De posse da informação colhida na questão anterior, estime quais equipamentos e por quanto tempo eles poderão ser utilizados sendo alimentados pelo sistema que foi instalado?

03) Esse sistema atende uma família de quantos componentes?

04) Como funciona um sistema de geração de energia elétrica solar? Quais são os principais componentes e quais são as suas funções? Faça um esquema detalhando o funcionamento de cada um.

05) Quais desses equipamentos seriam geradores elétricos? Quais seriam receptores?

06) Por que nossa região é particularmente propícia para a geração de energia elétrica a partir da radiação solar?

## APÊNDICE D

### EXPERIMENTO 01: Elementos básicos de um circuito elétrico

#### EXPERIMENTO 01

Elementos básicos de um circuito elétrico e medidas elétricas

#### OBJETIVOS

Compreender os princípios básicos de funcionamento de alguns tipos de equipamentos elétricos e sua relação com a corrente elétrica e realizar medidas de tensão e corrente no circuito.

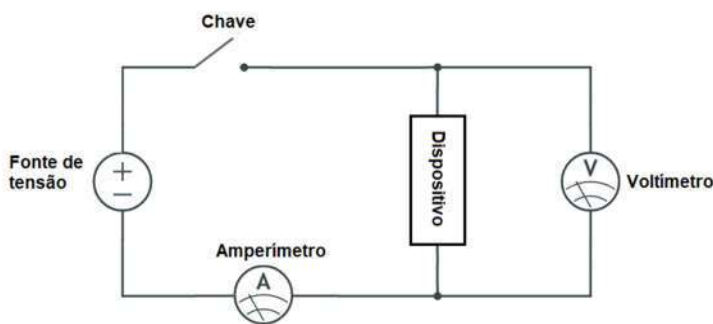
#### MATERIAIS

Relógio digital ou analógico; lâmpada de lanterna; suporte de lâmpada de lanterna; 2 multímetros digitais; chave; jacarés; pedaços de fio de cobre; 2 pilhas de 1,5 V.

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

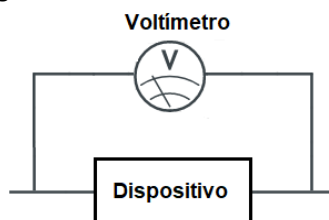
Cada um dos dispositivos escolhidos para a realização desses experimentos devem ser ligados em série com a fonte de tensão adequada. Um esquema da montagem do experimento está na Fig. D.1.

**Fig. D.1:** dispositivo ligado em série com a fonte de tensão e uma chave



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

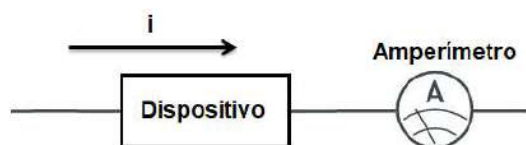
Para que o multímetro funcione como voltímetro, deve-se selecionar uma das escalas para medida de tensão em corrente contínua (CC) ou corrente alternada (CA). Para medir a tensão ligue os terminais do voltímetro em paralelo com o circuito, nos pontos em que se deseja conhecer a ddp, como mostra o esquema da Fig. D.2

**Fig. D.2:** medida da tensão elétrica.

**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

Meça a diferença de potencial entre os polos da pilha, da bateria e da tomada da rede elétrica convencional. Lembre-se que a pilha e a bateria são fontes de CC e a rede elétrica convencional funciona com CA. É importante tomar muito cuidado ao efetuar a medida de tensão na tomada. Introduza as pontas de prova do multímetro nos terminais da mesa, segurando-as pela parte isolante (jamais encoste na parte metálica).

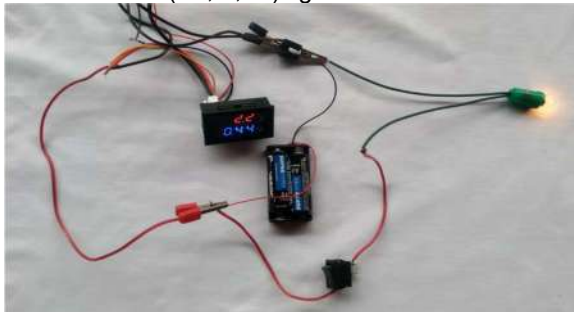
Para que o multímetro funcione como amperímetro selecione uma das escalas de medidas de corrente (CC ou CA). Abra o circuito num ponto desejado e ligue o amperímetro em série de modo que a corrente passe por ele Fig. D.3. A corrente que passa por um dispositivo pode ser medida antes ou depois dele, pois ela é a mesma.

**Fig. D.3:** medida da corrente elétrica.

**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

Nunca coloque o amperímetro em paralelo com um componente energizado, pois isso pode danificá-lo seriamente.

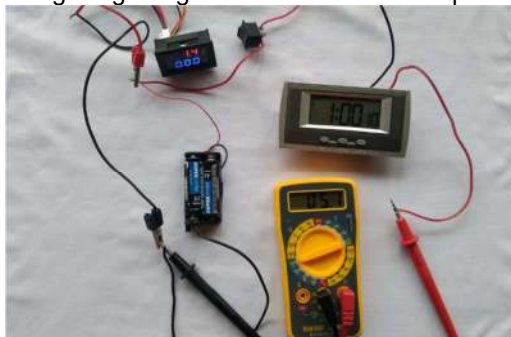
Exemplos de montagem dos experimentos utilizados na aplicação do produto podem ser vistos nas Figuras D.4, D.5 e D.6 abaixo:

**Fig. D.4:** lâmpada de lanterna (3V; 0,5A) ligada em série com duas pilhas AA (1,5V)

**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)



**Fig. D.5:** relógio digital ligado em série com uma pilha AA (1,5V)



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. D.6:** relógio analógico ligado em série com uma pilha AA (1,5V)



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Dispositivos elétricos, dos mais simples aos mais complexos, necessitam para seu funcionamento adequado de uma fonte de tensão adequada e de um circuito (caminho) por onde a corrente elétrica possa passar. A fonte de tensão fornece energia elétrica ao dispositivo e é essa energia que será convertida em outro tipo de energia pelo equipamento. A presença da fonte de tensão é essencial ao funcionamento do dispositivo, pois é ela que estabelece uma diferença de potencial no circuito. Em consequência disso, propaga-se pelo condutor, com velocidade próxima à da luz, um campo elétrico que dá origem à força que desloca todos os elétrons livres desse condutor praticamente ao mesmo tempo, dando origem a corrente elétrica. Isso só acontece quando a chave é fechada, pois assim a corrente terá um caminho fechado para percorrer.

O voltímetro é o instrumento utilizado para medir tensão elétrica entre dois pontos de um circuito elétrico. Se a tensão que será medida for contínua (CC) o polo positivo do voltímetro deve ser ligado no ponto de maior potencial e o polo negativo deve ser ligado no ponto de menor potencial elétrico. Com isso, o voltímetro indicará um valor positivo de tensão. Se as ligações dos terminais do voltímetro estiverem invertidas, o mostrador digital indicará um valor negativo.

Se a tensão que será medida for alternada (CA) os polos positivos e negativos do voltímetro podem ser ligados ao circuito sem levar em conta a polaridade, e o mesmo registrará uma medida sempre positiva.

A resistência interna de um voltímetro ideal é bem elevada, com o objetivo de impedir que a corrente elétrica do circuito passe por ele, de modo a não interferir na medida.

O amperímetro é o instrumento utilizado para medir a corrente elétrica que atravessa um condutor ou um dispositivo. Se a corrente que será medida for contínua (CC), o polo positivo deve ser ligado ao ponto pelo qual a corrente convencional entra e o polo negativo ao ponto pela qual ela sai. Dessa forma, o amperímetro indicará um valor positivo. Estando as ligações dos terminais invertidas, o amperímetro indicará um valor negativo.

Caso a corrente que será medida for alternada (CA) os polos positivo e negativo do amperímetro podem ser ligados ao circuito sem levar em conta a polaridade, resultando sempre em uma medida positiva.

A resistência elétrica de um amperímetro ideal é nula, de modo que ele não influencie no circuito que será medido.

#### **Observações importantes:**

1. Na montagem dos experimentos constantes nos apêndices deste produto educacional foram utilizados dois tipos de multímetros digitais. O primeiro deles (Figuras D.5 e D.6) da marca Hikari, modelo HM-1000 (disponível a venda em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1202757878-multimetro-digital-hikari-hm1000- JM?quantity=1#position=2&type=item&tracking\\_id=cc9dc5bf-6bc1-402f-a638-309c9cc0c852](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1202757878-multimetro-digital-hikari-hm1000- JM?quantity=1#position=2&type=item&tracking_id=cc9dc5bf-6bc1-402f-a638-309c9cc0c852). Acessado em 12/11/2019) e o outro (Figuras D.4, D.5 e D.6) de fabricante desconhecido, modelo Voltímetro Amperímetro Digital 100V/10A Led Verm. (disponível a venda em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1227906021-voltimetro-amperimetro-digital-100v-x-10a-led-verm-e-azul- JM?quantity=1#position=4&type=item&tracking\\_id=96f8465c-b666-470c-ab54-3fa1deed753c](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1227906021-voltimetro-amperimetro-digital-100v-x-10a-led-verm-e-azul- JM?quantity=1#position=4&type=item&tracking_id=96f8465c-b666-470c-ab54-3fa1deed753c). Acessado em 12/11/2019). Os mesmos podem ser substituídos por outros dispositivos que tenham a mesma finalidade.

2. Na plataforma de streaming de vídeos Youtube é possível encontrar vários tutoriais de como utilizar cada um desses dispositivos para realizar medidas em um circuito. Seguem dois desses vídeos:

Vídeo tutorial 1: Como funciona um multímetro #ManualMaker Aula 2, Vídeo 2 (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1WIWrmc-rBk>. Acessado em 12/11/2019).

Vídeo tutorial 2: DSN-VC288 - O Voltímetro/Amperímetro mais barato que existe para sua fonte!!! (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZlrtAXIWsk&t=609s>. Acessado em 12/11/2019)

3. Os experimentos utilizados nesta etapa do produto educacional podem ser substituídos por outros que tenham a mesma relevância didática.

## APÊNDICE E

### EXPERIMENTO 02: Primeira lei de Ohm

#### EXPERIMENTO 02

#### Primeira lei de Ohm

#### OBJETIVOS

Demonstrar experimentalmente a primeira lei de Ohm levantando dados de tensão e corrente elétrica num resistor ôhmico e determinar a sua resistência.

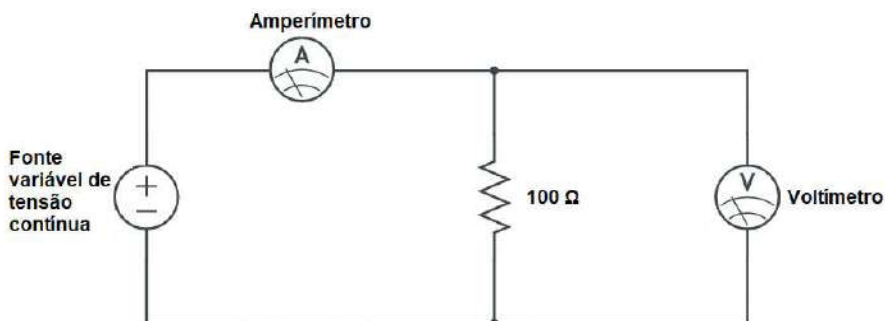
#### MATERIAIS

Resistor de  $100 \Omega$ ; 4 pilhas de 1,5 V; jacarés; pedaços de fio de cobre; 2 multímetros digitais; protoboard de 830 pontos (opcional).

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

Ligue um dos multímetros (amperímetro) em série com o resistor e a fonte e o outro multímetro (voltímetro) em paralelo com o resistor como mostra o esquema da Fig. E.1.

**Fig. E.1:** fonte, resistor, amperímetro e voltímetro.

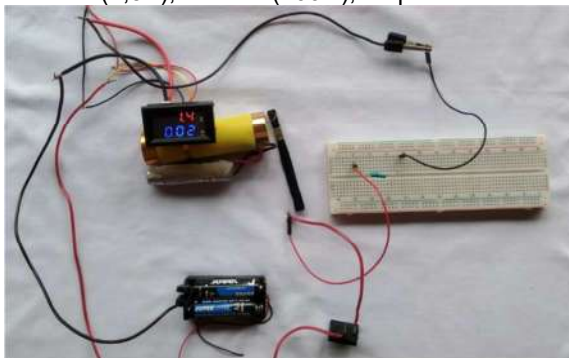


**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

Varie a tensão na fonte desde o mínimo (1,5 V) até o máximo (6 V) e retire valores de tensão  $V$  e corrente  $i$  no resistor. Desenhe um gráfico de  $V \times i$  e encontre o valor da resistência  $R$  do resistor.

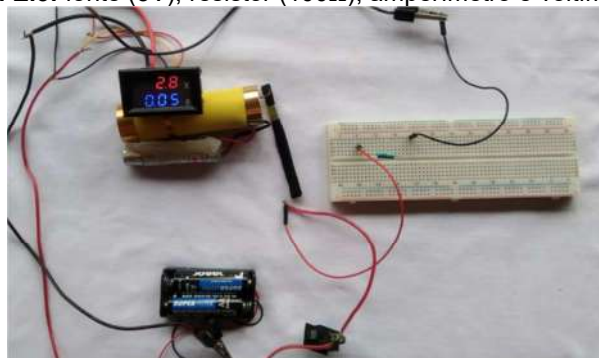
Nas Figuras E.2, E.3, E.4 e E.5 abaixo ilustram a sequência dos experimentos utilizados durante a aplicação do produto:

**Fig. E.2:** fonte (1,5V), resistor (100Ω), amperímetro e voltímetro.



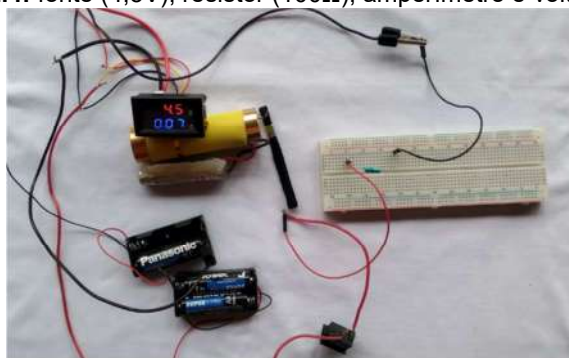
Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. E.3:** fonte (3V), resistor (100Ω), amperímetro e voltímetro.



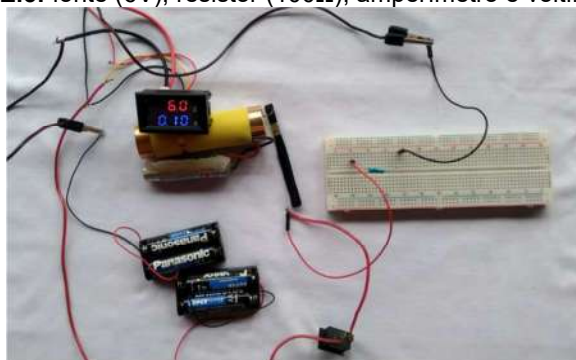
Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. E.4:** fonte (4,5V), resistor (100Ω), amperímetro e voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

Fig. E.5: fonte (6V), resistor (100Ω), amperímetro e voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

### ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

O físico Georg Simon Ohm obteve em seus trabalhos uma relação matemática entre a tensão  $V$  aplicada em um condutor e a intensidade da corrente  $i$  que passa por ele. Ohm verificou que em certos condutores chamados ôhmicos, a tensão  $V$  e a intensidade de corrente  $i$  eram diretamente proporcionais, ou seja:

$$\frac{V}{i} = \frac{V_1}{i_1} = \frac{V_2}{i_2} = \frac{V_n}{i_n} \quad (\text{E.1})$$

cujo gráfico de  $V \times i$  é uma reta que passa pela origem dos eixos.

Na equação (E.1) nota-se que a razão que a razão  $V/i$  tem sempre o mesmo valor, ou seja, é igual a uma constante, que é o valor da resistência elétrica  $R$  do condutor.

## APÊNDICE F

### EXPERIMENTO 03: Segunda lei de Ohm

#### EXPERIMENTO 03

#### Segunda lei de Ohm

#### OBJETIVOS

Demonstrar experimentalmente a segunda lei de Ohm verificando como a resistência de um condutor varia em função do seu comprimento e do seu diâmetro.

#### MATERIAIS

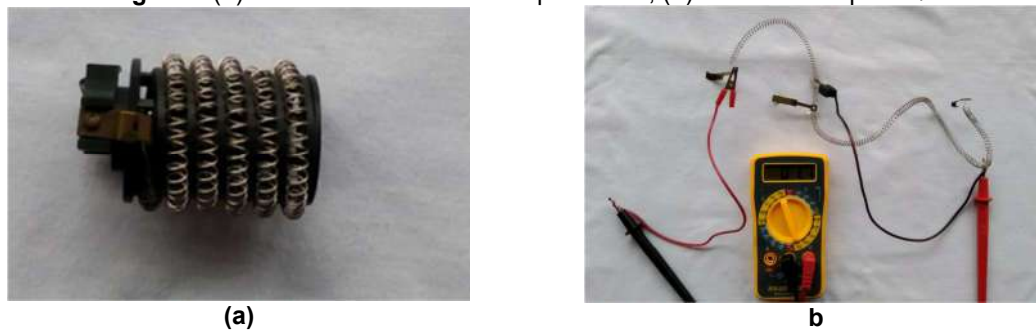
1 resistência de chuveiro elétrico ou de qualquer equipamento resistivo similar; jacarés; pedaços de fio de cobre; 1 multímetro digital.

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

Ligue o multímetro digital (na escala de medida de resistência) em paralelo com a resistência do equipamento em com comprimentos equivalentes a  $1/4L$ ,  $1/2L$ ,  $3/4L$  e  $L$  ( $L$  é o comprimento da resistência do equipamento) e anote o valor encontrado.

Nas Figuras F.1, F.2, F.3 e F.4 são mostrados os experimentos utilizados durante a aplicação da sequência didática.

**Fig. F.1:** (a) resistência utilizada no experimento; (b) medida de  $R$  para  $L/4$ .



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. F.2:** medida de R para L/2.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. F.3:** medida de R para 3L/4.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. F.4:** medida de R para L.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

É fácil perceber um aumento linear nos valores das leituras de resistência obtidos estão de acordo com a segunda lei de Ohm.

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

A segunda lei de Ohm fornece a resistência elétrica de um condutor em função de suas características, tais como seu comprimento, sua área de secção transversal e o tipo de material do qual é constituído.

Ela pode ser enunciada como:

A resistência elétrica  $R$  de um condutor homogêneo é proporcional ao seu comprimento  $l$ , e inversamente proporcional à sua área da secção transversal  $A$  e depende do material que o constitui e da sua temperatura.

Reunindo essas informações escrevemos matematicamente a segunda lei como:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (\text{F.1})$$

onde  $\rho$  é a resistividade elétrica e seu valor depende do material que constitui o condutor e da temperatura em que ele se encontra.



## APÊNDICE G

### EXPERIMENTO 04: Associação de resistores em série e paralelo.

#### EXPERIMENTO 04

Associação de resistores em série e paralelo.

#### OBJETIVO

Estudar as características de uma associação de resistores em série e em paralelo.

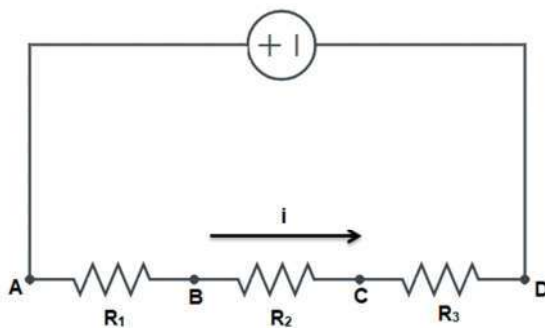
#### MATERIAIS

1 resistor de  $50 \Omega$  ( $R_1$ ); 1 resistor de  $100 \Omega$  ( $R_2$ ); 1 resistor de  $200 \Omega$  ( $R_3$ ); 3 lâmpadas de lanterna (3v; 0,5A) com soquetes; chave; jacarés; pedaços de fio de cobre; 2 pilhas de 1,5V; multímetro digital; protoboard de 830 pontos (opcional).

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

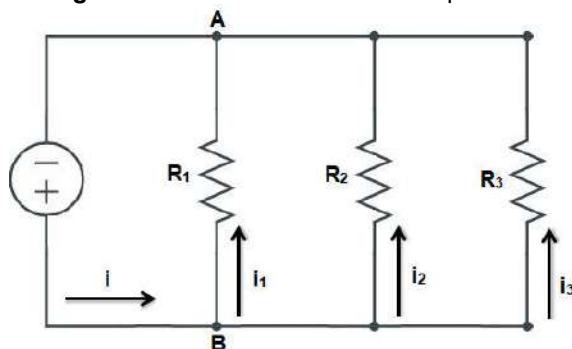
Monte o circuito de acordo com o esquema da Fig. G.1 para uma associação em série e de acordo a Fig. G.2 para uma associação em paralelo. Para cada uma das montagens, com o multímetro efetue a medida da resistência de cada resistor (com o circuito sem alimentação), da corrente que passa por cada um deles, bem como da tensão fornecida pela fonte e a tensão que cada resistor é submetido.

**Fig. G.1:** resistores associados em série.



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

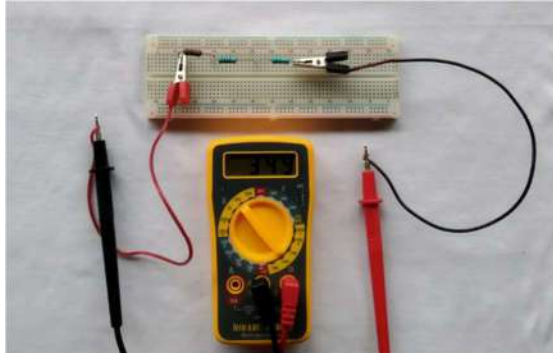
**Fig. G.2:** resistores associados em paralelo.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

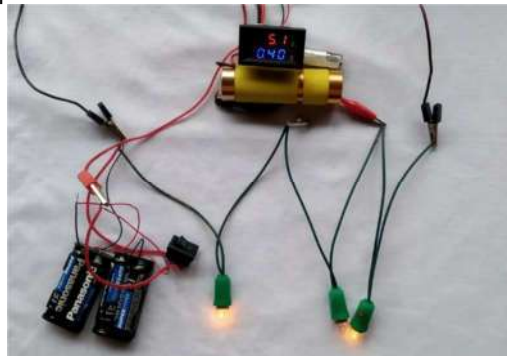
As montagens dos experimentos utilizados na aplicação do produto podem ser vistas nas Figuras G.3, G.4, G.5 e G.6 abaixo.

**Fig. G.3:** resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  associados em série.



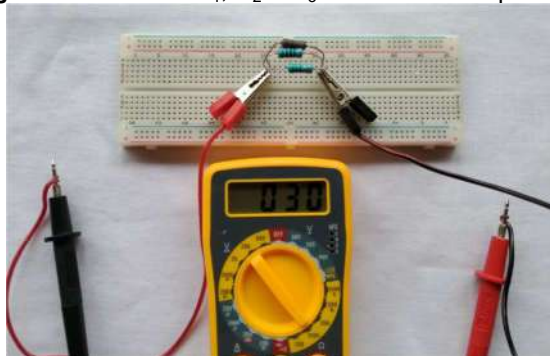
Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. G.4:** lâmpadas associadas em série com uma fonte de tensão de 6V.



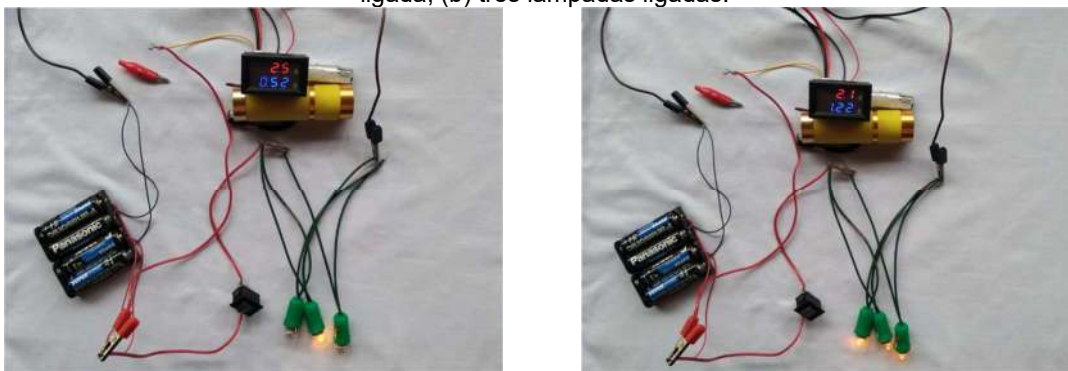
Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. G.5:** resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  associados em paralelo.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

**Fig. G.6:** lâmpadas associadas em paralelo com uma fonte de tensão de 3V. (a) uma lâmpada ligada; (b) três lâmpadas ligadas.



(a)

(b)

Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Na associação de resistores em série a intensidade da corrente elétrica que passa por um dos resistores é a mesma para todos os demais resistores:

$$i = i_1 = i_2 = i_3 \quad (\text{G.1})$$

A tensão elétrica entre os terminais da associação é igual à soma da tensão em que cada resistor está submetido:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (\text{G.2})$$

Chamamos de resistor equivalente a um resistor hipotético capaz de substituir todos os resistores da associação. Este resistor suporta a mesma tensão  $V$  e é percorrido pela mesma corrente  $i$  da associação.

Relacionando a lei de Ohm  $V = Ri$  com a Eq.(G.2), temos

$$R_{eq}i = R_1i + R_2i + R_3i \quad (G.3)$$

Considerando (G.1) obtemos da Eq.(G.4)

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (G.4)$$

Na associação em paralelo, todos os resistores são submetidos à mesma tensão, de modo que.

$$V = V_1 = V_2 = \dots = V_n \quad (G.5)$$

Nessa associação a corrente total  $i$  divide-se entre os resistores associados, de forma que

$$i = i_1 + i_2 + \dots + i_n \quad (G.6)$$

Pela lei de Ohm, a corrente elétrica que passa num resistor é

$$i = \frac{V}{R} \quad (G.7)$$

Para determinar a resistência do resistor do resistor equivalente, levemos (G.7) em (G.6):

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} \quad (G.8)$$

Relacionando (G.8) com (G.5) obtemos que a resistência equivalente é

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (G.9)$$

## APÊNDICE H

### EXPERIMENTO 05: Montando um amplificador de áudio de baixo custo

#### EXPERIMENTO 05

Montando um amplificador de áudio de baixo custo

#### OBJETIVOS

Montar um amplificador de áudio de baixo custo utilizando alguns dos componentes que foram estudados nas aulas (fonte, resistor, capacitor, condutores). Estimular nos alunos a autonomia na construção de projetos experimentais simples.

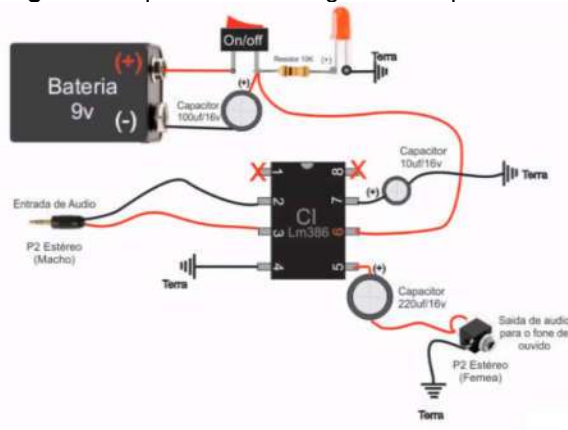
#### MATERIAIS

Circuito integrado LM386; capacitor eletrolítico de  $10\mu\text{F}/16\text{V}$ ; capacitor eletrolítico de  $100\mu\text{F}/16\text{V}$ ; capacitor eletrolítico de  $220\mu\text{F}/16\text{V}$ ; resistor de  $10\text{k}\Omega$ ; led de 5mm; chave; plug P2 estéreo macho; fonte de bancada 9V (opcional, pois pode ser substituída por outra fonte de tensão de 5 até 12V); alto-falante 10W; chave; pedaços de fio de cobre; multímetro digital; protoboard de 830 pontos.

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

A montagem para este experimento seguiu o tutorial do YOUTUBE disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=b\\_fkUmsonM8](https://www.youtube.com/watch?v=b_fkUmsonM8) (acessado em 12/11/2019). O objetivo deste procedimento é montar um amplificador de áudio de baixo custo e de fácil execução para iniciantes em eletrônica.

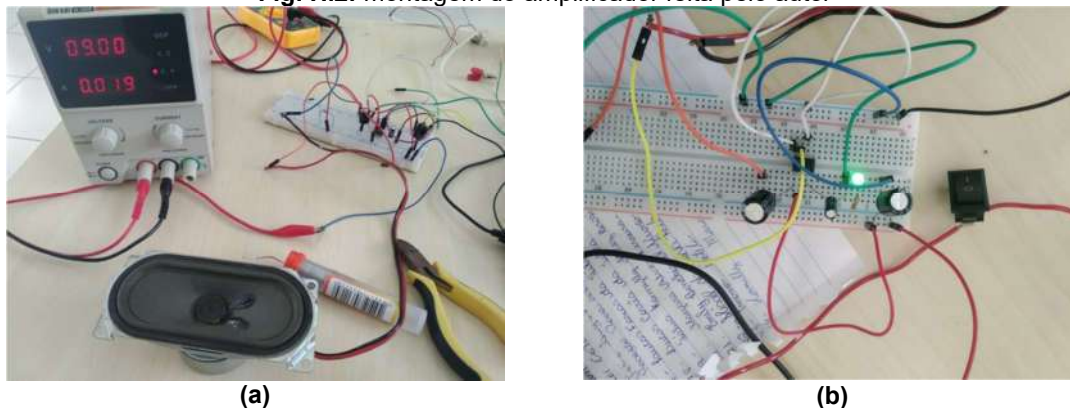
**Fig. H.1:** esquema de montagem do amplificador



Fonte: Youtube (2019)

A Figura H.2 abaixo mostra a montagem do experimento utilizado.

**Fig. H.2:** montagem do amplificador feita pelo autor



(a)

(b)

Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Um circuito amplificador tem como finalidade incrementar (multiplicar) um sinal de entrada em algumas vezes. No caso do circuito que utiliza o circuito integrado LM386, que foi projetado para trabalhar como amplificador de áudio, o ganho no sinal é de aproximadamente 20 vezes de acordo com o manual do fabricante do componente (disponível em: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/413781/UTC/LM386.html>. Acessado em 12/11/2019).

## APÊNDICE I

### EXPERIMENTO 06: Associação de geradores em série e paralelo

#### EXPERIMENTO 06

Associação de geradores em série e paralelo.

#### OBJETIVOS

Estudar as características das associações de geradores em série e em paralelo.

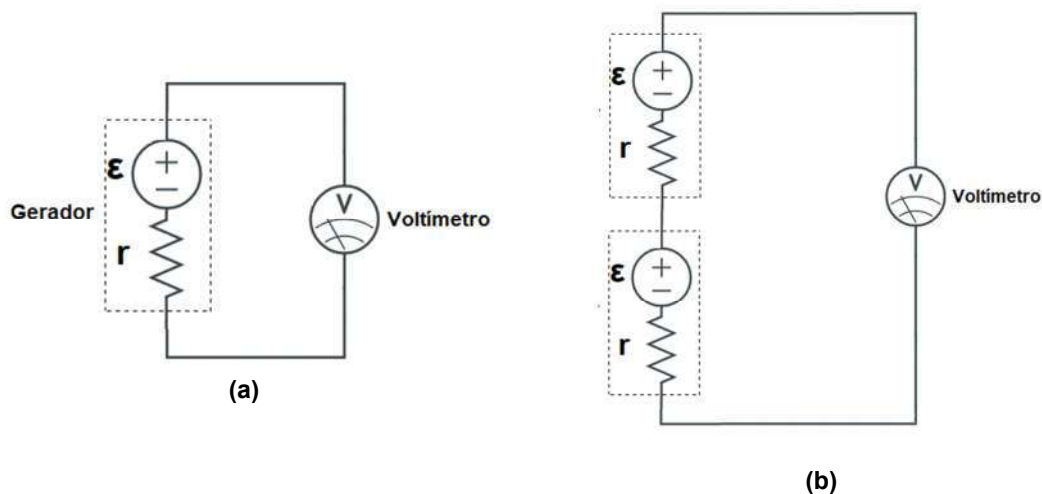
#### MATERIAIS

4 pilhas AA (1,5 V); suporte para pilha AA; 1 multímetro digital; fios conectores.

#### MONTAGEM E PROCEDIMENTOS

Ligue as pilhas AA (geradores) em série, como apresentado no esquema da Fig. I.1 até que se obtenha uma associação em série com as 4 (quatro) pilhas. Meça com o multímetro (voltímetro) a força eletromotriz de cada gerador.

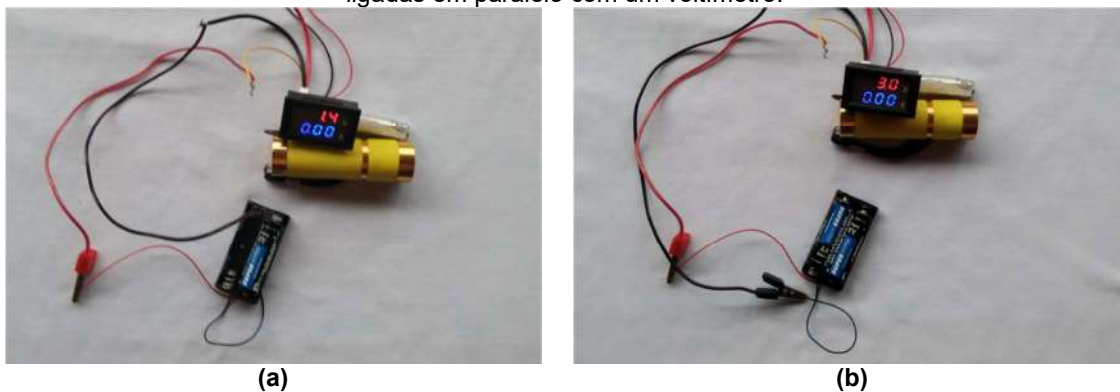
**Fig. I.1:** (a) um gerador em paralelo com um voltímetro; (b) dois geradores em série ligados em paralelo com um voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

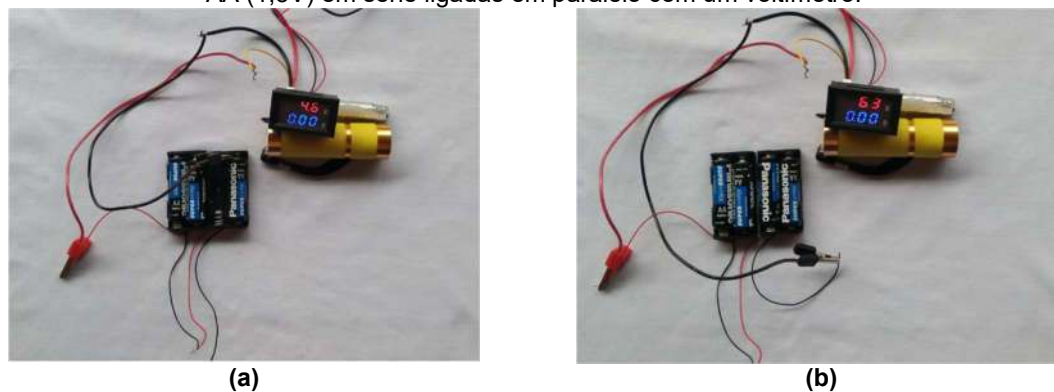
Nas Figuras I.2, I.3 e I.5 abaixo são mostradas as montagens do experimento utilizado nesta sequência didática.

**Fig. I.2:** (a) uma pilha AA (1,5V) em paralelo com um voltímetro; (b) duas pilhas AA (1,5V) em série ligadas em paralelo com um voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

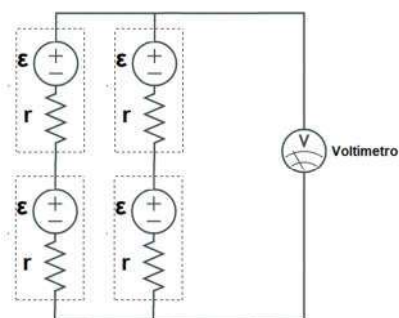
**Fig. I.3:** (a) três pilhas AA (1,5V) em série ligadas em paralelo com um voltímetro; (b) quatro pilhas AA (1,5V) em série ligadas em paralelo com um voltímetro.



Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)

Depois, ligue os dois conjuntos de duas pilhas AA em série em paralelo e conecte os terminais da associação resultante ao voltímetro, conforme o esquema da Fig. I.4.

**Fig. I.4:** dois pares de pilhas em série ligadas em paralelo.

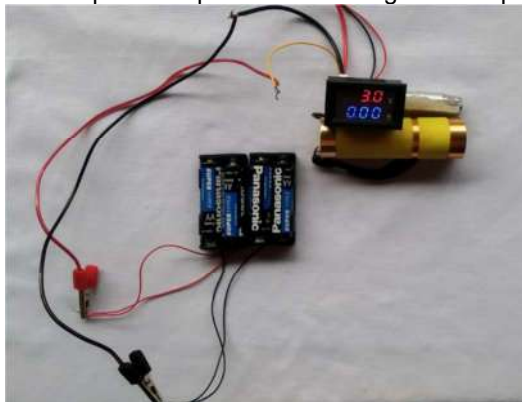


Fonte: Imagem produzida pelo autor (2019)



Exemplo de montagem do experimento é mostrado na Fig. I.5, abaixo.

**Fig. I.5:** dois pares de pilhas em série ligadas em paralelo.



**Fonte:** Imagem produzida pelo autor (2019)

## ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Associações de geradores em série são utilizadas quando é necessário obter, entre os terminais de uma associação, uma diferença de potencial elétrico que seja maior do que a diferença de potencial entre os terminais de apenas um gerador. Ligações desse tipo foram utilizadas nos APÊNDICES D, E e G.

Nessa associação, a corrente que atravessa todos os geradores do conjunto é a mesma. Assim:

$$i = i_1 = i_2 = \dots = i_n \quad (I.1)$$

O gerador equivalente desse tipo de associação tem a força eletromotriz igual à soma das forças eletromotrizes dos geradores individuais:

$$\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n \quad (I.2)$$

A resistência interna do gerador equivalente é calculada levando-se em conta que cada resistência interna ( $r$ ) de cada gerador da associação está ligada em série com as demais:

$$r_{eq} = r_1 + r_2 + \dots + r_n \quad (I.3)$$

Dessa maneira, a tensão fornecida para o circuito é dada pela relação:

$$V = \varepsilon_{eq} - r_{eq}i \quad (I.4)$$

Numa associação em paralelo a corrente total fornecida pela associação é igual à soma das correntes elétricas fornecidas por cada gerador:

$$i = i_1 + i_2 + \dots + i_n \quad (I.5)$$

A resistência interna do gerador equivalente é dada por:

$$\frac{1}{r_{eq}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \quad (1.6)$$

Assim, a tensão fornecida para o circuito é dada pela relação:

$$V = \varepsilon_{eq} - r_{eq}i \quad (1.7)$$

## APÊNDICE J

### Questionário avaliativo da metodologia

Questões:

01. Os conteúdos trabalhados nesse bimestre letivo utilizaram a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que é uma proposta pedagógica que defende a ideia de que a aprendizagem significativa deve ser baseada na solução de problemas. Você já conhecia a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)?

Sim     Não     Mais ou menos

02. A Aprendizagem Baseada em Problemas é mais esclarecedora do que o modo tradicional de ensinar física?

Sim     Não     Talvez

03. Os problemas práticos propostos envolvendo situações cotidianas, aliados aos experimentos realizados pelo professor em sala tornaram mais fáceis à compreensão dos conceitos apresentados?

Sim     Não     Talvez

04. Esse método de Aprendizagem respeita a sua opinião em relação ao conteúdo ministrado em sala de aula?

Sim     Não     Nem sempre

05. O uso da ABP nas aulas de física melhorou sua aprendizagem?

Sim     Não     Talvez

06. A ABP fortalece a relação professor –aluno?

Sim     Não     Quase nada

07. O que você achou do uso dessa metodologia no 3º ano?

Ruim     Regular     Bom

08. Você acredita que ABP melhora a interação social entre os alunos?

Sim     Não     em parte

09. A ABP deve ser usada no ensino de todas as disciplinas?

Sim     Não     apenas na física

10. Do que menos gostaram quando da aplicação da ABP na aula de física?

da postura do professor

da reação dos colegas

da aplicação da ABP de forma geral

11. Faça um breve relato das suas experiências com a metodologia ABP.