

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CAMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

**EXPERIMENTAÇÃO EM CIRCUITOS ELÉTRICOS
COMO UMA PRÁTICA METODOLÓGICA DE ENSINO**

Tieli Coelho Evald

ORIENTADOR: Dr. Cristiano da Silva Buss

Pelotas - RS
Junho/2021

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CAMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

EXPERIMENTAÇÃO EM CIRCUITOS ELÉTRICOS COMO UMA PRÁTICA METODOLÓGICA DE ENSINO

Tieli Coelho Evald

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do *Campus Pelotas Visconde da Graça* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação, área de concentração: Ensino de Física.

Aprovado em: 23/06/2021

Banca examinadora:

Prof.º Dr.º Cristiano da Silva Buss (Orientador –
CaVG/IFSul)

Prof.º Dr.º Marcos André Betemps Vaz da
Silva (CaVG/IFSul)

Prof.º Dr.º Nelson Luiz Reyes Marques
(CaVG/IFSul)

Prof.ª Dr.ª Rafaele Rodrigues de Araujo (FURG)

Pelotas - RS
Junho/2021

E92e Evald, Tieli Coelho
Experimentação em circuitos elétricos como uma prática metodológica de Ensino/ Tieli Coelho Evald. – 2021.
147 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Sul-rio-grandense, Câmpus Pelotas Visconde da Graça, Programa de Pós - Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação, 2021.
"Orientador: Prof. Dr. Cristiano da Silva Buss".

1. Ensino de Física. 2. Circuitos elétricos. 3. Método de ensino. I. Buss, Cristiano da Silva, ori. II. Título.

CDU – 53:37.02

“As dificuldades, nada mais são, do que oportunidades para o aprendizado.”

Tieli Coelho Evald (2021)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à DEUS, que abriu as portas certas nos momentos cruciais da minha trajetória;

À minha família, que esteve sempre do meu lado, incentivando na busca de meus objetivos;

Ao meu orientador, Cristiano da Silva Buss, pela paciência e ajuda nos momentos de dificuldade, que não foram poucos;

Ao IFSul/CAVG/PPGCITED e seu corpo docente, pelo acolhimento e dedicação.

MUITO OBRIGADO!!!

RESUMO

Embora a disciplina de Física tenha a proposta de auxiliar no entendimento do mundo que nos cerca, ela ainda é vista, por muitos alunos, como um empecilho em sua formação. Sua abordagem fundamentada por conceitos, cálculos e fórmulas nem sempre de significado explícito, contribui para o desgosto que os estudantes têm pela disciplina. Para que se torne possível a mudança desse contexto, uma das metodologias possíveis, seria o uso de experimentos contextualizados com o dia a dia dos alunos. A partir de componentes de fácil aquisição, os estudantes trabalhando em grupos e acompanhados pelo professor, podem construir experimentos que reproduzam os fenômenos físicos a serem abordados nessa disciplina. Nesse sentido, propomos um Produto Educacional que foi construído e posteriormente apresentado a um grupo de professores e estudantes de licenciatura para sua apreciação. Esse Produto Educacional foi elaborado na forma de um texto de apoio aos professores com sugestões de experimentos sobre Circuitos Elétricos. Nesse documento vamos apresentar uma proposta em que tal conteúdo foi trabalhado com foco voltado à experimentação e à socialização do conhecimento. Os aparatos foram construídos com materiais reaproveitáveis ou de fácil aquisição, visando uma aproximação do conteúdo com o cotidiano dos estudantes através da manipulação de componentes presentes em equipamentos de uso diário. O material educacional desenvolvido está apoiado na teoria sócio-histórica-cultural de Vygotsky que preza pela interação entre os alunos e entre eles e o professor. Ao final dessa pesquisa, ficamos convencidos que o uso da experimentação no ensino de eletricidade contribui para que os estudantes construam o seu entendimento sobre o tema. Além disso, trabalhar com eletroeletrônicos avariados e que seriam jogados fora, é um modo de abordagem a partir de elementos cotidianos bem como uma opção para as escolas que não disponham de espaços e equipamentos de laboratório.

Palavra-chave: Ensino de Física, Eletricidade, Circuitos Elétricos, Atividades Experimentais.

ABSTRACT

Although the discipline of Physics has the proposal to assist in the understanding of the world around us, it is still seen, by many students, as an obstacle in their formation. Its approach, based on concepts, calculations and formulas that do not always have an explicit meaning, contributes to the dislike that students have for the discipline. To make it possible to change this context, one of the possible methodologies would be the use of contextualized experiments with the students' daily life. From components of easy acquisition, students working in groups and accompanied by the teacher, can build experiments that reproduce the physical phenomena to be addressed in this discipline. In this sense, we propose an Educational Product that was built and later presented to a group of teachers and undergraduate students for their appreciation. This Educational Product was prepared in the form of a support text for teachers with suggestions for experiments on Electrical Circuits. In this document, we will present a proposal in which such content is worked with a focus on experimentation and the socialization of knowledge. The devices were built with reusable or easily acquired materials, specifying a content approach to the daily lives of students through the manipulation of components present in daily use equipment. The educational material developed is supported by Vygotsky's socio-historical-cultural theory, which values the interaction between students and between them and the teacher. At the end of this research, we were convinced that the use of experimentation in teaching electricity contributes to students building their understanding on the subject. In addition, working with damaged electronics that would be thrown away is a way of approaching everyday elements as well as an option for schools that do not have spaces and laboratory equipment.

Keyword: Teaching Physics, Electricity, Electrical Circuits, Experimental Activities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Panificadora	36
Figura 2: Retirada da interface	37
Figura 3: Retirada dos parafusos da caixa interna	37
Figura 4: Retirada da caixa interna	38
Figura 5: Retirada dos terminais de ligação	38
Figura 6: Retirada do resistor	38
Figura 7: Retirada da placa e capacitor	39
Figura 8: Retirada da base	39
Figura 9: Retirada do motor	40
Figura 10: Retirada do cabo de alimentação	40
Figura 11: Retirada da placa da interface	41
Figura 12: Retirada do transformador	42
Figura 13: Confeção da base	42
Figura 14: Fixação do cabo de alimentação	43
Figura 15: Conexão do cabo de alimentação	43
Figura 16: Fixação do transformador	44
Figura 17: Medições no transformador	45
Figura 18: Medição dos resistores	46
Figura 19: Preparação dos cabos para soldagem	47
Figura 20: Solda do resistor e led	47
Figura 21: Fixação do interruptor	48
Figura 22: Circuito elétrico série	48
Figura 23: Esquema do circuito elétrico série	49
Figura 24: Esquema do circuito elétrico série 2	51
Figura 25: Adição de resistor ao circuito série	52
Figura 26: Forno de micro-ondas	53
Figura 27: Suportes do prato do forno de micro-ondas	54
Figura 28: Retirada da proteção externa	54
Figura 29: Retida dos cabos do ventilador e fusível	55
Figura 30: Retirada do transformador	55
Figura 31: Retirada da tampa do motor do prato	56
Figura 32: Retirada do motor do prato	56
Figura 33: Retirada do cabo de alimentação	56
Figura 34: Fixação do cabo de alimentação na madeira	57

Figura 35: Fixação dos terminais e conexão do cabo de alimentação	58
Figura 36: Inserção de novos terminais e soldagem dos cabos ao ventilador	58
Figura 37: Preparação do interruptor e conexão dos cabos do ventilador	59
Figura 38: Conexão dos cabos e fixação dos componentes	59
Figura 39: Soldagem dos cabos e isolamento dos terminais	59
Figura 40: Ligação e fixação do motor do prato	60
Figura 41: Circuito elétrico paralelo	60
Figura 42: Esquema circuito elétrico paralelo.....	61
Figura 43: Esquema circuito elétrico paralelo 2.....	63
Figura 44: Esquema elétrico paralelo com adição de lâmpada	64
Figura 45: Retirando cabo de alimentação do circuito série.....	65
Figura 46: Associação do circuito série e paralelo	66
Figura 47: Circuito elétrico misto	66
Figura 48: Esquema circuito elétrico misto.....	67
Figura 49: Esquema circuito elétrico misto 2.....	69
Figura 50: Esquema circuito elétrico paralelo 3.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Projeto de ensino.....	33
Quadro 2: Dados de tensão e resistência elétrica para o circuito elétrico série 2	51
Quadro 3: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico série 2.....	51
Quadro 4: Dados de corrente e resistência elétrica para o circuito elétrico série com 2 resistores.....	52
Quadro 5: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico série com 2 resistores	52
Quadro 6: Dados de tensão elétrica para o circuito elétrico paralelo 2	63
Quadro 7: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico paralelo 2	63
Quadro 8: Dados de tensão elétrica para o circuito elétrico paralelo com lâmpada ..	64
Quadro 9: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico paralelo com lâmpada	64
Quadro 10: Dados de tensão elétrica para o circuito elétrico misto 2	69
Quadro 11: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico misto 2	69
Quadro 12: Dados de tensão para o circuito elétrico paralelo 3.....	70
Quadro 13: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico paralelo 3.....	70
Quadro 14: Relação das respostas para a questão 1	72
Quadro 15: Relação das respostas para a questão 2	73
Quadro 16: Relação das respostas para a questão 3	73
Quadro 17: Relação das respostas para a questão 4	75
Quadro 18: Relação das respostas para a questão 5	77
Quadro 19: Tabela das respostas para a questão 6	78
Quadro 20: Relação das respostas para a questão 7	79
Quadro 21: Relação das respostas para a questão 8	81

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	JUSTIFICATIVA	18
4	REVISÃO DA LITERATURA	21
5	REFERENCIAL TEÓRICO	27
6	TEXTO DE APOIO AOS PROFESSORES	31
7	METODOLOGIA	33
7.1	PROJETO DE ENSINO X TEXTO DE APOIO	33
7.2	PRODUTO EDUCACIONAL.....	35
7.2.1	CIRCUITO ELÉTRICO SÉRIE	35
7.2.2	CIRCUITO ELÉTRICO PARALELO	53
7.2.3	CIRCUITO ELÉTRICO MISTO.....	65
8	AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	72
8.1	ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS.....	72
9	RESULTADOS ALCANÇADOS	84
10	INFORMAÇÕES ADICIONAIS	86
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	91
	APÊNDICE B – TEXTO DE APOIO	93

1 INTRODUÇÃO

Grande parte dos estudantes da Educação Básica considera a Física como uma disciplina difícil, tanto do ponto de vista matemático quanto dos conceitos científicos. E para que aconteça uma mudança neste panorama é necessário variações nas formas de ensino, proporcionando ao aluno novas e diferentes oportunidades de aprendizado (SANTOS, 2017).

A disciplina de Física é vista, muitas vezes, como extremamente difícil e amedronta muitos estudantes antes mesmo deles começarem os seus estudos. Muitos alunos, e até mesmo professores, consideram que a Matemática é uma das dificuldades encontradas no entendimento da Física. A Matemática, é fundamental na construção do conhecimento, mas deve ser entendida como uma linguagem, por si só, ela não auxilia no desenvolvimento dos conceitos físicos, precisa estar atrelada ao conhecimento de fenômenos e conceitos que devem ser trabalhados pelo professor da disciplina, que por sua vez, deve fazer a transposição desta para o campo da Física. Essa transposição pode ser facilitada, por exemplo, utilizando-se a experimentação e coleta de dados para a quantificação dos fenômenos estudados, em que os alunos têm a oportunidade de aplicar a matemática dentro do campo da Física. Do mesmo modo, o próprio entendimento dos conceitos pode ser partilhado por meio de experimentos, possibilitando que o aluno perceba os fenômenos com uma maior clareza. Neste caso, seu entendimento poderá ser facilitado pela observação, construção e execução de experimentos, pois de acordo com Monteiro:

Quase sessenta anos de pesquisas em Ensino de Ciências vem apontando a importância das atividades experimentais para o processo de ensino e de aprendizagem em conceitos científicos. Além disso, legislações e documentos educacionais oficiais têm destacado a necessidade da utilização desses recursos como elemento importante para a formação dos cidadãos.

Contudo, de forma geral, ainda hoje, a grande maioria das escolas brasileiras não dispõe da infraestrutura necessária para oferecer meios para que os alunos possam realizar tais atividades de ensino.

Diante dessa situação recentes pesquisas têm diagnosticado o fracasso não só do ensino de Física em específico, como também da Educação brasileira em geral: avaliações internas e externas comprovam o total analfabetismo científico de grande parte da população brasileira, mesmo entre aquelas que passaram pelos bancos escolares (MONTEIRO, 2017, p.105).

Conforme Souza (2018), a maioria dos professores indicam a utilização de experimentos como a solução para a melhoria necessária no ensino de ciências. O uso de experimentos para o ensino de Física pode auxiliar no desenvolvimento dos alunos se aplicado dentro do contexto de cada indivíduo. A experimentação quando utilizada distante da realidade dos discentes em nada, ou muito pouco, irá contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com Prado (2015), no Brasil, a maioria das escolas da rede pública não possuem laboratórios e materiais para a realização de atividades experimentais no ensino de ciências. Sendo assim, há uma busca por soluções que possibilitem essa prática. Com a falta de estrutura que possibilite o uso da experimentação como uma metodologia de ensino, muitos professores acabam por não utilizar esta prática. Para contornarmos o problema da falta de laboratórios e equipamentos, apresentamos a construção dos experimentos pelos próprios professores como uma solução que poderá minimizar esta carência. Nesta perspectiva, este trabalho apresenta como Produto Educacional um texto de apoio que auxiliará os docentes na elaboração de Circuitos Elétricos para o ensino deste mesmo conteúdo.

Nas aulas do Ensino Médio, os alunos também podem participar da construção dos experimentos com o acompanhamento do professor, proporcionando aos estudantes uma interação maior com o seu próprio processo de ensino-aprendizagem. Acreditamos que para potencializar ainda mais este processo de construção do conhecimento os experimentos devem ser construídos com componentes e equipamentos que estejam em seu cotidiano. Dessa forma, a contextualização do conhecimento é trabalhada, ao mesmo tempo que, em grupos, ocorrem importantes interações entre os alunos e entre professor e alunos facilitando o aprendizado.

Segundo Ricardo (2010), a contextualização pode apresentar-se de três maneiras distintas, a primeira delas, seria no sentido motivacional, que constituiria a aproximação dos conteúdos com a própria vivência dos alunos e seu entorno físico. Uma segunda maneira seria inserir a contextualização no campo epistemológico em que, através de um processo reflexivo, proporcionado pela escola, os alunos teriam a capacidade de relacionar os modelos teóricos com a realidade. A terceira maneira, seria trabalhar em cima da transposição didática que

é feita do conhecimento científico para o que é ensinado na escola, entendendo em que contexto o conhecimento científico foi desenvolvido e como é trabalhado. No caso do presente trabalho, a intenção foi buscar a ocorrência da contextualização tanto no sentido motivacional, quando entendemos que experimentos costumam despertar curiosidade e aproximar o conteúdo do dia a dia dos alunos, quanto no campo epistemológico, onde os estudantes podem confrontar a teoria na construção de seus Circuitos Elétricos e refletir sobre ela. É interessante perceber que a contextualização também se deu na transposição didática, no sentido que aplicamos o conhecimento técnico na elaboração e montagem de experimentos buscando uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem.

Quando tratamos de experimentação precisamos ter alguns cuidados. A utilização desta metodologia deve ser previamente planejada para que não se torne uma simples tentativa de comprovação da teoria ou uma alegoria sem sentido. O momento de inserção dos experimentos, seja ele antes, durante, ou depois da aula, precisa estar de acordo com os objetivos traçados para sua utilização, pois conforme Costa:

A forma como a atividade experimental vai ser introduzida pelo professor no decorrer da aula ou do conteúdo; sendo no início da aula para gerar questionamentos e mexer com conhecimentos prévios; durante, para que o aluno faça associações imediatas com o conteúdo teórico ou; ao final, para sedimentar o conteúdo, deve ser analisada pelo professor. Essa análise deve vir por intermédio de um planejamento cuidadoso e que vise a resolução/demonstração de um problema/fato do dia a dia bem como, o conhecimento prévio dos alunos e não apenas a aplicação da teoria, para potencializar o trabalho experimental (2018, p. 14).

A experimentação é válida em todos os momentos da aula, desde que saibamos exatamente quais são os nossos objetivos. Uma atividade experimental tanto demonstrativa quanto realizada pelos alunos precisa estar alinhada com o conteúdo a ser trabalhado e não utilizada apenas como uma forma de entretenimento ou comprovação de conceitos que foram ministrados.

Em relação ao modo como o trabalho experimental pode ser executado, Carvalho (2010), traz os cinco graus de liberdade que o professor e o material didático podem oferecer aos alunos durante as aulas de experimentação. No primeiro deles, a liberdade está na coleta de dados, onde os estudantes seguem

um roteiro sem que este proporcione aos mesmos uma reflexão sobre os conceitos abordados. O segundo é caracterizado por permitir que os alunos tirem suas próprias conclusões sem questionamentos e cheguem a respostas pré-determinadas. O terceiro já não tem o professor ou o manual dizendo o que deve ser feito, o aluno deve elaborar o trabalho para a coleta de dados e formular suas conclusões. No quarto os estudantes obtêm do professor apenas o problema e devem elaborar uma metodologia para sua solução. Já no quinto, é o aluno o responsável desde a elaboração do tema de pesquisa.

Para Gonçalves, Andrade e Oliveira (2016), a utilização de experimentos pode ser vista como um dos grandes pilares da Física e, também, pode auxiliar na contextualização e dinâmica do processo de ensino-aprendizagem. Para isso, precisa ser usada com coerência e permitir aos alunos uma análise crítica dos fenômenos apresentados.

Neste trabalho propomos o uso de experimentos com materiais reaproveitáveis ou de fácil aquisição¹ para o ensino de Eletricidade, mais especificamente de Circuitos Elétricos. Produzimos como Produto Educacional, um texto de apoio que visa facilitar a experimentação no conteúdo de Circuitos Elétricos. O texto de apoio traz informações como, discriminação dos componentes necessários, o modo de fabricação, o funcionamento, o que deve ser observado, a explicação, a montagem dos experimentos e o que pode dar errado. Acreditamos que essa possa ser uma contribuição importante para os professores de Física já que, em alguns casos, estes não utilizam experimentos por motivos como, falhas em sua formação, carga horária elevada, falta de equipamentos, falta de laboratórios e outros.

Os conteúdos de Eletricidade são vistos pelos estudantes como abstratos e distantes de sua realidade, são conceitos comumente transmitidos por aulas expositivas que poderiam ser complementados por atividades experimentais (GONÇALVES, 2018).

Concordando com o autor citado, entendemos a experimentação como um suporte ao ensino de Física, pois nem todos os conceitos Físicos podem ser traduzidos, em sua totalidade, apenas por esta metodologia. Mesmo assim,

¹ Os experimentos são construídos majoritariamente com materiais reaproveitados de lixo eletrônico e alguns comprados em lojas de materiais eletrônicos, em sua maioria, possuem baixo custo.

acreditamos que a contribuição que ela pode gerar para o processo de ensino-aprendizagem não deve ser desconsiderada. Não se trata de mudar a prática do professor, mas sim, de ofertar mais uma opção tanto para o docente trabalhar como para o discente aprender.

O método utilizado não pode ser único, visto que, em uma sala de aula temos uma diversidade de indivíduos, cada um com suas particularidades e conhecimentos. A melhor forma que podemos utilizar para que tenhamos um aprendizado mais significativo consta da diversificação também das nossas práticas pedagógicas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2007) já enfatizavam a utilização de experimentos nas salas de aula, buscando por parte do aluno, um entendimento melhor dos conteúdos, assim como, possibilitar a ele o desenvolvimento de habilidades como interação, reflexão, criticidade e outras. Mesmo os documentos oficiais, trazem a importância da experimentação para o desenvolvimento do indivíduo. Este trabalho tem o intuito de colaborar com essa questão, produzindo um Produto Educacional que facilite a aplicação de experimentos na disciplina de Eletricidade, mais especificamente Circuitos Elétricos.

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), que rege atualmente o Ensino Básico no país, diz que o currículo do ensino médio deve ser composto por componentes da própria Base e por seus itinerários formativos, que devem respeitar o contexto local, as condições das escolas e possibilitar ao aluno a escolha do caminho a seguir. Os itinerários formativos estão divididos em quatro eixos estruturantes: investigação científica, processos criativos, mediação e intervenção sociocultural e empreendedorismo. Quando trata dos processos criativos, a Base Nacional Comum Curricular traz a construção de experimentos, modelos e protótipos como método de aprofundamento do conhecimento científico.

Quando trata das competências específicas e habilidades, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), ressalta a importância da análise e investigação quanto ao funcionamento de equipamentos elétricos e suas variações para que se compreenda as tecnologias modernas. Também ressalta a realização de previsões quantitativas e qualitativas no âmbito do funcionamento de equipamentos e

dispositivos elétricos, dando ênfase aos processos de condução e transformação de energia envolvidos e propondo ações que visem a sustentabilidade.

Quanto a essas competências e habilidades, este projeto, contemplará a Base Nacional Comum Curricular, no sentido que trabalhará com a elaboração de Circuitos Elétricos, transformação de energia e aproveitamento de materiais de sucata ou de fácil aquisição, promovendo a discussão e reflexão do impacto dessas tecnologias no nosso cotidiano.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e propor um texto de apoio aos professores da Educação Básica, com experimentos construídos a partir de materiais reaproveitáveis ou de fácil aquisição como metodologia para o ensino de Circuitos Elétricos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos deste trabalho temos:

- a) Verificar na literatura como a experimentação vem sendo utilizada enquanto prática metodológica para o ensino de Eletricidade e, em especial, para o entendimento dos Circuitos Elétricos;
- b) Elaborar experimentos de baixo custo com o uso de materiais reaproveitáveis ou de fácil aquisição que darão apoio enquanto prática metodológica ao ensino dos conteúdos relacionados ao tema de Circuitos Elétricos;
- c) Construir um texto de apoio que facilite a utilização e construção de experimentos no tema de Circuitos Elétricos, para professores de Física.

3 JUSTIFICATIVA

Os licenciandos ao saírem das instituições de cursos superiores, onde estão acostumados a manipular e observar experimentos sofisticados, entram no mercado de trabalho e podem não encontrar os mesmos dispositivos. Desta maneira, se faz necessário que o discente tenha conhecimento o suficiente para usar ou mesmo construir equipamentos que possam suprir a sua falta.

Tendo em vista minha experiência como Técnico de Manutenção em Eletromecânica (mais de dez anos) e a facilidade que esta função me proporciona para manipular equipamentos e dispositivos, após ter cursado Licenciatura em Física, resolvo escrever este trabalho acreditando que posso colaborar com meus conhecimentos no âmbito da experimentação no ensino de Circuitos Elétricos.

Conforme Souza (2017), existe pouco investimento em materiais de experimentação nas escolas, pois estes equipamentos possuem um elevado custo. Além disso, quando os experimentos chegam as escolas, nem sempre é ofertada uma formação aos docentes para que eles possam utilizá-los de maneira satisfatória.

Os professores quando não possuem uma qualificação adequada para o uso de experimentos podem acabar por utilizá-los de maneira errônea e desta forma não alcançam ou minimizam o potencial desta prática. De Melo Junior e Da Silva (2017), por exemplo, abordam esse aspecto de uma forma interessante:

É necessário tomar cuidado para que o desejo de despertar o interesse científico nos alunos não se confunda apenas com a realização de atividades experimentais, pois essa deve ser executada de maneira que proporcione um entendimento real de seu sentido e não somente a obter resultados esperados. Algumas vezes deve se assemelhar ao trabalho de um cientista. Mesmo intrigando os estudantes a se colocarem na posição de pesquisadores e desenvolverem um pensamento similar, é indispensável evidenciar a diferença das atividades (p. 16).

Em muitas escolas não se utiliza com frequência a prática da experimentação, algumas, até possuem o material, mas além de muitos dos professores não estarem totalmente preparados para essa prática, quando utilizam os experimentos, acabam se distanciando da realidade do aluno pois os materiais utilizados não fazem parte do seu dia a dia. Dessa forma, o uso de experimentos

para o ensino acaba por não cumprir o seu principal papel que seria de aproximar o conteúdo do cotidiano do aluno e facilitar o seu aprendizado.

Algumas instituições não possuem laboratórios e outras até tem o espaço físico, mas o equipamento está sucateado, obsoleto ou simplesmente não existe. Nesses casos, Souza (2017) enfatiza a necessidade de que se recorra a alternativas que supram a falta dos laboratórios didáticos e satisfaçam as demandas das escolas e alunos, aumentando o interesse e a participação dos estudantes. Para isso é preciso que se disponibilize aos professores tecnologias simples e que possam ser alteradas conforme a necessidade.

Uma das maneiras que pode tornar mais acessível a utilização da experimentação em sala de aula é a capacitação dos professores para que adquiram a aptidão de construir seus próprios experimentos a partir de materiais reaproveitáveis e/ou de fácil aquisição. Com o crescente aumento da tecnologia, cada vez mais dispomos em nossa casa de equipamentos eletroeletrônicos compostos por vários e diferentes componentes. Ao fim da sua vida útil, esses equipamentos podem ser utilizados para retirada de peças (que ainda estejam em condições adequadas) e montagem de experimentos. As aulas em laboratórios de Física nas Universidades ao utilizarem equipamentos sofisticados e caros dificilmente (ou raramente) proporcionam aos licenciandos o aprendizado destas manipulações necessárias para a construção de experimentos.

Em relação aos professores das escolas de Educação Básica, Souza (2018), afirma que são poucos os professores que se utilizam da experimentação como recurso didático, devido à falta de tempo, ausência de experimentos, escassez de aulas para esta prática, entre outros. A autora ressalta que para a maioria dos docentes a utilização de experimentos é apontada como a solução para que haja um avanço no ensino de ciências.

Dentro desse contexto, como Produto Educacional dessa dissertação, pensamos em um texto de apoio que possa auxiliar os docentes na realização de atividades experimentais. Esse texto de apoio conta com experimentos relativos ao aprendizado de Circuitos Elétricos, que compõe o conteúdo da Física no Ensino Médio. Para cada experimento temos informações relativas à sua montagem, material necessário, procedimentos, como funciona, o que deve ser observado, como se explica, o que pode dar errado e uma sugestão de aula prática.

Acreditamos que esse material possa ser de grande valia para professores que desejam implementar práticas experimentais em suas aulas. Pode ser que alguns docentes não tenham muita afinidade com a manipulação de componentes e experimentos e queiram utilizar essa metodologia de ensino.

4 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresentaremos um panorama das pesquisas realizadas na área da experimentação para o ensino de Física III. De modo mais específico, daremos ênfase aquelas que estão relacionadas com o uso de materiais descartados. Esta etapa de revisão da literatura traz tanto para o autor como para o leitor um contexto do andamento das pesquisas relacionadas ao tema. Também é importante porque ao analisar as pesquisas relacionadas na área de estudo o autor poderá perceber as principais deficiências existentes e refinar a sua situação problema, assim como definir a melhor metodologia para sua investigação. Neste momento faremos uma análise das pesquisas relacionadas ao uso de experimentos com materiais descartados como suporte para o ensino de Física III. Para esta investigação utilizou-se o google acadêmico que é um sistema que possibilita a utilização de filtros de pesquisa. No presente trabalho optamos por utilizar os seguintes: a) trabalhos a partir de 2015, para que se tenha uma visão atualizada das escritas referentes a experimentação no ensino de Física; b) somente páginas em português, pois buscamos aqui contribuir com a Educação Básica brasileira e por isso precisamos entender o contexto local; c) a não utilização de documentos referentes a patentes e citações.

O próximo passo então foi fazer a escolha de descritores para a realização das buscas, o primeiro a ser utilizado foi "aulas práticas para o ensino de Física", foi encontrado um único trabalho. Na perspectiva dessa autora, Souza (2018), os principais fatores que motivam a utilização da experimentação em sala de aula por parte dos professores são: a autonomia no sentido de poder utilizar ou não, a possibilidade de exercitar suas capacidades e habilidades, os feedbacks positivos dos estudantes com a utilização de experimentos e a valorização transmitida pelos alunos para com o docente.

A autora afirma ainda que as ciências da natureza surgem para auxiliar o homem a entender os fenômenos que o cercam. Desse modo, para que os estudantes consigam ter uma melhor compreensão dos fenômenos físicos que os rodeiam é necessário que os professores possibilitem uma aproximação da teoria com a prática e a experimentação pode ser um importante elo nesta ligação (SOUZA,2018).

O segundo descritor a ser pesquisado foi “recursos didáticos na prática experimental”, foram gerados três trabalhos nesta busca com os mesmos filtros da pesquisa anterior. Dois deles foram descartados por tratarem de tecnologias digitais de informação que não é o foco desta pesquisa. O autor que teve o texto selecionado para essa revisão, Souza (2017), ressalta a motivação e o interesse dos alunos ao realizarem experimentos. Portanto, considera que a experimentação e as tecnologias são fundamentais para o ensino de Física. Destaca ainda a importância do parceiro mais capaz (professor) estar presente durante o processo e o enriquecimento pessoal e profissional que alunos e professores podem adquirir.

Enfatiza também a atenção para a forma de ensino baseada em resolução de exercícios, memorização e treino para vestibulares, o que ele chama de ensino tradicional, neste contexto muitas vezes a essência do ensino que seria formar cidadãos capazes de refletir e formar suas próprias convicções acaba por ficar em segundo plano (SOUZA, 2017).

O terceiro descritor a ser utilizado foi, "experimentos" AND "Física III" AND “Circuitos Elétricos”, para esta busca foram encontrados 44 artigos, sempre com a utilização dos mesmos filtros. Como este não é um trabalho de estado da arte e não temos a intenção de esgotar o assunto selecionamos apenas os textos que estavam ligados à área da Física e com foco na experimentação. Ao final desta seleção restaram três trabalhos, escolhidos por tratarem do ensino de Física e por estarem ligados ao conteúdo de eletricidade, estes serão brevemente apresentados.

No primeiro, Costa (2017) enfatiza a importância da utilização de experimentos para as aulas de Física, trabalhou com 3 turmas do ensino médio, no primeiro ano com movimento circular, no segundo ano com lentes e visão e no terceiro ano com Circuitos Elétricos. O autor tentou aproximar o conteúdo do cotidiano dos alunos utilizando materiais em desuso e de doações, pois argumenta que os experimentos podem fazer uma conexão entre a teoria e a prática, sendo um facilitador no processo de aprendizagem.

Neste trabalho o autor também afirma que os laboratórios tradicionais, possuem roteiros pré-definidos e os estudantes seguem os passos para a realização da prática experimental sem muitas vezes discutir ou refletir sobre o que está sendo feito. Desta maneira, nos possibilita uma reflexão acerca das práticas

utilizadas para experimentação, se por um lado os laboratórios nos possibilitam reproduzir fenômenos físicos com mais exatidão, por outro, podem não promover a interação necessária ao processo de aprendizado (COSTA, 2017).

No segundo, Dionisio (2017) infere que da forma que os livros didáticos abordam os conteúdos, eles não são atrativos para os estudantes. É preciso que se estude e entenda o ambiente em que os alunos estão inseridos para que, desta forma, haja uma construção de um currículo e práticas pedagógicas adequadas. Aconselha que esta questão deva ser amplamente discutida nas Licenciaturas e formação de professores.

O autor propõe a construção de um aparato experimental para o estudo do eletromagnetismo e da corrente alternada em eletrodomésticos, tendo em vista a dificuldade que os alunos apresentam nesses conteúdos e a escassez de experimentos na área. Após a construção e aplicação em sala de aula, considera que a sua proposta gerou resultados positivos, contribuindo para o aprendizado dos conceitos supracitados, (DIONISIO 2017).

Já no terceiro, Santos (2017) o autor traz as atividades experimentais como aliadas na construção do saber, mas salienta que existem barreiras na utilização destas (pouca carga horária, falta de experimentos e falta de treinamento do docente). Discute ainda, a importância de se relacionar a teoria da Física com atividades experimentais pois além de se possuir os saberes é necessário que se compreenda como funcionam.

No trabalho é proposto a utilização daquilo que o autor chama de lixo eletrônico como alternativa para a extração de componentes em boas condições e montagem de experimentos. O autor considera que os alunos, após a construção dos experimentos, tiveram uma melhor interpretação dos conceitos físicos, pois a utilização de materiais do lixo eletrônico despertou o interesse dos discentes em cada etapa das atividades (SANTOS, 2017).

Utilizamos um quarto descritor, "experimentos" AND "materiais descartados" AND "Física", nesta busca em que continuamos a utilizar os mesmos filtros, foram encontrados cento e trinta trabalhos. Após realizamos a seleção ficando com apenas um trabalho que iremos apresentar, os demais foram descartados por não possuírem uma ligação com o conteúdo que estamos trabalhando e em sua maioria nem mesmo com a Física. É interessante salientar que os mecanismos de busca

do banco eletrônico que estamos utilizando, faz a procura pela palavra e, assim, é comum que sejam elencados textos da Educação Física, da Saúde, quando se refere à Saúde Física e até trabalhos da área Jurídica e Econômica relacionados à Pessoa Física.

Com este novo descritor o trabalho selecionado foi o de Baldow e Leão (2017), que traz como opção o uso da robótica no ensino, realizaram seu projeto com dez alunos voluntários de uma turma de Ensino Médio Técnico Integrado de Informática. Os estudantes nos primeiros encontros puderam escolher, dentre algumas opções disponibilizadas, quais protótipos gostariam de trabalhar. Logo após foi feita uma discussão sobre os conceitos físicos que iriam ser necessários e em seguida começaram a montagem dos experimentos utilizando lixo eletrônico e materiais de baixo custo como foi proposto pelos docentes. Os autores afirmam que durante esse processo os alunos aprenderam sobre diversos assuntos que estavam relacionados a montagem dos protótipos e concluem que esta metodologia pode ser utilizada por professores de Física desenvolvendo assim a autonomia e o protagonismo estudantil (BALDOW e LEÃO, 2017).

Realizamos uma quinta busca, com os filtros supracitados, utilizando o descritor “experimentos para o ensino” AND “Circuitos Elétricos”, onde foram encontrados cinco trabalhos. Após a seleção, foram escolhidos dois trabalhos apresentados a seguir, os outros três trabalhos não foram analisados por tratarem de Tecnologias Digitais.

No primeiro, Pereira (2018) realizou uma investigação acerca das possibilidades de ensino-aprendizagem com a utilização do Arduino, norteadas pela metodologia aprendizagem baseada em problemas (PBL), para o ensino de ciências com professores em formação. O autor traz o Arduino como uma plataforma onde podem ser inseridos vários componentes e dispositivos, possibilitando trabalhar a interdisciplinaridade e visualizar fenômenos químicos, físicos e biológicos.

O autor afirma que todo professor acredita agir corretamente mesmo frente a dificuldades dos alunos principalmente na disciplina de ciências, que é estigmatizada como sendo difícil e poucos podem compreender. Infere ainda que a utilização do Arduino juntamente com a metodologia PBL pode facilitar o aprendizado e realizar uma mediação entre o concreto e o imaginário. Tendo

trabalhado com o conceito de energia considera que a utilização desse equipamento permitiu que estudantes e professores visualizassem as transformações, produção e entrelaçamentos dos fenômenos que fazem parte da temática, (PEREIRA, 2018).

No segundo trabalho analisado, Wesendonk e Terrazzan (2016) apresentam um panorama da produção acadêmico-científica sobre experimentação no Ensino de Física, dizem haver uma ampla discussão sobre o uso da experimentação no processo de ensino-aprendizagem e do papel desse recurso didático. Afirmam que há um crescimento na pesquisa na área de ensino de ciências no Brasil que contribuem para a consolidação do conhecimento produzido, ressaltam ainda que apesar de estar a muito tempo no currículo das ciências a experimentação é pouco utilizada como foco central de investigação na área de ensino.

A experimentação é um importante recurso didático, pois é parte constante em todos os processos de construção de conhecimento na área das ciências e a maioria dos trabalhos ressaltam o possível caráter motivador deste recurso, mesmo com estas colocações concluem dizendo que as investigações sobre a utilização de experimentos por professores não possuem um grande aprofundamento (WESENDONK e TERRAZZAN,2016).

Continuando com os filtros já mencionados e para fechar essa revisão, realizamos uma sexta busca, com o seguinte descritor: “material alternativo” AND “ensino de Física” AND “eletricidade”. Com esse descritor encontramos quarenta e dois trabalhos, dos quais dois foram selecionados e serão aqui apresentados. Os demais foram descartados pelos mesmos motivos supracitados, sendo assim, foram selecionados os que estavam mais próximos da discussão dessa dissertação.

Nesta sexta busca, no primeiro trabalho selecionado, Guedes (2017) utilizou experimentos com materiais alternativos para o ensino de Eletromagnetismo, com aulas expositivas e promovendo a integração da teoria com a prática. Para isso construiu um manual contendo atividades experimentais que continham textos sobre os conteúdos a serem abordados e os procedimentos para a construção de cada experimento. A aplicação deste trabalho foi realizada em duas turmas do Ensino Médio, uma com vinte e dois e outra com vinte e quatro alunos. Os dados

coletados se deram pela observação, avaliações escritas e questionários de múltiplas escolhas.

A realização de atividades experimentais com materiais alternativos e de baixo custo mostrou-se uma boa ferramenta para o processo de ensino-aprendizagem e possibilitou a professor e alunos um maior dinamismo e interação durante as aulas (GUEDES, 2017).

No segundo trabalho selecionado, Gomes (2018) traz a aplicação de um Produto Educacional para um grupo de 20 alunos da educação de jovens e adultos, em que utilizou um kit educacional abordando conceitos físicos através de aulas experimentais sobre Circuitos Elétricos. Os estudantes em grupos, com o acompanhamento do professor e apoiados por roteiros, desenvolveram oito experimentos.

Após a realização do projeto foram aplicados questionários que indicaram a eficácia das atividades experimentais. Os estudantes demonstraram um considerável desenvolvimento na aquisição de novos significados. A curiosidade e envolvimento dos alunos foram notórios durante a realização das atividades, dando indícios de que esta metodologia deve continuar sendo utilizada (GOMES, 2018).

Após essa discussão pode-se entender que para os autores citados nessa revisão, embora se encontre algumas dificuldades, a utilização de experimentos no ensino de Física é de suma importância. Por este motivo precisamos encontrar alternativas para que a experimentação venha a ser mais utilizada no processo de ensino-aprendizagem, fazendo assim uma aproximação da teoria com o que os alunos possam observar no seu dia a dia, para que essa aproximação ganhe o interesse dos discentes os materiais utilizados devem estar a seu alcance no cotidiano. Com isso, esse trabalho se deteve na elaboração de um texto de apoio para professores, com a utilização de equipamentos que seriam descartados para a elaboração de experimentos.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho está centrado na teoria sócio-histórica-cultural² de Vygotsky, que foi um importante teórico educacional trazendo grandes contribuições para a área de ensino-aprendizagem. Rabello e Passos (2010), dizem que as principais contribuições de Vygotsky estão no âmbito de se entender como ocorre o desenvolvimento das crianças tendo em vista sua relação com o meio em que vivem e o desenvolvimento do pensamento e da linguagem.

Conforme Miranda (2004), Vygotsky nasceu em Bielarus, um país da já extinta União Soviética no ano de 1896 e faleceu em 1934, por conta de tuberculose. Sua família era judia e possuía uma boa condição financeira, o que lhe possibilitou uma educação com professores particulares. Na universidade desistiu do curso de Medicina e cursou Direito. Simultaneamente estudava História, Filosofia e Literatura. Destacava-se por seu interesse e comprometimento e tinha facilidade em se comunicar, falava vários idiomas e era admirado por suas ideias e seu conhecimento interdisciplinar.

A teoria sócio-histórica-cultural de Vygotsky fundamenta o trabalho tendo em vista que vai ser realizado de maneira participativa, favorecendo a interação social entre o professor e a turma, e dos alunos entre si. Dessa forma, considera-se que o compartilhamento e a negociação de significados entre os participantes, professor e alunos, será fundamental para a aprendizagem.

De acordo com Martins (1997), na teoria sócio-histórica-cultural o desenvolvimento é produzido, principalmente, nas vivências das diferenças e não somente na soma de experiências. O aluno irá aprender opinando, discordando, internalizando novos símbolos e significados, dentro do seu ambiente social e cultural. Para Sena (2015), a teoria sócio-histórica-cultural de Vygotsky é centrada no desenvolvimento humano como sendo resultado de forças sócio-históricas específicas, pois através de sua ação é capaz de modificar o ambiente em que vive transformando assim o seu meio social.

Para Alves (2019), embora Vygotsky nos reconheça como sendo da espécie humana, diz que só podemos ser humanizados através de nossas relações sociais e que estas relações irão determinar a inteligência e a personalidade do indivíduo.

² As referências à teoria vygotskyana recorrentes na bibliografia utilizam o termo sociointeracionista, mas, por uma interpretação moderna e abrangente, passarei a empregar a expressão sócio-histórica-cultural.

Vygotsky entende que os sujeitos internalizam hábitos e signos ao relacionarem-se com outros membros da sociedade, desenvolvendo desta maneira seu pensamento e sua personalidade (BARBOSA e BATISTA, 2018).

Os signos, para Vygotsky, são elementos mediadores que auxiliam o homem no desenvolvimento de suas atividades psicológicas, como a própria linguagem por exemplo. Além dos signos, Vygotsky discute também os instrumentos, algo que está entre o sujeito e a ação a ser realizada por ele. Nesse caso, podemos citar um martelo que está entre o indivíduo e o objeto em que ele quer bater. Esses dois elementos constituem a base da mediação entre o aprendiz e o seu processo cognitivo.

Na perspectiva Vygotskyana a nossa espécie diferencia-se das outras pelo trabalho e signos mediadores. O desenvolvimento de meios artificiais possibilita ao homem que ele transforme o seu meio bem como a si mesmo. Isto só se torna possível com a utilização de instrumentos externos e internos que são essenciais para a evolução da humanidade (OLIVEIRA, 1995). Para Vygotsky os signos internalizados e compreendidos são os elementos mediadores, estes dependem dos sistemas funcionais e o ambiente o qual o indivíduo está inserido (SENA, 2015). A escola tem um papel fundamental na construção e significação destes signos, pois normalmente está inserida no mesmo contexto social do aluno e tanto pode como deve propiciar este aprendizado.

Vygotsky entende que o indivíduo não se desenvolve sozinho, ele precisa da interação com a sociedade e de instrumentos para que possa progredir. O processo de aprendizagem dependerá das experiências vivenciadas e muitas delas irão se constituir na escola, onde os alunos irão interagir entre si e com seus professores e isso favorecerá o processo de ensino-aprendizagem (RABELLO; PASSOS, 2010).

O desenvolvimento da criança está diretamente atrelado ao que é ofertado em seu meio social e cultural, sendo assim, tanto a escola como a família têm uma enorme influência nesse processo de aprendizagem, pois para que ocorra efetivamente o seu aprendizado se faz necessário que a criança esteja rodeada de estímulos culturais, históricos e de vivência. Desta maneira, terá a oportunidade de desenvolver e ampliar seus conhecimentos (KANASHIRO, 2014). Quanto mais rico

culturalmente for o ambiente em que o indivíduo estiver inserido e quanto mais interagir com este, maior vai ser a sua possibilidade de desenvolvimento.

Conforme Coelho e Pisoni (2012), Vygotsky entende que o aprendizado se inicia antes da chegada à escola, mas esta vai ofertar novos elementos para o seu desenvolvimento. Existem dois tipos de desenvolvimento, o real que são aquelas situações que a criança é capaz de realizar sozinha e o potencial que são as situações que ela consegue resolver com o auxílio do parceiro mais capaz. A distância que separa estes dois níveis de desenvolvimento é chamada de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

A Zona de Desenvolvimento Proximal de hoje será a Zona de Desenvolvimento Real do outro dia, sendo assim, o que a criança faz com auxílio agora, poderá fazer sozinha mais adiante. É importante alertar para que isso não traga a impressão de que o conhecimento é cumulativo, e sim que o aprendiz apenas poderá alcançar um determinado nível de aprendizado se tiver os conhecimentos necessários para tal.

A ajuda que a criança deve obter para alcançar o nível de desenvolvimento proximal pode vir do professor, dos pais ou mesmo de um colega que já tenha alcançado este nível, a ideia de Zona de Desenvolvimento Proximal implica então, em dizer que o aprendizado humano se dá na socialização do indivíduo (VYGOTSKY, 2008). A escola é um ambiente propício para a Zona de Desenvolvimento Proximal, pois oferece novas dificuldades e obstáculos para os alunos. Estas dificuldades devem então ser vencidas com o auxílio de professores e colegas de aula (BARBOSA; BATISTA, 2018).

Quando falamos em zona de desenvolvimento proximal é preciso lembrar que ela não vai ser a mesma para todos os alunos e por este motivo, respeitando a individualidade de cada um, se faz necessário a utilização de diferentes métodos de ensino que contemplem as particularidades e ao mesmo tempo, auxiliem na compreensão dos conteúdos.

Com a zona de desenvolvimento proximal Vygotsky sugere ainda, que se oferte aos alunos, meios que permitam a construção do próprio conhecimento a cada um dos indivíduos. Mesmo que tenhamos na escola uma generalização dos conceitos que devem ser compreendidos (FINO, 2001). Para isso, a

experimentação tem uma relevante potencialidade, como pode ser observada na citação a seguir:

A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade simular no micro-cosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resultam das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e explicações atribuídos a essas experiências no universo sócio-cultural em que vivem (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 232).

Neste trabalho, na medida do possível, apresentamos problemas que possuam elementos dentro da Zona de Desenvolvimento Real dos alunos, mas que contenham também elementos da zona cognitiva que se encontra em fase de desenvolvimento, a Zona de Desenvolvimento Proximal. A proposta de trabalho em grupo e cooperativo entre os estudantes e o próprio professor tem o objetivo de levar os alunos a avançarem, transformando, assim, a Zona de Desenvolvimento Potencial em Zona de Desenvolvimento Real.

6 TEXTO DE APOIO AOS PROFESSORES

O Produto Educacional que foi elaborado é um texto de apoio aos professores de Física que atuam no Ensino Médio. Nesse escrito, é apresentada uma sequência de experimentos para a abordagem dos assuntos relativos ao conteúdo de Circuitos Elétricos.

Após várias pesquisas não encontramos uma definição clara para texto de apoio, mesmo assim resolvemos manter esta nomenclatura por entendermos tratar-se de um texto com uma característica (apoio) que o distingue dos demais. Então para este trabalho definimos o texto de apoio como sendo um material que visa dar um suporte para realização de atividades que já sejam minimamente conhecidas por seus executores. Este é um tipo de texto que não serve para uma primeira leitura ou primeiro contato com o conteúdo nele transcrito, pois como o próprio nome diz, tem o caráter de apoiar e não de ensinar. Entendendo o professor como um sujeito que já possui conhecimento sobre o tema de Circuitos Elétricos, ele poderá utilizar e alterar o texto e os experimentos conforme seus objetivos.

O texto de apoio, como o próprio nome sugere, é um material passível de mudanças de acordo com a necessidade ou contexto em que será aplicado. Diferente de um roteiro que deve ser seguido passo a passo para atingir os objetivos pré-determinados, ele é apenas um suporte aos professores. No texto de apoio existem informações que possibilitam a aplicação do projeto da maneira que foi desenvolvido, mas também informações complementares como o que pode dar errado, que podem ser utilizadas para auxiliar em possíveis erros como também para induzi-los e gerar problematizações proporcionando a discussão e reflexão dos conceitos relacionados a cada experimento.

A proposta de um texto de apoio está baseada nos diferentes contextos que possa vir a ser aplicado, deixando o professor livre para decidir como usar esse instrumento que pode sofrer alterações de acordo com sua necessidade. Entendemos que a escolha desse Produto Educacional quando aplicado sobre uma ótica sócio-histórica-cultural, privilegia a discussão e interação entre os atores do processo de ensino-aprendizagem (professores e alunos). Nesse modelo, os alunos deixam de receber respostas prontas. Por ele, passam a construir o conhecimento através da busca (em grupos) pela solução de indagações sugeridas, ou por eles mesmos formadas, durante o processo de construção dos

experimentos. Dessa maneira, proporcionando uma maior autonomia para os estudantes, acreditamos que o processo de ensino e aprendizagem possa tornar-se mais prazeroso tanto para o professor quanto para os alunos.

7 METODOLOGIA

7.1 PROJETO DE ENSINO X TEXTO DE APOIO

O projeto de ensino que havia passado pela Qualificação seria ofertado a alunos da Licenciatura em Física do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense - Campus Pelotas – Visconde da Graça (IFSul - CAVG) na própria instituição, em turno inverso ao da Licenciatura e constituído por 10 horas-aulas divididas em 10 encontros (cada encontro com uma hora duração). O planejamento para o curso está no quadro a seguir:

Quadro 1: Projeto de ensino

1° Encontro	Apresentação do curso e aplicação de questionário que possibilitasse conhecer o nível de conhecimento dos alunos.
2° Encontro	Revisão sobre os conceitos básicos de Eletricidade e Circuitos Elétricos.
3° Encontro	Definição junto aos alunos dos equipamentos e dispositivos há utilizar e realizar a definição dos experimentos que seriam elaborados. Para auxiliar na reflexão dos experimentos que poderiam ser montados faríamos alguns questionamentos: a) Quais os componentes mínimos para a montagem de um circuito elétrico? b) Que conceito quero que meu experimento demonstre? c) Qual material é necessário para montar o experimento que possibilite apresentar determinado conceito?
4° Encontro	Desmontagem dos equipamentos e seleção dos componentes necessários para construção de cada experimento.
5° Encontro	Montagem dos experimentos e discussão sobre os problemas encontrados na construção.
6° Encontro	Continuação da montagem dos experimentos e discussão sobre a forma de apresentação destes.
7° Encontro	Apresentação e detalhamento de cada experimento: funcionamento, forma de construção e fenômenos envolvidos.

8° Encontro	Continuação das apresentações.
9° Encontro	Aplicação de questionário que contemple o tema de Circuitos Elétricos.
10° Encontro	Entrega de cópias dos questionários respondidos pelos estudantes, apresentação dos experimentos que farão parte do texto de apoio e finalização do curso.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para que pudéssemos desenvolver o texto de apoio na forma de Produto Educacional, aplicaríamos no projeto de ensino, questionários sobre Circuitos Elétricos para obter informações sobre o nível de conhecimento dos estudantes e a partir desses dados conseguiríamos delinear as Zonas de Desenvolvimento Real e Potencial deles. Após essa etapa discutiríamos o conteúdo de forma a sanar dúvidas e concepções alternativas que pudessem existir, buscando o equilíbrio da turma. Logo após efetuaríamos a seleção dos equipamentos eletroeletrônicos dos quais faríamos a posterior retirada de peças que seriam utilizadas na montagem dos experimentos.

Como esses encontros não foram possíveis devido as regras de distanciamento social, decretadas em dezesseis de março de dois mil e vinte (16/03/2020) em função da pandemia causada pelo vírus Covid-19, resolvemos elaborar, com a concordância do PPGCITED (Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação), o texto de apoio pela nossa experiência (autor e orientador).

Dessa maneira, o texto de apoio buscou seguir uma sequência que contemplasse minimamente as atividades como haviam sido planejadas para o projeto de ensino e pudesse oferecer um suporte aos professores. A todo momento estávamos preocupados em construir uma proposta que não dispensasse todas as possibilidades de interação entre professor e alunos durante a prática pedagógica. Delineamos que a sua utilização contemplasse tanto aqueles que preferirem elaborar seus experimentos para demonstração, como para aqueles que queiram construí-los juntamente com seus alunos e utilizar a experimentação como uma prática docente.

7.2 PRODUTO EDUCACIONAL

O texto de apoio visa proporcionar aos alunos de Licenciatura e professores de Física a construção de experimentos sobre Circuitos Elétricos, com o intuito de auxiliar em seu aprendizado, potencializar a expertise no manuseio de componentes e ferramentas para a montagem dos circuitos e ser uma alternativa para aulas práticas no ensino de Física. As atividades foram pensadas para proporcionar a manipulação, o reaproveitamento e a elaboração de equipamentos de baixo custo.

O texto de apoio começa com uma apresentação explanando o que os professores encontrarão e como ele foi construído, além de uma breve caracterização do autor. Após temos uma introdução sobre Eletricidade e os principais conceitos que estão envolvidos nesse trabalho, logo em seguida uma discussão de Circuitos Elétricos e suas variações, que compreende o Circuito Série, Paralelo e Misto. O Produto Educacional encontra-se no apêndice B dessa dissertação.

Os fatores mais importantes do texto de apoio são as indicações e sugestões para a montagem de circuitos com equipamentos reaproveitáveis e de baixo custo. O material é indicado para que professores de Física tenham mais uma alternativa para o ensino e aprendizagem de Circuitos Elétricos a partir de materiais reaproveitáveis e de baixo custo. O texto de apoio ficou dividido em circuito elétrico série, circuito elétrico paralelo e circuito elétrico misto.

7.2.1 CIRCUITO ELÉTRICO SÉRIE

Em circuito elétrico série, é feita uma discussão sobre as suas principais características e o comportamento da tensão, corrente e resistência elétrica. Passado esse momento, para fim de obtenção de componentes e posterior montagem do experimento, realizamos a desmontagem de uma panificadora que eu possuía em minha residência, esse equipamento havia estragado há algum tempo e não seria mais consertado devido ao alto custo das peças de reposição que eram necessárias. Todo o processo de desmontagem é descrito e demonstrado através de fotos realizadas durante o procedimento. Com a

panificadora desmontada e com as peças que obtivemos, montamos um Circuito Série, composto por um transformador, um resistor, um interruptor, um led e cabos. Após a montagem do experimento, que está também descrita e fotografada passo a passo no texto de apoio, discutimos os procedimentos a serem realizados para detectar possíveis falhas caso o led não acenda. Na sequência apresentamos o esquema elétrico que representa o experimento elaborado e em seguida os conceitos que podem ser trabalhados em cima dele. Para um aprofundamento do estudo do Circuito Série apresentamos uma sugestão de aula prática com medições e modificações no experimento que descreveremos com brevidade, pois o texto completo pode ser consultado no apêndice B.

Cabe salientar que outros equipamentos poderiam ser utilizados, pois grande parte dos componentes são comuns na maioria dos eletroeletrônicos. O experimento que montamos foi definido de acordo com os componentes que encontramos na máquina.

Figura 1: Panificadora



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Inicialmente retiramos a interface³ forçando levemente para fora com o auxílio de uma chave de fenda. Soltando a interface tivemos acesso a placa para retirada do cabo flat⁴.

Figura 2: Retirada da interface



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Continuamos a desmontagem soltando a caixa interna. Para isso soltamos o resistor de aquecimento e os parafusos que prendem ele como indicado na figura.

Figura 3: Retirada dos parafusos da caixa interna



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Retiramos a caixa interna e assim tivemos acesso as travas que nos permitiram soltar a caixa externa.

³ Parte física da máquina onde estão dispostos os botões para operação pelo usuário.

⁴ O cabo flat é composto por vários fios dispostos em paralelo.

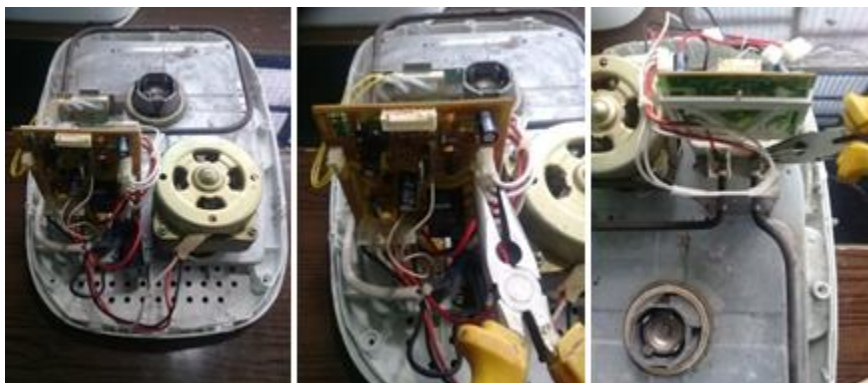
Figura 4: Retirada da caixa interna



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Retirando essa parte tivemos acesso a placa e o resistor de aquecimento, que foram removidos após a retirada de todos os terminais que fazem as ligações.

Figura 5: Retirada dos terminais de ligação



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Para retirar o resistor, soltamos os dois parafusos de fixação.

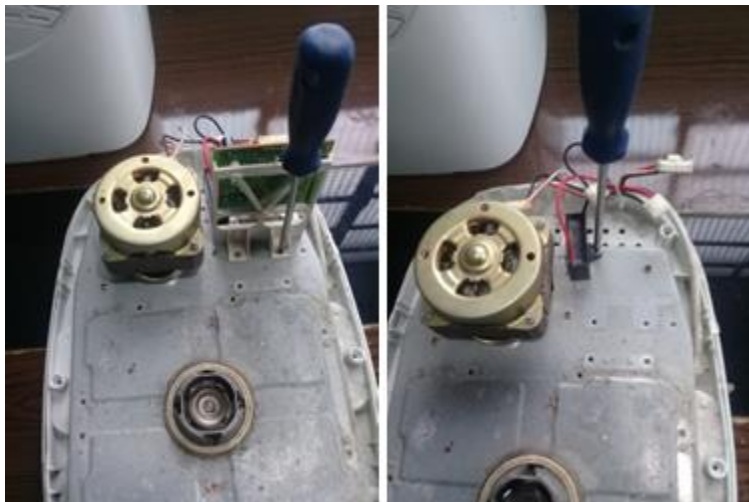
Figura 6: Retirada do resistor



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Agora para a retirada da placa e do capacitor, bastou soltar os seus parafusos fixadores.

Figura 7: Retirada da placa e capacitor



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Retiramos a base de fixação dos componentes. Para isso, bastou soltar os parafusos e ela saiu facilmente.

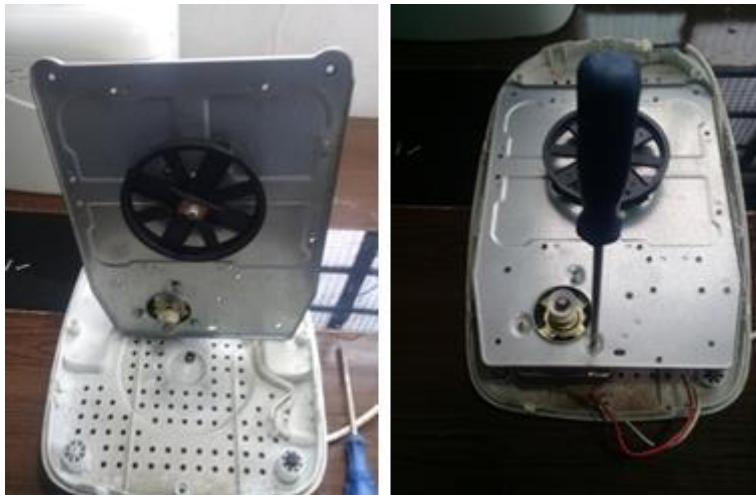
Figura 8: Retirada da base



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Virando a base retiramos os parafusos que prendem o motor para soltá-lo.

Figura 9: Retirada do motor



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Finalmente retiramos o cabo de alimentação soltando o prensa cabo.

Figura 10: Retirada do cabo de alimentação



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Analisando os componentes e montando o experimento

Retiramos a placa da interface e analisando essa, observamos um Led⁵ na posição apontada pela seta, abaixo:

⁵ LED – Diodo emissor de luz

Figura 11: Retirada da placa da interface



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Os Leds não possuem nenhum tipo de referência em sua estrutura que nos possibilitem saber a tensão, ou corrente de trabalho deste componente. Geralmente trabalham com uma tensão em torno de dois volts e a corrente máxima suportada é na faixa de 20 mA.

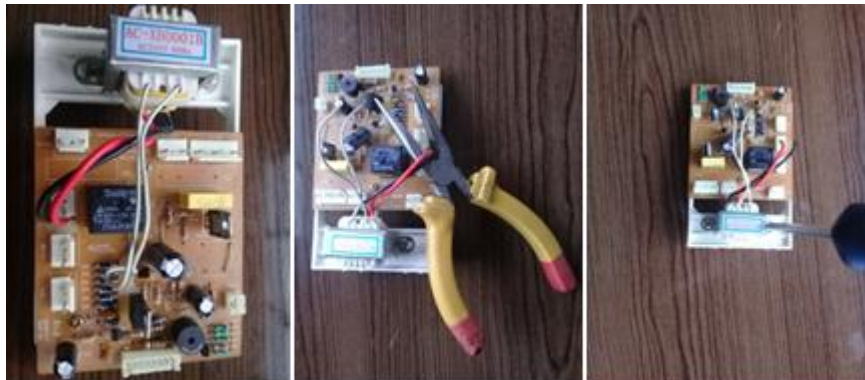
Encontrando o Led, pensamos em montar um circuito para realizar sua ligação, como a rede de alimentação residencial é normalmente 127 V ou 220 V, dependendo da sua região, no meu caso 220 V, não podemos alimentar este led diretamente pela rede, pois ele iria queimar⁶. Precisamos então, rebaixar essa tensão para montar o circuito. Primeiro retiramos o led aquecendo com um ferro de solda⁷ seus pinos que estão soldados a placa e puxamos.

Analisando a outra placa podemos notar a existência de um transformador, buscando na internet a referência AC-XB0001B que está em sua etiqueta consegui saber sua tensão de saída que é de 12 V, a tensão de entrada já estava em sua etiqueta 220 V. Essa é uma prática comum para quem não tem experiência com componentes eletroeletrônicos. O google busca informações em diversos tipos de sítios e facilmente ficamos sabendo as características dos equipamentos apenas digitando suas informações no espaço característico desta ferramenta. Mesmo não sendo ainda os 2 V que precisávamos para alimentar o led, retiramos e posteriormente usamos um resistor para conseguir chegar a este valor. Para retirá-lo cortamos os cabos e soltamos os parafusos.

⁶ Termo utilizado para quando há o rompimento do componente.

⁷ Ferramenta utilizada para solda de conexões elétricas com estanho.

Figura 12: Retirada do transformador



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Retirado o transformador, cortamos um pedaço de madeira para começar a prender os componentes. As dimensões foram as seguintes: 16 mm de espessura, 190 mm de comprimento e 130 mm de largura.

Figura 13: Confeção da base



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Fixamos o cabo de alimentação a madeira. Para prender o cabo utilizamos o prensa cabo e os parafusos que retiramos da panificadora.

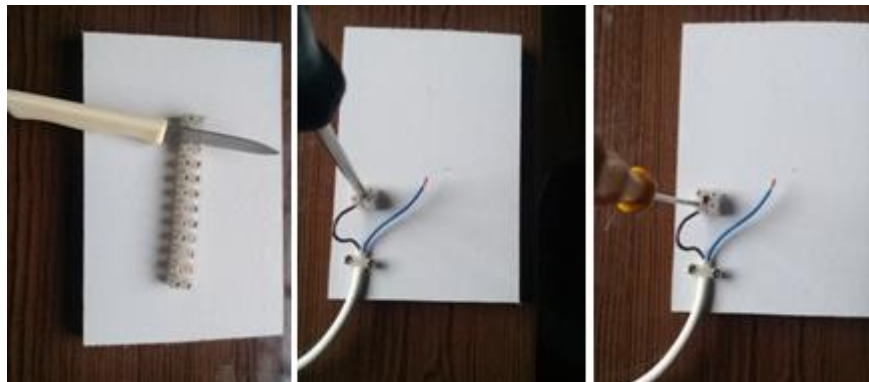
Figura 14: Fixação do cabo de alimentação



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Utilizamos uma régua de conectores múltiplos⁸ (6 mm) da qual cortamos dois terminais e parafusamos na madeira proporcionando a conexão dos cabos. Os parafusos utilizados na montagem do experimento foram os mesmos adquiridos na desmontagem da panificadora, a régua de conector múltiplo foi comprada em uma loja de material elétrico pelo preço de cinco reais (R\$ 5,00).

Figura 15: Conexão do cabo de alimentação

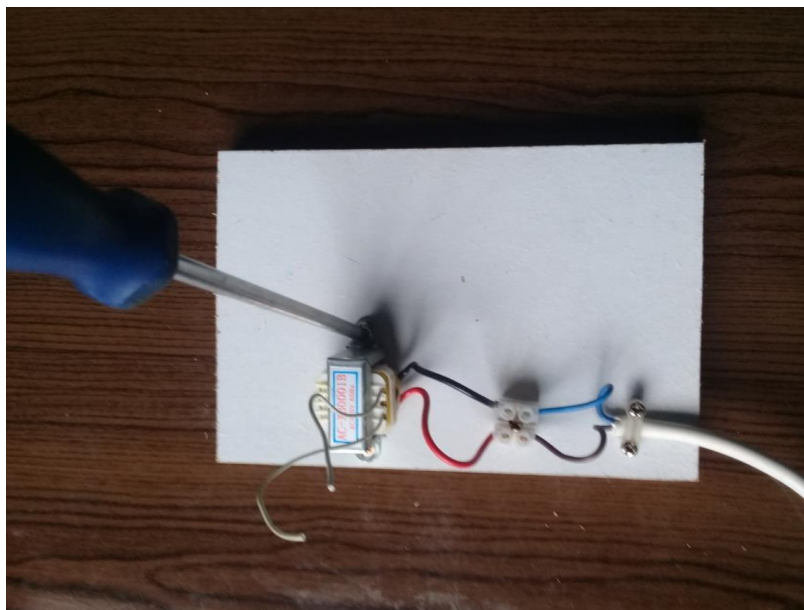


Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Prendemos o transformador e realizamos as conexões elétricas nos terminais dos conectores que cortamos.

⁸ Dispositivo que facilita a emenda e conexão de cabos e fios.

Figura 16: Fixação do transformador



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Posteriormente alimentamos o transformador (conectando o cabo de alimentação à tomada) e medimos com a utilização de um alicate amperímetro.

Lembrando que quando alimentarmos o transformador devemos ter cautela, tomando cuidado para não tocar nos cabos e componentes que estarão energizados e podem causar choques elétricos. Também não devemos tocar as pontas dos cabos de saída do transformador (previamente desencapadas) uma na outra, o que resultaria em um curto-circuito⁹ e a danificação dele. Logo após a medição a primeira coisa a se fazer é desenergizar o circuito que estamos montando.

⁹ Fenômeno que ocorre quando há o fechamento dos pólos de uma fonte de tensão com uma resistência muito baixa.

Figura 17: Medições no transformador



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Essa é uma etapa importante, para verificar se o transformador está realmente em bom estado e o real valor da tensão elétrica em sua saída. Como temos um percentual de tolerância dele (comum na maioria dos componentes elétricos) e dificilmente teremos os exatos 220 V na rede, a tensão de saída provavelmente não será 12 V, mas ficará próxima disso se ele estiver em bom estado. Ressaltamos que tanto a tensão de entrada como a de saída são alternadas, pois a função do transformador é rebaixar a tensão e não transformar.

A leitura apresentada pelo alicate amperímetro, foi uma tensão de 213,3 V na entrada e 12,3 V na saída, isso indicou a necessidade de utilizarmos um resistor em série com o led, nesse precisaremos ter uma queda de tensão de maneira a não ultrapassar o máximo suportado pelo led.

Sendo:

V_t – Tensão aplicada ao circuito

V_r - Queda de tensão sobre o resistor

V_l - Queda de tensão sobre o led

E sabendo que:

$$V_t = V_r + V_l$$

Calculamos a queda de tensão necessária no resistor:

$$V_r = V_t - V_l$$

$$V_r = 12.3 - 2$$

$$V_r = 10,3 V$$

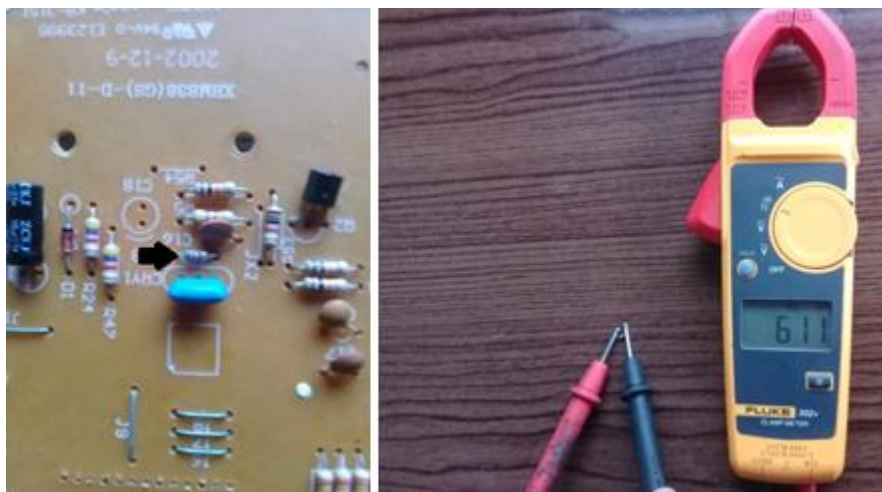
Como o módulo da corrente do circuito não deve ultrapassar 20 mA e a queda de tensão deve ser 10,3 V, calculamos o resistor necessário para nosso circuito da seguinte forma:

$$R = V/I$$
$$R = 10,3/0,02$$
$$R = 515 \Omega$$

Sabendo que para ligar o nosso circuito precisávamos de um resistor de 515 ohms, utilizamos o alicate amperímetro na função ohmímetro para verificar a resistência desses componentes. Depois de testar todos os resistores das placas apenas um apresentou uma resistência próxima da que precisávamos os demais tinham valores superiores a 1000 Ω . O resistor encontrado que mais se aproximou tinha o valor de 611 Ω e foi utilizado no circuito.

Para retirada do componente, identificado com uma seta na figura abaixo, utilizamos o ferro de solda para aquecer suas conexões e soltá-lo da placa.

Figura 18: Medição dos resistores



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Reservamos o resistor e retiramos um dos fios do cabo flat para realizarmos as conexões em nosso circuito. Cortamos o cabo com o auxílio do alicate, destacamos um dos fios, separamos em três partes iguais e desencapamos as pontas para soldar.

Figura 19: Preparação dos cabos para soldagem



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Posteriormente soldamos com o ferro de solda e um pedaço de estanho um cabo de cada lado do resistor e uma das pontas soldamos em um dos pinos do led.

Figura 20: Solda do resistor e led

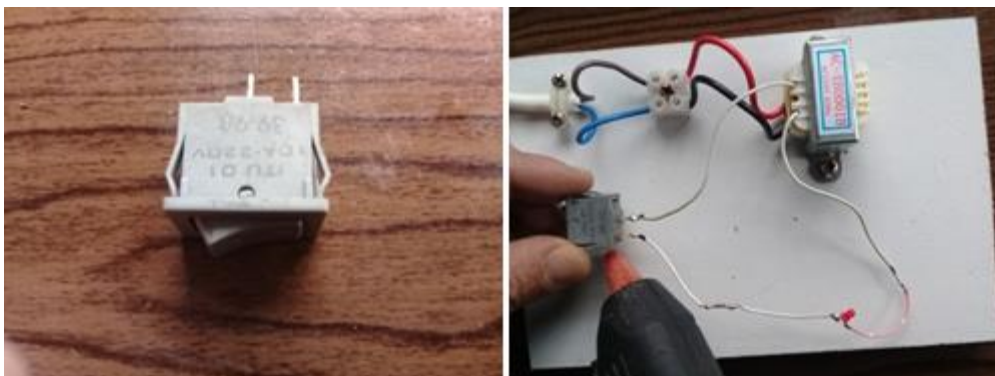


Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Após inserimos um interruptor, eu tinha um guardado em casa retirado de uma lavadora de alta pressão e utilizei esse, mas poderia ser qualquer tipo de chave já que a corrente é muito baixa. Com o interruptor em mãos terminamos nosso circuito soldando este a um dos cabos do transformador e outro no que estava sobrando do resistor. O cabo do transformador que ainda não estava conectado, soldamos no pino livre do led. Com uma pistola de cola quente¹⁰ fixamos o interruptor na madeira.

¹⁰ Ferramenta que se utiliza de uma cola em forma de bastão e possibilita a colagem de madeiras, plásticos e outros.

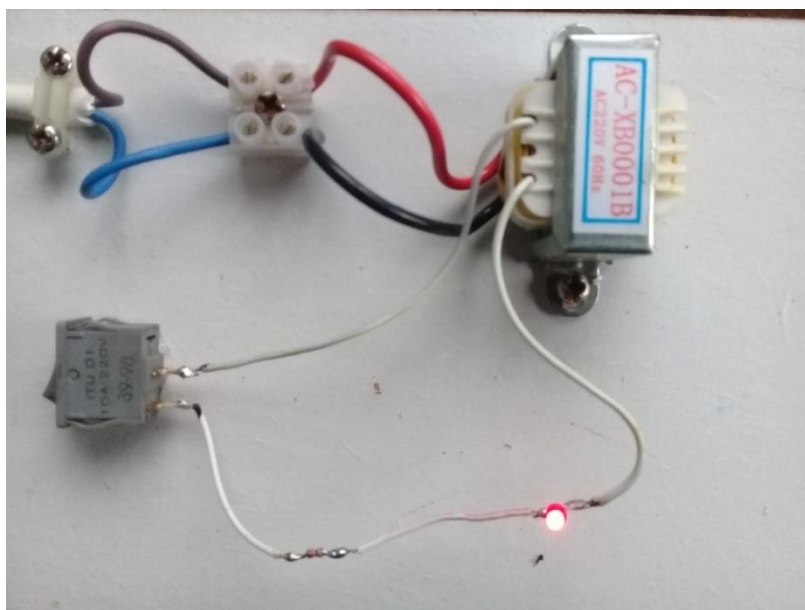
Figura 21: Fixação do interruptor



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Com o circuito elétrico série pronto, quando conectamos o cabo de alimentação a tomada e acionamos o interruptor, o led acendeu.

Figura 22: Circuito elétrico série



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Quando acionamos o interruptor estamos fechando o circuito, neste momento os componentes entrarão em operação, no caso do led, ele transformará energia elétrica em energia luminosa. O circuito elétrico série está caracterizado por existir apenas um caminho para a corrente elétrica, tanto que ao desligar a chave o led apagará, o mesmo acontecerá se algum dos componentes ou cabos apresentar algum defeito.

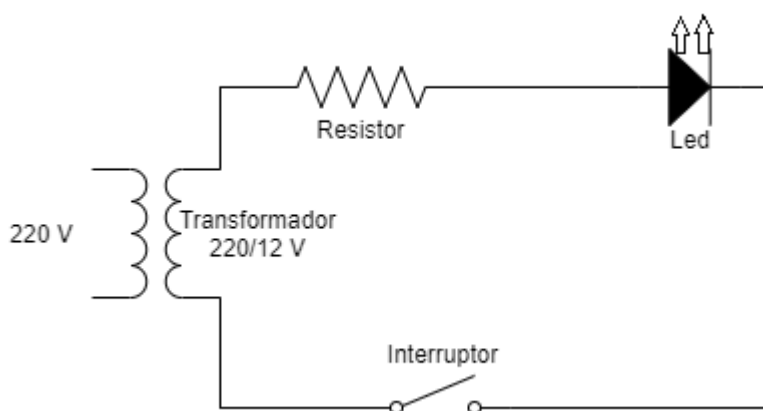
Se por acaso o circuito não funcionar, o led não acender, devemos, com o auxílio do alicate amperímetro, seguir os seguintes passos para tentar detectar a falha:

- a) Testar na escala de tensão alternada, se está chegando 220 V na entrada do transformador, se não estiver, verificar se o cabo de alimentação está conectado a tomada;
- b) Testar na escala de tensão alternada se a saída do transformador está com 12 V, se a entrada estiver recebendo tensão e não apresentar nada na saída devemos efetuar a troca deste componente;
- c) Testar na função ohmímetro se o resistor não está em curto ou aberto, se estiver, efetuar a troca deste componente;
- d) Testar na escala de testes para diodo, o próprio diodo, ele deve acender quando polarizado corretamente, se não acender efetuar a troca deste componente;
- e) Verificar as conexões.

Observação os itens a e b devem ser feitos com o circuito energizado, para os demais testes devemos desligar a alimentação do circuito.

O circuito elétrico que montamos está representado na figura abaixo e foi composto por um suporte de madeira, um cabo de alimentação, um transformador (220 V/ 12 V), um interruptor, um led (2 V), terminais de conectores múltiplos (6 mm), um resistor (611 Ω) e cabos para a interligação dos componentes.

Figura 23: Esquema do circuito elétrico série



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Nesse experimento podemos discutir a associação de componentes em série para o correto funcionamento do circuito, as quedas de tensões para cada componente, a corrente elétrica, a resistência elétrica e a relação entre essas grandezas. Para mais aproveitamentos didáticos desse circuito dispomos uma sugestão de aula prática a seguir:

Aula prática – Circuito em Série

1. OBJETIVO

O objetivo desta aula é realizar medições e aprofundar o estudo das associações em série. É importante salientar que esta sugestão de aula prática deve ser realizada de maneira que promova a interação entre os alunos e entre eles e o professor e não apenas como um roteiro a ser preenchido.

2. MATERIAL UTILIZADO

- Alicates amperímetro ou multímetro;
- Transformador 220 V/12 V;
- Resistores: 611Ω e $1 \text{ k}\Omega$;
- Led 2 V;
- Cabos elétricos;
- Interruptor.

3. INTRODUÇÃO

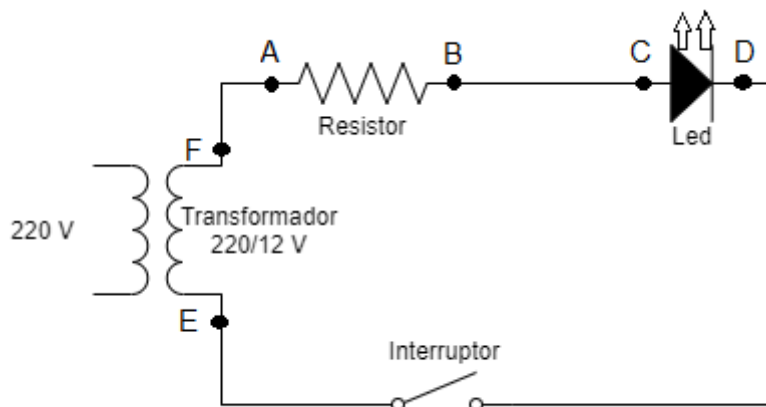
Iremos utilizar o experimento para circuito série já montado anteriormente (no desmonte da panificadora) para realizar medições e alterações que possibilitem um aprofundamento em nosso estudo.

4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

4.1. Com o circuito abaixo em mãos, iremos com o auxílio de um multímetro ou alicates amperímetro realizar as medições necessárias para preencher as tabelas, as medições de tensões e correntes devem ser realizadas com o circuito energizado (interruptor fechado e cabo de alimentação conectado a tomada), as de

resistências com o circuito desenergizado (interruptor aberto e cabo de alimentação desconectado da tomada).

Figura 24: Esquema do circuito elétrico série 2



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Quadro 2: Dados de tensão e resistência elétrica para o circuito elétrico série 2

	AB	CD	EF
Tensão Elétrica (V)			
Resistência Elétrica (R)			

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

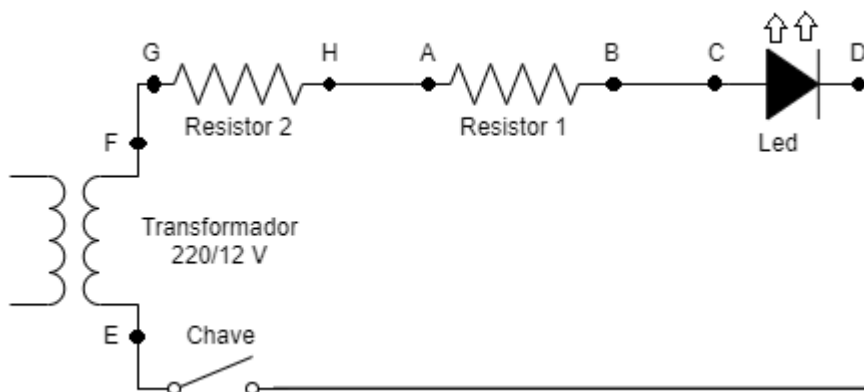
Quadro 3: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico série 2

	BC	DE	FA
Corrente Elétrica (I)			

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

4.2. Desligue o circuito e adicione em série no circuito anterior, um resistor de 1 k Ω que pode ser encontrado nas placas da panificadora e refaça as medições.

Figura 25: Adição de resistor ao circuito série



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Resistor 1 (611 Ω)Resistor 2 (1 k Ω)

Quadro 4: Dados de corrente e resistência elétrica para o circuito elétrico série com 2 resistores

	GH	AB	CD	EF
Tensão Elétrica (V)				
Resistência Elétrica (R)				

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Quadro 5: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico série com 2 resistores

	BC	DE	FG	HÁ
Corrente Elétrica (I)				

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

5. Após realizar os procedimentos responda as seguintes questões:

- Após adicionar mais um resistor o que aconteceu com o brilho do led?
- Com base na equação $P = V \cdot I$, explique o que aconteceu com o brilho do led.
- Determine a quantidade de leds que precisaríamos associar para que não fosse necessária a utilização de nenhum resistor.

7.2.2 CIRCUITO ELÉTRICO PARALELO

No circuito elétrico paralelo realizamos também uma discussão sobre as suas principais características e o comportamento da tensão, corrente e resistência elétrica. Passado esse momento, para fim de obtenção de componentes e posterior montagem do experimento, realizamos a desmontagem de um forno de micro-ondas que iria ser descartado, esse forno consegui com um parente. Todo o processo de desmontagem é descrito e demonstrado através de fotos realizadas durante o procedimento. Com o forno de micro-ondas desmontado e com as peças que obtivemos, montamos um Circuito Paralelo, composto por dois motores, dois interruptores e cabos. Após a montagem do experimento, que está também descrita e fotografada passo a passo no texto de apoio, discutimos os procedimentos a serem realizados para detectar possíveis falhas caso os motores não funcionem. Na sequência apresentamos o esquema elétrico que representa o experimento elaborado e em seguida os conceitos que podem ser trabalhados em cima dele. Para um aprofundamento do estudo do Circuito Paralelo apresentamos uma sugestão de aula prática com medições e modificações no experimento.

O experimento que elaboramos foi definido de acordo com os componentes que encontramos no equipamento.

Figura 26: Forno de micro-ondas



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Começamos retirando o prato giratório e o seu suporte. No caso desse micro-ondas ele possui dois suportes, um que fica solto no interior do forno e outro que fica encaixado no motor (basta puxar e ele se soltará). Esse aparelho já estava sem o prato quando recebi.

Figura 27: Suportes do prato do forno de micro-ondas



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Retiramos a proteção externa soltando os parafusos indicados na figura.

Figura 28: Retirada da proteção externa



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Com o auxílio de um alicate retiramos os terminais dos cabos que estão presos no ventilador e na base do fusível.

Figura 29: Retida dos cabos do ventilador e fusível



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Posteriormente removemos os dois parafusos da parte de trás do forno que prendem a base do ventilador e o retiramos.

Figura 30: Retirada do transformador



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Virando o forno observamos na parte de baixo uma tampa fixa, forçamos um pouco com uma chave de fenda nos pontos que estava presa ela se soltou.

Figura 31: Retirada da tampa do motor do prato



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Depois retiramos o terminal dos cabos e soltamos o parafuso para fazer a retirada do motor que gira o prato interno.

Figura 32: Retirada do motor do prato



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Com o alicate soltamos o terminal do cabo de alimentação para retirá-lo.

Figura 33: Retirada do cabo de alimentação

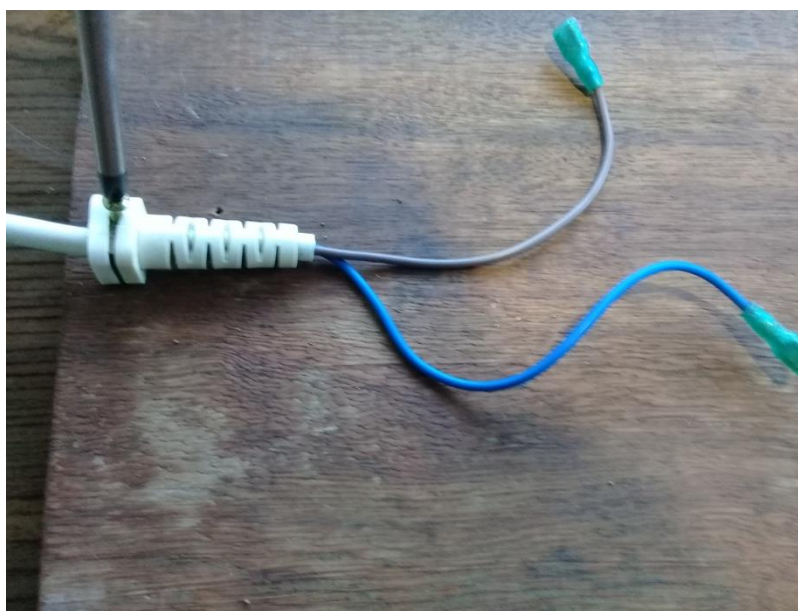


Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Analizamos os motores e tanto o do prato quanto o do ventilador, devem receber a mesma tensão de alimentação do micro-ondas (nesse modelo é 220 V), resolvemos então montar o circuito paralelo com a utilização deles.

Cortamos um pedaço de madeira com as seguintes dimensões: 17 mm de espessura, 270 mm de largura e 420 mm de comprimento. Para fixação dos componentes utilizamos os parafusos que restaram da panificadora, pois os parafusos do forno micro-ondas não possuíam rosca soberba¹¹ e dificultariam o processo de fixação. Começamos prendendo o cabo de alimentação a essa madeira, prendemos o parafuso na parte que ficava encaixada ao forno tendo o cuidado de roscar na parte lateral para não danificar o cabo.

Figura 34: Fixação do cabo de alimentação na madeira



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Cortamos mais dois terminais do conector múltiplo (o mesmo utilizado no experimento anterior) e prendemos à madeira. Também desencapamos as pontas dos cabos para realizar a conexão.

¹¹ Parafusos que possuem rosca soberba facilitam a fixação em madeira sem a necessidade de furações e uso de porcas.

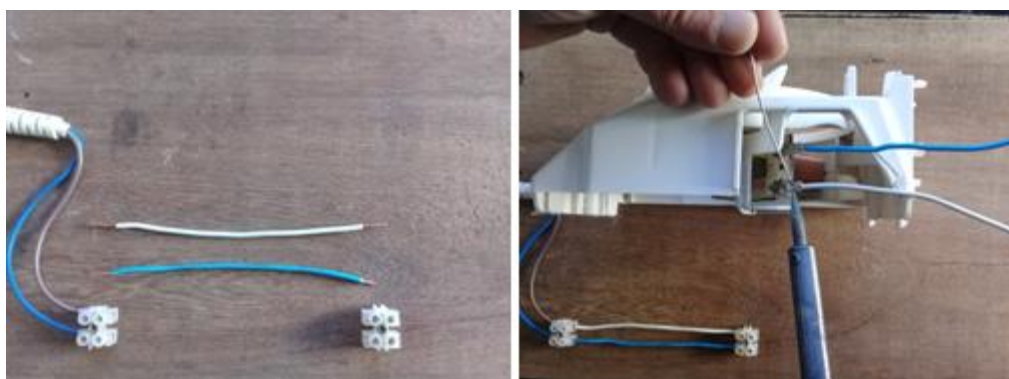
Figura 35: Fixação dos terminais e conexão do cabo de alimentação



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Agora retiramos mais dois terminais do conector múltiplo e parafusamos na madeira cerca de 120 mm do outro. Cortamos e desencapamos dois pedaços de cabo do próprio forno, com um comprimento que possibilite a conexão aos terminais. Novamente cortamos mais dois pedaços (com aproximadamente 150 mm) desencapamos as pontas e soldamos aos terminais do ventilador.

Figura 36: Inserção de novos terminais e soldagem dos cabos ao ventilador



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Para fazer o acionamento do circuito, compramos dois interruptores com um custo de quatro reais cada (R\$ 4,00), a compra se fez necessária, pois esse micro-ondas não possuía esses dispositivos. Pegamos um deles e com auxílio de uma faca fizemos dois pequenos cortes para passar os cabos. Depois cortamos no meio um dos cabos soldados ao ventilador e parafusamos uma ponta em um dos terminais do interruptor e o outro pedaço do cabo no outro terminal.

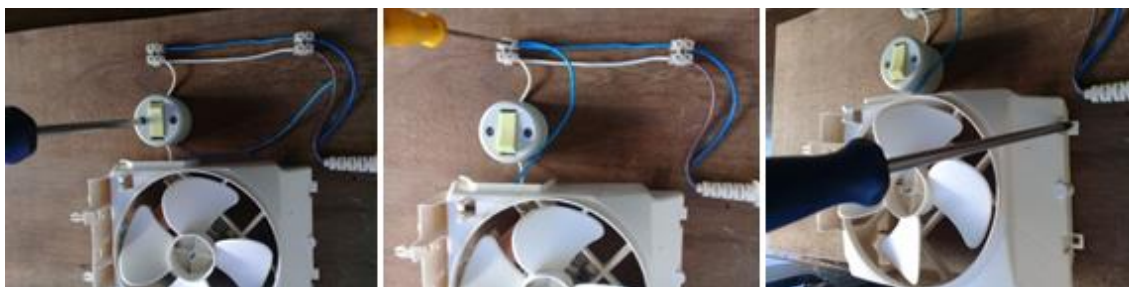
Figura 37: Preparação do interruptor e conexão dos cabos do ventilador



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Com os parafusos que acompanham o interruptor o fixamos a madeira, em seguida conectamos os cabos nos terminais e prendemos o ventilador.

Figura 38: Conexão dos cabos e fixação dos componentes



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Após, cortamos mais dois cabos com aproximadamente 200 mm, soldamos nos terminais do motor do prato e isolamos com fita isolante (comprada por cinco reais em uma loja de materiais elétricos, R\$ 5,00). Essa operação é muito importante para evitar choques elétricos, pois estamos trabalhando com tensão elevada.

Figura 39: Soldagem dos cabos e isolamento dos terminais



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

No outro interruptor, fizemos mais dois cortes para a passagem dos cabos, cortamos um dos cabos soldados ao motor do prato e conectamos aos terminais. Parafusamos o interruptor a madeira, conectamos os cabos aos terminais do conector múltiplo e fixamos o motor do prato.

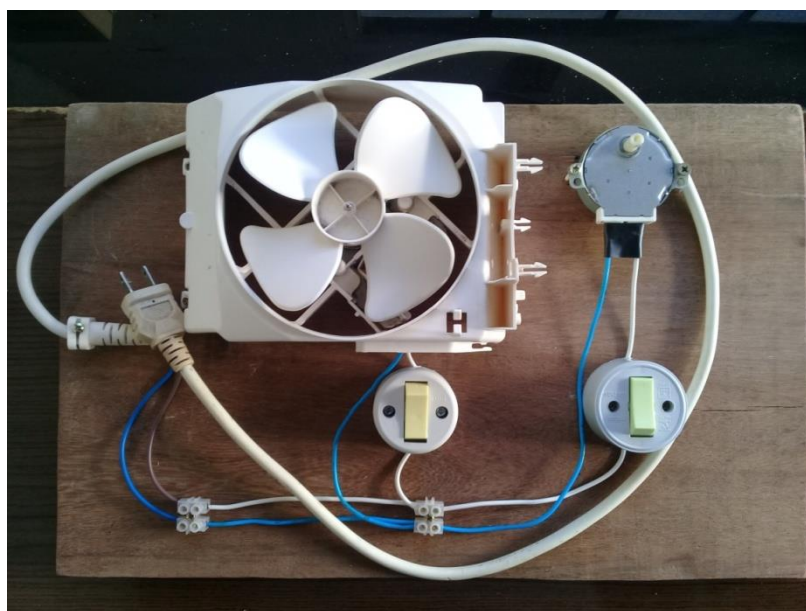
Figura 40: Ligação e fixação do motor do prato



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Assim, terminamos o circuito paralelo.

Figura 41: Circuito elétrico paralelo



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Nesse circuito, ao acionarmos um dos interruptores, ligamos apenas um motor. Para ligarmos os dois motores simultaneamente, precisamos acionar os dois interruptores, por isso o circuito é paralelo, as ligações são independentes.

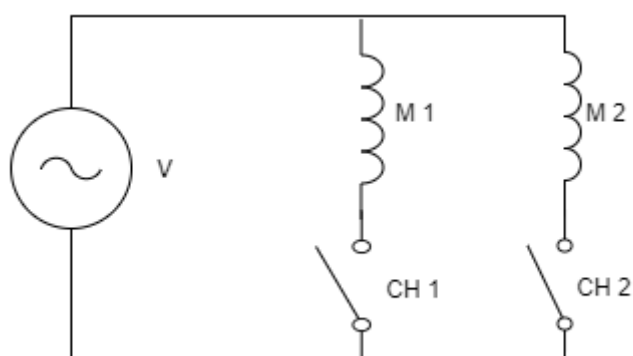
Se por acaso o circuito não funcionar (um ou mesmo os dois motores não ligarem), devemos, com o auxílio do alicate amperímetro, seguir os seguintes passos para tentar detectar a falha:

- a) Testar na escala de tensão alternada se está chegando tensão no segundo bloco de conectores múltiplos que colocamos se não estiver, verificar se o cabo de alimentação está ligado à tomada;
- b) Acionar o interruptor do ventilador e na escala de tensão alternada verificar se há alimentação nos terminais do motor se tiver alimentação e ele não estiver ligando, efetuar a troca desse componente;
- c) Acionar o interruptor do motor do prato e na escala de tensão alternada verificar se há alimentação nos terminais do motor se tiver alimentação e ele não estiver ligando, efetuar a troca desse componente;
- d) Verificar as conexões.

Observação: os itens a, b e c devem ser feitos com o circuito alimentado, o item d deve ser realizado com o circuito desligado.

O circuito elétrico que montamos está representado na figura abaixo e foi composto por um suporte de madeira, um cabo de alimentação, um ventilador, um motor giratório do prato, dois interruptores, terminais de conectores múltiplos (6 mm) e cabos para a interligação dos componentes.

Figura 42: Esquema circuito elétrico paralelo



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Nesse experimento devemos discutir a associação de componentes em paralelo, as quedas de tensões para cada componente, a corrente elétrica, a

resistência elétrica e a relação entre essas grandezas. Para mais aproveitamentos didáticos desse circuito dispomos uma sugestão de aula prática a seguir:

Aula prática – Circuito em Paralelo

1. OBJETIVO

O objetivo desta aula é realizar medições e aprofundar o estudo das associações em paralelo. É importante salientar que esta sugestão de aula prática deve ser realizada de maneira que promova a interação entre os alunos e entre eles e o professor e não apenas como um roteiro a ser preenchido.

2. MATERIAL UTILIZADO

- Alicata amperímetro ou multímetro;
- Ventilador de micro-ondas;
- Motor do prato de micro-ondas;
- Lâmpada 220 V;
- Suporte para lâmpada;
- Cabos elétricos;
- Três interruptores.

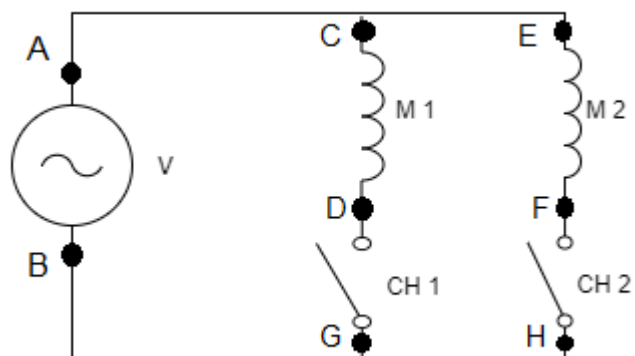
3. INTRODUÇÃO

Iremos utilizar o experimento para circuito paralelo já montado anteriormente (no desmonte do forno micro-ondas) para realizar medições e alterações que possibilitem um aprofundamento em nosso estudo.

4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

4.1. Com o circuito abaixo em mãos, iremos com o auxílio de um multímetro ou alicata amperímetro realizar as medições necessárias para preencher as tabelas, as medições de tensões e correntes devem ser realizadas com o circuito energizado (interruptores fechados e cabo de alimentação conectado a tomada), as de resistências com o circuito desenergizado (interruptores abertos e cabo de alimentação desconectado da tomada).

Figura 43: Esquema circuito elétrico paralelo 2



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Quadro 6: Dados de tensão elétrica para o circuito elétrico paralelo 2

	CD	EF
Tensão Elétrica (V)		

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

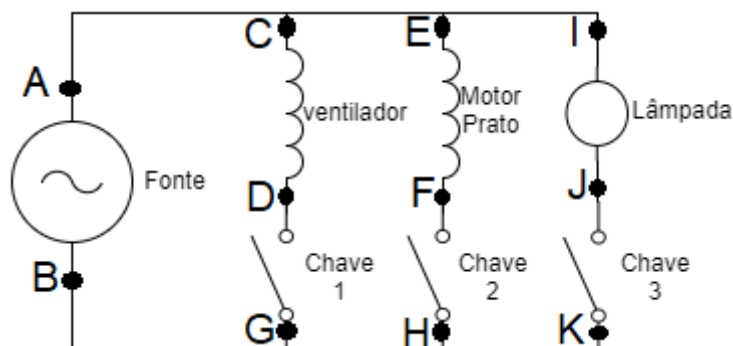
Quadro 7: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico paralelo 2

	AC	DG	FH
Corrente Elétrica (I)			

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

4.2. Adicione em paralelo no circuito anterior, uma lâmpada 220 V e refaça as medições.

Figura 44: Esquema circuito elétrico paralelo com adição de lâmpada



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Quadro 8: Dados de tensão elétrica para o circuito elétrico paralelo com lâmpada

	CD	EF	IJ
Tensão Elétrica (V)			

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Quadro 9: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico paralelo com lâmpada

	AC	DG	FH	JK
Corrente Elétrica (I)				

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

5. Após realizar os procedimentos responda as seguintes questões:

- Após adicionar mais uma carga ao circuito o que aconteceu com a queda de tensão sobre as demais?
- Por que houve variação na corrente entre os pontos AC e entre os pontos DG e FH ela se manteve constante?
- Por que a corrente elétrica total aumenta sempre que adicionamos uma nova carga?

7.2.3 CIRCUITO ELÉTRICO MISTO

No circuito elétrico misto, assim como nos anteriores, realizamos uma discussão sobre as suas principais características e o comportamento da tensão, corrente e resistência elétrica. Para esse experimento não realizamos nenhuma desmontagem nem inserção de novos componentes, pois bastava associar os dois experimentos anteriores para obtermos o Circuito Misto e assim o fizemos, esse processo é detalhado no texto de apoio. Após a montagem do experimento, que está também descrita passo a passo, fazemos a discussão dos procedimentos a serem realizados para detectar possíveis falhas caso ele não funcione. Na sequência apresentamos o esquema elétrico que representa o experimento elaborado e em seguida os conceitos que podem ser trabalhados em cima dele. Para um aprofundamento do estudo do Circuito Misto apresentamos uma sugestão de aula prática com medições e modificações no experimento.

Como já dissemos o circuito elétrico misto é formado a partir de associações em série e paralelo, então utilizamos os dois circuitos já construídos e associamos eles para obtê-lo.

Retiramos o cabo de alimentação do Circuito Série, soltando o prensa cabo e depois as conexões dos terminais.

Figura 45: Retirando cabo de alimentação do circuito série



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Posteriormente, cortamos dois pedaços de cabos de aproximadamente 300 mm e conectamos estes aos terminais dos conectores múltiplos do Circuito Série e aos do Circuito Paralelo.

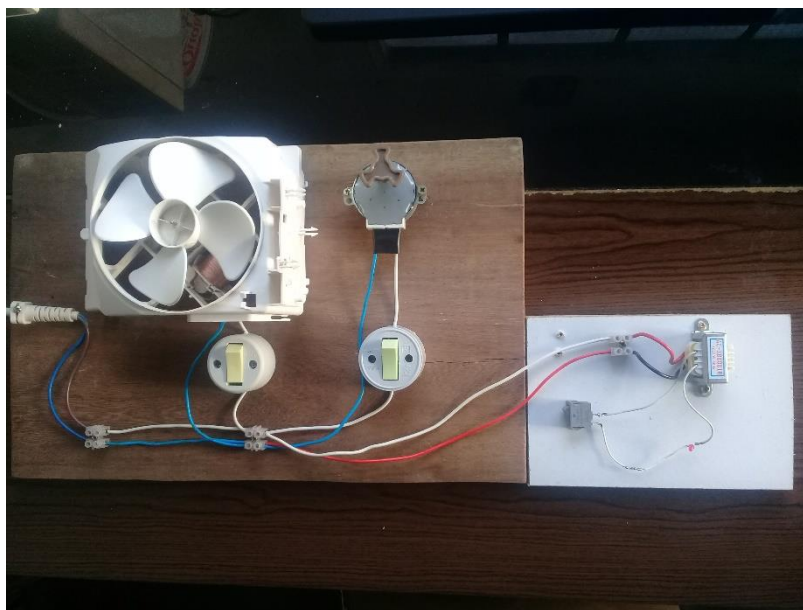
Figura 46: Associação do circuito série e paralelo



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Obtivemos assim, um circuito elétrico misto, que possui ligações em paralelo e também em série.

Figura 47: Circuito elétrico misto



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

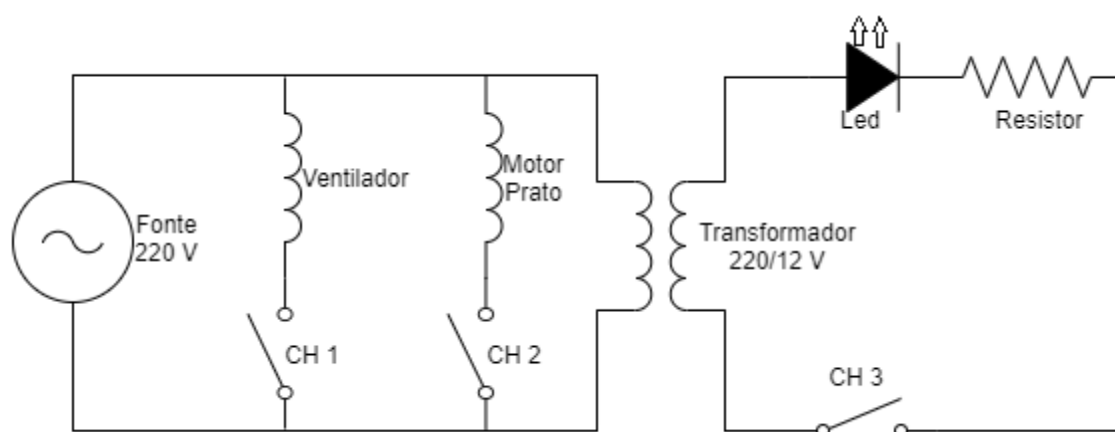
Nesse circuito, ao acionarmos um dos interruptores, ligamos apenas um dos motores ou o circuito do led, conforme o interruptor acionado, mas também podemos ligar todos ao mesmo tempo acionando os três interruptores. Se por acaso o circuito não funcionar (um dos motores ou mesmo o circuito do led não ligar), devemos, com o auxílio do alicate amperímetro, seguir os seguintes passos para tentar detectar a falha:

- a) Testar na escala de tensão alternada se está chegando tensão nos blocos de conectores múltiplos, se não estiver, verificar se o cabo de alimentação está ligado à tomada;
- b) Acionar o interruptor do ventilador e na escala de tensão alternada verificar se há alimentação nos terminais do motor se tiver alimentação e ele não estiver ligando, efetuar a troca desse componente;
- c) Acionar o interruptor do motor do prato e na escala de tensão alternada verificar se há alimentação nos terminais do motor se tiver alimentação e ele não estiver ligando, efetuar a troca desse componente;
- d) Acionar o interruptor de alimentação do transformador e na escala de tensão alternada verificar as tensões de entrada e saída, se houver tensão na entrada do transformador e não houver na saída, efetuar a troca do componente;
- e) Testar na função ohmímetro se o resistor não está em curto ou aberto, se estiver, efetuar a troca deste componente;
- f) Testar na escala de testes para diodo o led, ele deve acender quando polarizado corretamente, se não acender efetuar a troca deste componente;
- g) Verificar as conexões.

Observação: os procedimentos devem ser feitos com o circuito alimentado, com exceção do item g, que deve ser realizado com o circuito desligado.

O circuito elétrico que montamos está representado na figura abaixo:

Figura 48: Esquema circuito elétrico misto



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Aula prática – Circuito Misto

1. OBJETIVO

O objetivo desta aula é realizar medições e aprofundar o estudo das associações mistas. É importante salientar que esta sugestão de aula prática deve ser realizada de maneira que promova a interação entre os alunos e entre eles e o professor e não apenas como um roteiro a ser preenchido.

2. MATERIAL UTILIZADO

- Alicate amperímetro ou multímetro;
- Ventilador de micro-ondas;
- Motor do prato de micro-ondas;
- Transformador 220/12 V;
- Resistor 611 Ω ;
- Led 2 V;
- Cabos elétricos;
- Três interruptores.

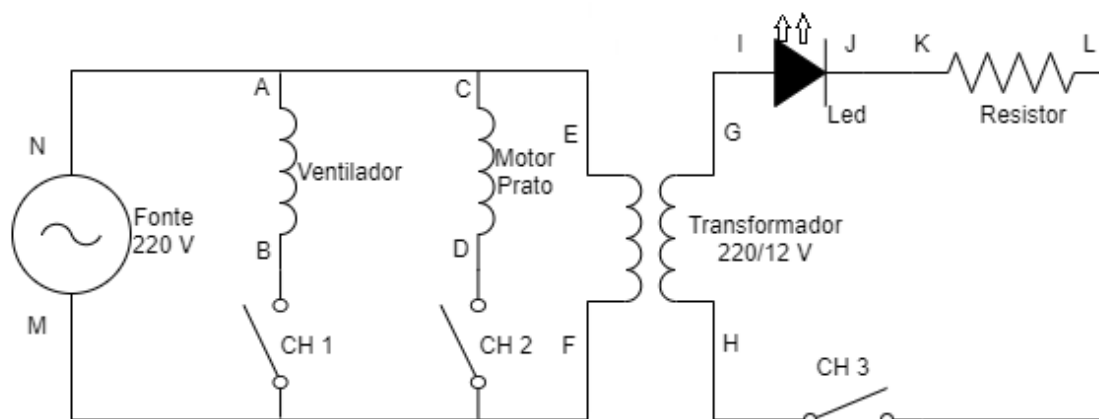
3. INTRODUÇÃO

Iremos utilizar o experimento do circuito em série da panificadora conjuntamente com o paralelo do forno micro-ondas, para realizar medições que possibilitem um aprofundamento em nosso estudo.

4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

4.1. Com o circuito abaixo em mãos, iremos com o auxílio de um multímetro ou alicate amperímetro realizar as medições necessárias para preencher as tabelas, as medições de tensões e correntes devem ser realizadas com o circuito energizado (interruptores fechados e cabo de alimentação conectado a tomada), as de resistências com o circuito desenergizado (interruptores abertos e cabo de alimentação desconectado da tomada).

Figura 49: Esquema circuito elétrico misto 2



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Quadro 10: Dados de tensão elétrica para o circuito elétrico misto 2

	KL	AB	CD	EF	GH	IJ
Tensão Elétrica (V)						

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

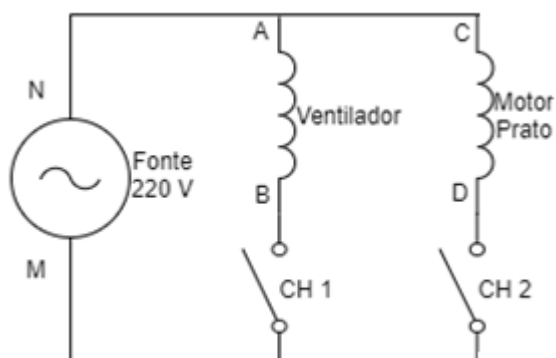
Quadro 11: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico misto 2

	MN	AB	CD	EF	GH	IJ	KL
Corrente Elétrica (I)							

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

4.2. Retire a parte do circuito série e realize novamente as medições.

Figura 50: Esquema circuito elétrico paralelo 3



Fonte: Arquivo pessoal (2020)

Quadro 12: Dados de tensão para o circuito elétrico paralelo 3

	AB	CD
Tensão Elétrica (V)		

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Quadro 13: Dados de corrente elétrica para o circuito elétrico paralelo 3

	AB	CD	MN
Corrente Elétrica (I)			

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

5. Após realizar os procedimentos responda as seguintes questões:

- Após retirarmos o circuito série, as correntes AB e CD, permaneceram inalteradas? Explique.
- Calcule a potência total dissipada no circuito misto.
- Com as três chaves do circuito misto abertas, existe alguma corrente elétrica? Explique.

Com a conclusão do texto de apoio, esse foi apresentado em uma reunião virtual a professores e estudantes de Licenciatura do IFSul que contou com a participação de 23 alunos e professores de Física, um público certamente maior do que prevíamos no curso que ocorreria se não fosse a impossibilidade causada pela pandemia. Após o término da apresentação foi solicitado que os participantes respondessem um questionário com nove questões que buscaram entender a relevância desse trabalho do ponto de vista dos alunos e professores.

8 AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Após a apresentação do texto de apoio, realizada em uma reunião virtual na plataforma *google meet*, solicitamos aos participantes que respondessem um questionário (com nove questões) disponibilizado no google formulários. A reunião foi amplamente divulgada nas redes sociais e grupos de professores com uma semana de antecedência e ocorreu no dia quatro de setembro de dois mil e vinte (04/09/2020) com acesso pelo link <https://meet.google.com/txw-zudy-ayf>. Contou com a presença de vinte e três participantes divididos entre alunos de Licenciatura e professores do IFSul. Desse total doze responderam ao questionário, sendo nove professores e três estudantes. Nessa sessão iremos apresentar e discutir as respostas obtidas.

Para que não haja exposição dos participantes, esses serão caracterizados por P1, P2, P3 e assim sucessivamente quando forem professores e E1, E2 e E3 quando estudantes de Licenciatura. Algumas questões possibilitavam a escolha de uma ou mais alternativas (objetivas) e outras exigiam a escrita de uma resposta (descritivas). Com exceção da questão número nove, todas demais eram obrigatórias. A elaboração das questões levou em consideração a tentativa de levantar elementos que pudessem nos dar indícios do atendimento de nossos objetivos específicos.

8.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Neste momento, vamos descrever cada uma das questões do questionário acessado pelos participantes da *live*, as respostas e a análise feita em função deste retorno recebido daqueles que assistiram à apresentação do texto de apoio.

Quadro 14: Relação das respostas para a questão 1

Questão 1: Qual é a sua atividade?	
Alternativas	Número de respostas
Professor	9
Estudante de Licenciatura	3

Outros	0
--------	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A questão 1 teve o objetivo de identificar o número de participantes que estariam ligados ao ensino, observando-se a tabela podemos perceber que todos eram da área ou estavam em formação para ela.

Quadro 15: Relação das respostas para a questão 2

Questão 2: Na sua opinião, o texto de apoio apresentado, oferece para o processo de Ensino e Aprendizagem do conteúdo de Circuitos Elétricos um método:	
Alternativas	Número de respostas
Que facilita o ensino e aprendizagem	12
Para aplicação prática do conteúdo	3
Perigoso e difícil de replicar	0
Que pode confundir os alunos	0
Outros	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Analisando a tabela é possível perceber que todos concordam que o texto de apoio pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem e três dos participantes ainda acreditam que oferece também um método para aplicação prática do conteúdo. Essas respostas são animadoras e remetem ao fato de que tanto professores quanto alunos de Física concordaram com a relevância do texto de apoio para o ensino de Circuitos Elétricos. Quando este conteúdo é apresentado, são comuns as dificuldades dos aprendizes em abstrair os elementos presentes em cada conceito.

Quadro 16: Relação das respostas para a questão 3

Questão 3: Quanto a relevância desse texto para ampliação das opções pedagógicas dos professores, você acredita:

Alternativas	Número de respostas
Ser interessante, pois não se trabalha com esse enfoque na graduação	8
Ter equipamentos melhores nos laboratórios das escolas	4
Que dificilmente seria utilizado	0
É um assunto muito comum	0
Outros: P3: Ser interessante, pois abre a possibilidade do professor reconhecer equipamentos que podem ser utilizados para abordar Circuitos Elétricos. P8: Desconheço o fato de não ser trabalhado na graduação.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para essa questão, obtivemos oito respostas no sentido de que esse texto de apoio pode ampliar as opções pedagógicas utilizadas pelo professor, oferecendo um enfoque que não é trabalhado na graduação. Um dos participantes chegou a argumentar que as alternativas possibilitadas pelo Produto Educacional em questão são muito interessantes, pois “abre a possibilidade de o professor reconhecer equipamentos que podem ser utilizados para abordar Circuitos Elétricos” (P3). Essa argumentação e todas as outras respostas nos remetem a um autor citado na revisão da literatura, Costa (2017), que afirma que os laboratórios tradicionais, possuem roteiros pré-definidos e os estudantes seguem os passos para a realização da prática experimental sem muitas vezes discutir ou refletir sobre o que está sendo feito. O texto de apoio apresentado nessa dissertação tem foco na construção de experimentos proporcionando uma aprendizagem baseada na reflexão e interação entre os atores do processo (professores e alunos).

Por outro lado, 4 respondentes dizem ter equipamentos melhores nos laboratórios das escolas. Acreditamos sim que possa haver equipamentos melhores dos que construímos à disposição dos professores de algumas instituições. Mas, como muitas escolas não possuem laboratórios e muitas vezes nem experimentos, o texto de apoio pode ser uma alternativa. Acreditamos ainda

que a construção e interação durante a elaboração dos experimentos com componentes reaproveitados ou de fácil aquisição aproxima o conteúdo do cotidiano dos alunos. A interação proposta está de acordo com o referencial Vygotskyano deste trabalho que, em sua teoria sócio-histórica-cultural, considera o compartilhamento e a negociação de significados fundamental para o processo de aprendizagem.

Um dos respondentes, P3, considera o texto de apoio proposto interessante, por abrir possibilidades para que o professor reconheça equipamentos que podem ser utilizados na abordagem de Circuitos Elétricos. Na justificativa do presente trabalho havíamos discutido a possibilidade de os alunos de Licenciatura saírem das instituições de ensino superior sem o conhecimento necessário para que elaborassem seus próprios experimentos e o texto de apoio organizado a partir dessa dissertação vem justamente auxiliar nesse sentido, no reconhecimento e manipulação de componentes para o ensino de Circuitos Elétricos.

Na última resposta para essa questão, P8 afirma desconhecer o fato de não ser trabalhado na graduação. Entendemos que se refira ao fato de não ser trabalhado com esse enfoque. Conforme discutido também na justificativa, nas instituições de cursos superiores os licenciandos estão acostumados a manipular e observar experimentos caros e sofisticados e nem sempre adquirem o conhecimento para que construam seus experimentos e identifiquem os componentes necessários para tal. O texto de apoio trabalha com componentes de fácil aquisição ou reaproveitados e retirados de eletrodomésticos que seriam descartados posteriormente, o processo de desmontagem e identificação dos itens busca tornar prático e mais significativo a aprendizagem.

Quadro 17: Relação das respostas para a questão 4

Questão 4: Se a proposta trazida no texto de apoio fosse utilizada pelo professor como uma forma de aula prática demonstrativa:	
Alternativas	Número de respostas
Seria a melhor aplicação para o presente texto de apoio	3

Resolveria o possível problema da falta de equipamentos para toda a turma	5
Não traria um bom aproveitamento na aprendizagem dos alunos	0
Não seria o mais adequado, pois o ideal é que professor e alunos se envolvam na montagem dos circuitos	3
Outros: P3: Apresentaria uma opção para o professor abordar atividades mais práticas para o estudo de Circuitos Elétricos.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para a questão 4, obtivemos três respostas no sentido de que a melhor aplicação para o presente texto de apoio seria a utilização como uma forma de aula prática demonstrativa. Essa é uma das maneiras que o texto se aplica e pode auxiliar o professor na construção dos experimentos para posterior utilização.

Esta questão foi a que mais dividiu as percepções dos respondentes. Cinco dos participantes colocaram que se o texto de apoio fosse utilizado como uma forma de aula prática demonstrativa resolveria o problema da falta de equipamentos para toda a turma. Na justificativa deste trabalho trouxemos Souza (2017), que enfatiza a necessidade de que se recorra a alternativas que supram a falta dos laboratórios didáticos e satisfaçam as demandas das escolas e alunos, aumentando o interesse e a participação dos estudantes. O texto de apoio traz, nessa perspectiva, uma opção para os professores que sofrem com a falta de laboratórios e queiram trabalhar com experimentação. Na escrita do texto de apoio, nos preocupamos em fazer uma carta de apresentação aos professores, futuros usuários do Produto Educacional em questão. Nela, enfatizamos que a panificadora e o forno de micro-ondas foram exemplos das múltiplas possibilidades que os professores têm para tentar suprir a falta de equipamentos das escolas.

Para a opção de que o texto de apoio utilizado como uma forma de aula prática demonstrativa não seria o mais adequado, pois o ideal é que professor e alunos se envolvam na montagem dos circuitos, foram três respostas. Essa opção faz menção ao referencial teórico deste trabalho (Vygotsky) e sua teoria sócio-histórica-cultural, pois nela o processo de aprendizagem depende das experiências vividas, da interação entre alunos e entre aluno e professor, que neste trabalho

encontra-se principalmente na construção e análise do funcionamento dos circuitos. Para Vygotsky, quando alunos e professores trabalham de maneira participativa, nesse caso na montagem dos experimentos, o entendimento do conteúdo é facilitado pela troca e negociação de significados e é fundamental para a aprendizagem.

Já para o respondente P3, se a proposta trazida no texto de apoio fosse utilizada pelo professor como uma forma de aula prática demonstrativa, “apresentaria uma opção para o professor abordar atividades mais práticas para o estudo de Circuitos Elétricos” (P3). Entendemos que as atividades práticas demonstrativas podem auxiliar e reforçar o aprendizado dos conceitos sobre Circuitos Elétricos, principalmente quando não se tenha tempo hábil para construção desses. Ainda assim, acreditamos que a construção dos experimentos com a participação dos alunos pode agregar mais ao processo de aprendizagem do que as aulas demonstrativas. O envolvimento na elaboração e manipulação dos experimentos, ajuda a despertar o senso crítico e favorece a percepção e entendimento das grandezas envolvidas. Não estamos dizendo com isso, que as atividades práticas demonstrativas não contribuem para o processo de ensino-aprendizagem, mas que quando possível, a construção dos experimentos pode ser mais significativa para o aprendizado.

Quadro 18: Relação das respostas para a questão 5

Questão 5: Quanto a reprodução dos experimentos em sala de aula, na condição de professor e considerando a utilização desse texto de apoio, você acredita que este material:	
Alternativas	Número de respostas
Traz todas as informações necessárias para o desenvolvimento das atividades	6
Traz experimentos de fácil entendimento e construção	8
Não possui todas as informações necessárias	0
Apresenta experimentos muito complexos	0
Outros:	

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Quanto a reprodução dos experimentos em sala de aula, os participantes consideraram que o presente texto de apoio traz todas as informações necessárias para o desenvolvimento das atividades e traz experimentos de fácil entendimento. Essas respostas são motivadoras e indicam uma relevância para esse trabalho. Procuramos desenvolver as atividades de maneira minuciosa, atentando para cada detalhe e seguindo uma sequência lógica, tanto no processo de desmontagem como no de elaboração dos experimentos. Optamos também por elaborar experimentos simples, pois o foco desse trabalho não é técnico e sim para que os alunos entendam o conteúdo de Circuitos Elétricos a nível de conceitos e grandezas físicas trabalhadas no ensino médio.

Quadro 19: Tabela das respostas para a questão 6

Questão 6: Na sua opinião, em qual (is) das situações abaixo o texto de apoio melhor se aplica?	
Alternativas	Número de respostas
Para que cada aluno construa seu experimento, sem o auxílio do professor	1
Para que cada aluno construa seu experimento, com o auxílio do professor	8
Para que em grupos os alunos construam experimentos, sem o auxílio do professor	1
Para que em grupos os alunos construam experimentos, com o auxílio do professor	9
Outros:	

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A maioria das respostas dessa questão, vem no sentido de que os experimentos devem ser construídos com o auxílio do professor, tanto na construção em grupos como na construção individual de cada aluno. Isso reforça o nosso referencial teórico (Vygotsky), que diz ser o professor o parceiro mais capaz e, por tanto, não pode se afastar desse processo. A construção dos experimentos

em grupos pode ser mais significativa no processo de aprendizagem, pois haverá mais trocas de experiências e signos, proporcionando uma maior interação entre os participantes e intensificando o diálogo. Não aconselhamos que os experimentos sejam elaborados pelos alunos sem a participação do professor, pois além dele ser o parceiro mais capaz ainda há riscos nessa construção que vão desde os intelectuais, no sentido do simples fazer sem a construção do entendimento dos fenômenos elétricos até os físicos como choques elétricos, por exemplo.

Quadro 20: Relação das respostas para a questão 7

Questão 7: Descreva possíveis vantagens e desvantagens do uso deste texto de apoio por parte dos professores:
E1: Uma forma didática de melhor associação do conteúdo com aula prática!
P1: Confeção de uma aula experimental virtual ou presencial.
P2: O texto de apoio proposto apresenta como vantagens a objetividade, a linguagem acessível ao expor o passo a passo para a construção dos experimentos, exemplos de exploração em sala de aula, o que possibilitará a outros professores adaptarem as suas aulas, além de incentivar a reutilização de materiais, que geralmente, são descartados depois de um certo tempo de uso. No momento, não percebo desvantagens nessa proposta.
P3: Não vejo desvantagens na utilização do texto de apoio, pois é um suporte adicional para a preparação das atividades de sala de aula do professor.
E2: Fácil entendimento, materiais de baixo custo e amplos níveis de aprofundamento. Desvantagem talvez o consenso por inteiro da turma, sempre há alunos que demonstram mais interesse que outros.
P4: A vantagem principal é que os alunos aprendem com mais facilidade usando a prática como auxiliar didático, porém devido ao perigo de choque elétrico os alunos e professores devem ter um cuidado redobrado na hora de sua utilização.
P5: Vantagens: o melhor entendimento por parte dos alunos, gerando um maior interesse. Não vejo desvantagens!

P6: Entendo como vantagem o uso do texto de apoio por dar ao professor a sequência de uma aula prática/teórica, praticamente pronta, permitindo que o mesmo faça as adequações necessárias à sua realidade.
P7: Estimula e ensina o professor a ter uma nova postura mostrando algo viável para motivar seus alunos.
P8: O texto de apoio serve como estrutura básica metodológica a ser seguida. Dependerá como o professor vê esse tipo de apoio. Como documento orientador ou como um passo a passo a ser seguido fielmente.
E3: Vantagens o professor um ótimo recurso para demonstrar a teoria do conteúdo acontecendo na prática e aproveitaria melhor o tempo para esclarecer as dúvidas dos alunos. Tornando a aula mais atrativa.
P9: Estabelece maior possibilidade de ferramentas ao ensino-aprendizado de Circuitos Elétricos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

As respostas dessa questão são animadoras, os respondentes entenderam como vantagens do texto de apoio: uma linguagem adequada, uma aproximação da teoria com a prática, incentivo a reutilização de materiais descartáveis, utilização de materiais de baixo custo, suporte para preparação de aulas, facilitação do processo de ensino-aprendizagem e o aumento do interesse dos alunos.

Como desvantagens citam: os riscos por choque elétrico e a falta de interesse de alguns alunos. Os perigos decorrentes de choques elétricos são discutidos no texto de apoio, assim como também é aconselhado que se elabore os experimentos prioritariamente desenergizados e sempre com o acompanhamento de alguém com domínio no assunto. Dessa maneira os riscos são minimizados. Já a falta de interesse dos alunos pode acontecer em qualquer tipo de metodologia utilizada, e nesse sentido o texto de apoio traz mais uma opção, oferecendo uma aula mais participativa e dinâmica.

Quadro 21: Relação das respostas para a questão 8

<p>Questão 8: Na sua opinião, o enfoque e as sugestões trazidas no texto de apoio poderiam ser utilizados também para projetos e feiras de ciências? Comente sua resposta.</p>
<p>E1: Sim, com certeza!</p>
<p>P1: Sim, acredito ser uma excelente experiência para demonstração em feiras de ciências.</p>
<p>P2: Acredito que sim, pois, propostas que possibilitam a exploração e manipulação de experimentos despertam a curiosidade, estimulam a criatividade e o protagonismo dos estudantes.</p>
<p>P3: Com certeza, pois possibilita que os alunos possam desenvolver outros circuitos com outros equipamentos de sucata, abordando questões além da associação de dispositivos em série ou paralelo, podendo inclusive utilizar para outras finalidades os equipamentos disponíveis.</p>
<p>E2: Sim, os experimentos em sala de aula podem alavancar o interesse dos alunos por projetos científicos.</p>
<p>P4: Com certeza sim, pois as feiras de ciência têm também como objetivo divulgar novas ideias.</p>
<p>P5: Sim! Isso serve de incentivo para os alunos e valoriza o trabalho destes e faz com que tenham outras experiências e adquiram outros conhecimentos.</p>
<p>P6: Penso que sim, principalmente se usarem materiais diferentes do sugerido pelo professor, criando novos circuitos com outros componentes.</p>
<p>P7: Creio que sim e cria a motivação e permite a colaboração dos alunos. Fazer e aprender juntos.</p>
<p>P8: Sim, com toda a certeza. Os projetos apresentados em feiras de ciências, na maioria das vezes, são experimentos a partir dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula. Tanto a atividade principal como aquelas, desenvolvida a partir dela, são experimentos importantes de serem apresentados e discutidos em uma feira, pois este tipo de evento caracteriza-se pela divulgação científica no caso, daquilo produzido em sala de aula.</p>
<p>E3: Sim, pois a partir destes exemplos ficariam estimulados a produzir outros.</p>

P9: Sim, porque cria uma margem maior de subsídios para futuros trabalhos de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Todos os respondentes acreditam que o texto de apoio poderia ser utilizado também para projetos e feira de ciências, estimulando a elaboração de novos experimentos e a utilização de materiais descartáveis. Essa é mais uma opção para o texto de apoio, desde que essas atividades aconteçam dentro do ambiente educacional e com o acompanhamento do professor. Tanto no sentido pedagógico como no de segurança, a presença do professor é fundamental na elaboração de experimentos que envolvam Circuitos Elétricos.

Tabela 9: Relação das respostas para a questão 9

Questão 9: Utilize este espaço para comentários que considere importante para a melhoria e aperfeiçoamento do texto de apoio:
P1: Tieli parabéns pelo Produto Educacional tenho certeza que no repositório será muito utilizado.
P2: Proposta extremamente relevante, pois, assim o objeto do conhecimento "Circuitos Elétricos" será apresentado e explorado de forma significativa e atraente.
P3: Penso que o texto pode auxiliar em muito a atuação dos professores para abordar Circuitos Elétricos a partir de equipamentos de sucata.
P4: Enfatizar melhor as medidas de segurança com um texto auxiliar ou até mesmo inserindo equipamentos de segurança.
P5: Acho que ficou muito bem apresentado, talvez precise de mais experimentos!
P6: Por desconhecer o texto na sua íntegra não me sinto apto a opinar, gostaria de parabenizar aos Professores envolvidos pela iniciativa e grandeza do trabalho.
P7: Sem comentário.
P8: Como citei anteriormente, o aperfeiçoamento em termos de conteúdo não teria condições técnicas de manifestar, mas em relação a melhoria poder-se-

ia permitir aos alunos, por óbvio com orientação do professor, buscar ampliar o rol de ferramentas e insumos a ser utilizado em seu experimento. Por último, parabenizar a configuração didática dada ao trabalho.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Essa era a única questão que não era obrigatória e como sugestões para melhoria e aperfeiçoamento do texto de apoio, os respondentes citam dar uma maior ênfase as medidas de segurança e inserir um maior número de experimentos. As medidas de segurança são discutidas no texto, entre outras coisas, reforçamos e indicamos a manipulação dos experimentos sempre com o acompanhamento de alguém com conhecimento no assunto e realização das atividades com os equipamentos desenergizados. Realizamos um experimento para cada tipo de circuito e não tínhamos a intenção de esgotar as possibilidades. O objetivo é propor uma capacitação para que alunos e professores tenham possibilidade de criar seus próprios experimentos, seja reproduzindo os que estão no texto de apoio ou fazendo variações deles, como é apresentado na sugestão de aula prática. Um Produto Educacional nunca é completo e, no caso de um texto de apoio, os professores irão utilizá-lo como base para a preparação de suas aulas. Ele atua como embasamento teórico e inspiração para o planejamento e elaboração de aulas práticas em que cada professor pode inserir elementos da cultura e do cotidiano dos alunos.

9 RESULTADOS ALCANÇADOS

Neste trabalho, apresentamos uma proposta de Produto Educacional no formato de texto de apoio, que é um material sujeito a modificações conforme a necessidade ou contexto em que o professor irá utilizá-lo. O produto traz subsídios para que professores possam construir Circuitos Elétricos com materiais descartáveis e dar significado prático aos conceitos físicos envolvidos no tema, aproximando o conteúdo do cotidiano dos estudantes. Toda a montagem do texto de apoio é amparada na teoria Vygotskyana, que preza pela interação entre os participantes do processo de ensino, nesse sentido, a elaboração dos experimentos deve ser feita sempre com o acompanhamento do professor.

Por consequência do início da pandemia do Covid-19, o Produto Educacional não pode ser aplicado. Em função disso, optamos por validá-lo através de uma *live* com a participação de estudantes e professores do IFSul. Na ocasião, o texto de apoio foi apresentado e posteriormente convidamos os participantes a responder um questionário no google formulários, para que pudéssemos ter uma percepção do alcance e entendimento desse trabalho.

Ao final, acreditamos ter corroborado com os referenciais citados nessa dissertação, pois eles afirmam que o uso de experimentos em sala de aula é um elemento que pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Estamos convencidos que o uso da experimentação no ensino de eletricidade contribui para que os estudantes construam o seu entendimento sobre o tema. Além disso, trabalhar com eletroeletrônicos avariados e que seriam jogados fora, é um modo de abordagem a partir de elementos cotidianos bem como uma opção para as escolas que não disponham de espaços e equipamentos de laboratório.

O texto de apoio poderá dar subsídio aos professores que possuem interesse em trabalhar com experimentação e facilitar o desenvolvimento dessa prática, ao menos no que se refere ao tema de Circuitos Elétricos. Esse texto conta com informações detalhadas sobre os componentes necessários, a montagem e utilização dos experimentos desenvolvidos durante o trabalho. Foram também inseridas sugestões de aulas práticas, que podem ser utilizadas como estão ou readequadas conforme a necessidade de cada professor. Além disso, o texto também poderá servir para outros adiantamentos da Educação Básica na forma

demonstrativa, assim como, uma inspiração para novos experimentos em feiras de ciências.

Concluimos acreditando que a abordagem utilizada nesse texto de apoio, abre possibilidade para que outros trabalhos possam ser feitos utilizando-se dessa metodologia em outros assuntos da Física, assim como, em outras áreas do conhecimento.

10 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

A escolha do Produto Educacional está baseada na dificuldade da maioria dos meus colegas e até mesmo de alguns professores na utilização de experimentos, durante minha graduação (Licenciatura em Física), por várias vezes foram exigidas tarefas que envolviam experimentos que podiam evidenciar a dificuldade frente a esses trabalhos, como tentativa de minimizar este problema elaboramos um texto de apoio aos professores, visando facilitar a utilização da experimentação em sala de aula. Nesse texto os professores encontrarão informações detalhadas sobre os procedimentos para a utilização dos experimentos de Circuitos Elétricos. O tema foi escolhido pela enorme aplicação nos dias atuais, mesmo sendo um assunto que exige certo nível de abstração, a elaboração de experimentos que possibilitem a observação de seus efeitos é relativamente simples.

O texto de apoio traz a discriminação dos componentes necessários, o modo de fabricação, o funcionamento, o que deve ser observado, a explicação e o que pode dar errado. Quando escolho o mestrado na área do ensino de ciências e dentro dessa trabalhar com experimentação, trago comigo a experiência de 13 anos trabalhando no ramo de manutenção industrial e minha formação como Técnico em Manutenção Eletromecânica, esses dois fatores me auxiliam no manuseio dos componentes necessários para a elaboração de experimentos e suas montagens.

As dificuldades encontradas durante a execução deste trabalho foram principalmente laborais, visto que atualmente sou professor substituto do Campus Pelotas do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSUL) e não tinha como pedir afastamento ou me ausentar do trabalho para a realização do mestrado. Acredito que este projeto poderá ajudar na utilização da experimentação por professores, que normalmente possuem cargas horárias elevadas e várias atividades extraclases, fatores estes, que acabam limitando o uso de experimentos, mesmo quando o docente está disposto a trabalhar com esta metodologia e possui esta preparação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V. T. Campos de Experiência pela teoria de Vygotsky. **Cadernos de Educação**, São Paulo, v. 18, n. 36, jan., jun. 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/tieli/AppData/Local/Temp/9739-34615-2-PB>. Acesso em: 7 jun. 2019.

BALDOW, R.; LEÃO, M. B. C. Robótica sustentável e aprendizagem colaborativa: contribuições no ensino de eletricidade e hidrostática. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Sevilla, n. extra, set. 2017. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335316/426146>>. Acesso em: 20 jun.2019.

BARBOSA, R. G.; BATISTA, I. de L. Vygotsky: Um Referencial para Analisar a Aprendizagem e a Criatividade no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, 30 abr. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4614/2999>>. Acesso em: 15 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação, secretaria da Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2007.

CARVALHO, A. M. P. et al. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Física: Coleção Ideias em Ação**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. cap. 3, p. 53-78.

CARVALHO, A. M. P. et al. Problematização e contextualização no ensino de física. In: RICARDO, E. C. (Org.). **Ensino de Física: Coleção Ideias em Ação**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. cap. 2, p. 29-51.

COELHO, L., PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. **Revista Modelos**, Osório, v. 2, n. 1, ago. 2012. Disponível em: <http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto_2012/pdf/vygotsky_-_sua_teorica_e_a_influencia_na_educacao.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2019.

COSTA, F. W. da. **A experimentação no ensino de Física: proposta de aplicação para temas do ensino médio**. 2018. 187 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Sorocaba. 2018.

DE MELO JUNIOR, E. B; DA SILVA, M. C. Ensino dos processos de eletrização no 3º ano do ensino médio usando as teorias cognitivistas de Vygotsky e de Ausubel aliadas a atividades experimentais. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Acre, v. 4, n. 2, dez. 2017. Disponível em:

<<https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1327/952>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

DIONISIO, G. **Atividade experimental para o estudo dos fundamentos do eletromagnetismo e da corrente elétrica alternada**. 2017. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2017.

FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de educação**, Minho, v. 14, n. 2, dez. 2001. Disponível em: <<https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/799/1/Fino%207.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2020.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, ago. 2005. Disponível em: <[file:///C:/Users/tieli/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/518-1042-1-SM%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/tieli/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/518-1042-1-SM%20(1).pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2020.

GOMES, F.K.F. **Circuitoteca: Kit experimental com foco no ensino de eletrodinâmica**. 2018. 67 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Sobral. 2018.

GONÇALVES, A. C. **Sequência didática para aulas experimentais voltadas ao ensino de circuitos elétricos**. 2018. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) -Universidade de Brasília, Brasília. 2018.

GONÇALVES, R. N. S.; DE ANDRADE, J. E.; OLIVEIRA, R. A. P. A aprendizagem através de experimentos no Ensino de Física. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 13, n. 1, dez. 2017. Disponível em: <[file:///C:/Users/tieli/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/3348-14279-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/tieli/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/3348-14279-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2020.

GUEDES, L. D. dos S. **Experimentos com materiais alternativos: sugestão para dinamizar a aprendizagem de eletromagnetismo**. 2017. 82 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) -Universidade Federal de Goiás, Catalão. 2017.

KANASHIRO, J. P. **Leitura Literária: perspectivas histórico-culturais na prática docente**. 2014. 76 p. Dissertação (Mestrado em Educação) –Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2014.

MARTINS, J. C. Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. **Fundação para o desenvolvimento da**

educação, São Paulo, n. 28, 2015. Disponível em: <http://togyn.tripod.com/o_papel_das_interacoes_na_sala.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2019.

MIRANDA, M. I. Conceitos centrais da teoria de Vygotsky e a prática pedagógica. **Ensino em Re-vista**, Uberlândia, v. 13, n.1, jul./jul. 2004/2005. Disponível em: <[file:///C:/Users/tieli/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/7921-Texto%20do%20artigo-30744-1-10-20100810%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/tieli/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/7921-Texto%20do%20artigo-30744-1-10-20100810%20(1).pdf)>. Acesso em: 09 jan. 2020.

MONTEIRO, M. A. A. **Um estudo sobre as contribuições para o processo de ensino e de aprendizagem de conceitos de física a partir de experimentos controlados remotamente**. 2017. 115 f. Tese (Livre-Docente em Didática e Metodologia e Prática de Ensino de Física) -Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá. 2017.

OLIVEIRA, M, K, de. Linguagem e cognição: questões sobre a natureza da construção do conhecimento. **Temas em psicologia**. Ribeirão Preto, v. 3, n. 2, ago. 1995. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1995000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 06 jan. 2020.

PRADO, R. T. do. **Utilização do diagrama v em atividades experimentais de física em sala de aula de ensino médio**. 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) -Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2015.

PEREIRA, J. A. **Um recurso didático para o ensino de energia baseado na plataforma Arduino**. 2018. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Tecnologia) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa. 2018.

RABELLO, E.; PASSOS, J. S. **Vygotsky e o desenvolvimento humano**. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38699285/desenvolvimento_o_humano.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DVygotsky_e_o_desenvolvimento_humano.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200106%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200106T225807Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=3fb1d021dda8917a4feb05a288856825e1d26bd872215ba805246afb274e76b5>. Acesso em: 06 jan. 2020.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de física. **Ensino de Física (Coleção Ideias em Ação)**. São Paulo, v. 1, n. 1, jul. 2010. Disponível em: <http://moodle.stoa.usp.br/file.php/409/capitulo_Elio.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.

SANTOS, R. H. dos R. **O ensino de física por meio de experimentos com materiais do lixo eletrônico**. 2017. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) -Universidade Federal de Goiás, Catalão. 2017.

SENA, T. de J. M. de. **A teoria sociointeracionista e suas contribuições para a educação inclusiva de alunos com deficiência**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Teologia) -Faculdades EST, São Leopoldo. 2015.

SOUZA, C. J. D. M. **O arduino e o visual basic como recursos didáticos na prática experimental para o ensino de eletrostática e primeira lei de OHM**. 2017. 162 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió. 2017.

SOUZA, J. V. **Utilização da experimentação no ensino da física: formação profissional e motivação no trabalho docente**. 2018. 278 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) -Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2018.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 33, n. 3, dez. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/tieli/AppData/Local/Temp/43154-160616-1-PB.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO

1) Qual é a sua atividade?

Professor

Estudante de Licenciatura

Outros:

2) Na sua opinião, o texto de apoio apresentado, oferece para o processo de Ensino e Aprendizagem do conteúdo de Circuitos Elétricos Um método:

Que facilita o ensino e aprendizagem

Para aplicação prática do conteúdo

Perigoso e difícil de replicar

Que pode confundir os alunos

Outros:

3) Quanto a relevância desse texto para ampliação das opções pedagógicas dos professores, você acredita:

Ser interessante, pois não se trabalha com esse enfoque na graduação

Ter equipamentos melhores nos laboratórios das escolas

Que dificilmente seria utilizado

Ser um assunto muito comum

Outros:

4) Se a proposta trazida no texto de apoio fosse utilizada pelo professor como uma forma de aula prática demonstrativa:

Seria a melhor aplicação para o presente texto de apoio

Resolveria o possível problema da falta de equipamentos para toda a turma

Não traria um bom aproveitamento na aprendizagem dos alunos

Não seria o mais adequado, pois o ideal é que professor e alunos se envolvam na montagem dos circuitos

Outros:

5) Quanto a reprodução dos experimentos em sala de aula, na condição de professor e considerando a utilização desse texto de apoio, você acredita que esse material:

- Traz todas as informações necessárias para o desenvolvimento das atividades
- Traz experimentos de fácil entendimento e construção
- Não possui todas as informações necessárias
- Apresenta experimentos muito complexos

Outros:

6) Na sua opinião, em qual(is) das situações abaixo o texto de apoio melhor se aplica?

- Para que cada aluno construa seu experimento, sem o auxílio do professor
- Para que cada aluno construa seu experimento, com o auxílio do professor
- Para que em grupos os alunos construam experimentos, sem o auxílio do professor
- Para que em grupos os alunos construam experimentos, com o auxílio do professor

Outros:

7) Descreva possíveis vantagens e desvantagens do uso deste texto de apoio por parte dos professores:

8) Na sua opinião, o enfoque e as sugestões trazidas no texto de apoio poderiam ser utilizados também para projetos e feiras de ciências? Comente sua resposta.

9) Utilize este espaço para comentários que considere importante para a melhoria e aperfeiçoamento do texto de apoio:

APÊNDICE B – TEXTO DE APOIO

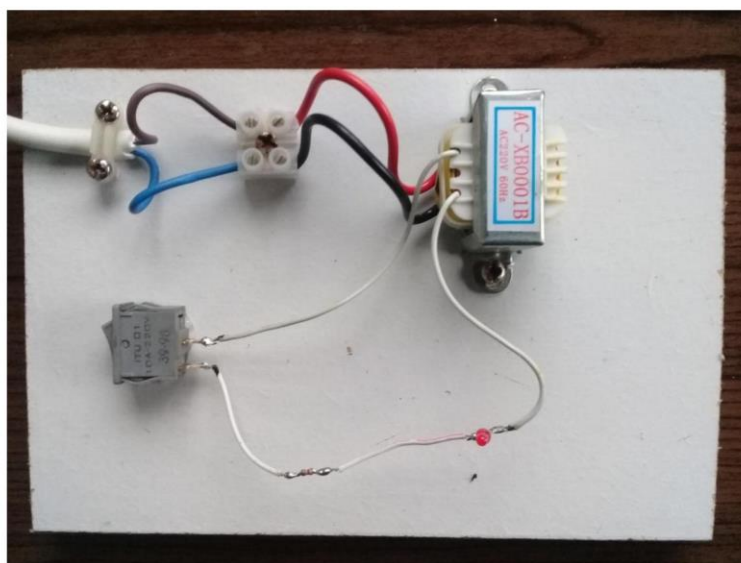
INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CAMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

ELABORAÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS PARA UTILIZAÇÃO EM SALA DE AULA

Autor: Tieli Coelho Evald

Orientador: Prof.º Dr. Cristiano da Silva Buss



Pelotas - RS

Junho/2021

Este Produto Educacional foi elaborado como parte do projeto de Dissertação do Mestrado **EXPERIMENTAÇÃO EM CIRCUITOS ELÉTRICOS COMO UMA PRÁTICA METODOLÓGICA DE ENSINO**, do aluno Tieli Coelho Ewald no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, sob orientação do Prof.º Dr.º Cristiano da Silva Buss. Todas as imagens utilizadas nesse texto de apoio são de própria autoria e sua distribuição deve ser gratuita com única finalidade de disseminar o conhecimento.

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	3
2	ELETRICIDADE	5
2.1	CARGA ELÉTRICA	5
2.2	CONDUTORES ELÉTRICOS	6
2.3	POTENCIAL ELÉTRICO e DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO	7
2.4	CORRENTE ELÉTRICA	8
2.5	RESISTÊNCIA ELÉTRICA	9
2.6	POTÊNCIA ELÉTRICA	9
2.7	COMPONENTES	10
3	CIRCUITOS ELÉTRICOS	11
3.1	CIRCUITO ELÉTRICO SÉRIE	11
3.1.1	EXPERIMENTO CIRCUITO SÉRIE	13
3.1.1.1	Desmontagem da panificadora	14
3.1.1.2	Analisando os componentes e montando o experimento	18
3.2	CIRCUITO ELÉTRICO PARALELO	31
3.2.1	EXPERIMENTO CIRCUITO PARALELO	32
3.2.1.1	Desmontagem do forno micro-ondas	33
3.2.1.2	Analisando os componentes e montando o experimento	36
3.3	CIRCUITO ELÉTRICO MISTO	45
3.3.1	EXPERIMENTO CIRCUITO MISTO	46
3.3.1.1	Montando o experimento	46
4	DESCARTE	52
	OBRAS CONSULTADAS	53

1 APRESENTAÇÃO

Colegas professores e professoras: após vários meses de estudo e dedicação, com maior satisfação, venho compartilhar com vocês esse texto de apoio, fruto da dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologias na Educação, realizado no Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Pelotas Visconde da Graça. A pesquisa que originou essa dissertação teve como ponto de partida a dificuldade encontrada por professores e licenciandos na manipulação e apresentação de experimentos. Além disso, ainda existe a carência de equipamentos de laboratório em muitas escolas e instituições de ensino. Acredito poder contribuir com esse tema, pois além de ser licenciado em Física também possuo formação como Técnico de Manutenção em Eletromecânica. Apresento esse texto como um auxílio para aqueles docentes que queiram trabalhar com experimentação no conteúdo de Circuitos Elétricos do Ensino Médio. Convido a todos e todas a ler, criticar, sugerir e utilizar esse texto da melhor forma que lhe convir.

Esse Produto Educacional é dirigido ao terceiro ano do Ensino Médio na disciplina de Física, série que normalmente é trabalhado o conteúdo de Eletricidade e dentro deste Circuitos Elétricos, que é o foco do presente trabalho. Mas nada impede que os circuitos apresentados sejam usados em feiras de ciências, no ensino fundamental ou mesmo técnico, desde que o professor faça as devidas alterações para o nível em que está trabalhando. Os tópicos serão apresentados com uma sequência que facilite o entendimento. Começaremos pelos conceitos mais gerais, discutindo sobre eletricidade, após introduziremos as principais grandezas, para somente depois começarmos a falar sobre Circuitos Elétricos e suas especificidades. Em Circuitos Elétricos começaremos pela associação Série apresentando suas características para posteriormente inserirmos o experimento e assim faremos com as associações Paralela e Mista. Ao longo do texto, inseri três roteiros de aulas práticas como sugestão de atividade para o trabalho com os(as) alunos(as). Esse trabalho propõe o uso da experimentação com materiais reaproveitáveis ou de fácil aquisição¹. O professor encontrará subsídios que auxiliarão na elaboração de experimentos

¹ Os experimentos serão construídos com materiais reaproveitados de lixo eletrônico ou comprados em lojas de materiais eletrônicos, pois em sua maioria, possuem baixo custo.

4

sobre o tema. O texto de apoio traz informações como: desmontagem de equipamentos, discriminação dos componentes necessários, funcionamento, o que deve ser observado, a explicação, a montagem dos experimentos e o que pode dar errado.

Desejo uma boa leitura e que este material possa de alguma forma contribuir com o processo de ensino-aprendizagem.

2 ELETRICIDADE

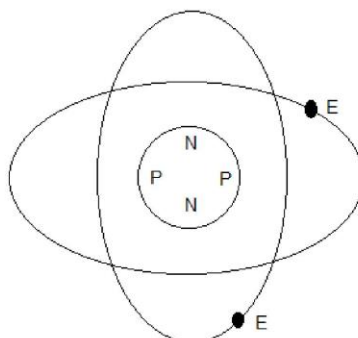
A Eletricidade é o ramo da Física responsável pelo estudo de uma variedade de fatos, que denominamos como sendo fenômenos elétricos. Esses podem ser percebidos em nosso cotidiano quando observamos, por exemplo, os relâmpagos (descargas elétricas que ocorrem entre as nuvens ou entre uma nuvem e a terra), o funcionamento de máquinas elétricas e a iluminação em nossas residências. Eles estão presentes no nosso dia a dia, seja nos fenômenos naturais ou naqueles produzidos pelo próprio homem. Em Eletricidade estudamos o comportamento das cargas elétricas, estejam elas em movimento ou paradas. A maioria das máquinas e equipamentos que utilizamos funciona a partir dessa fonte de energia, tanto que se torna difícil pensar na vida sem ela. Tendo em vista a importância da Eletricidade no nosso cotidiano, principalmente quanto à utilização de máquinas e equipamentos, elaboramos esse texto de apoio de forma a colaborar com o trabalho de professores(as) e o entendimento do assunto por parte dos(as) alunos(as).

Quando estamos trabalhando com Eletricidade, devemos tomar muito cuidado, pois há riscos de acidentes (choques elétricos) que podem ser bem graves. A manipulação dos equipamentos e componentes deve ser feita com responsabilidade, com conhecimento do assunto, com o acompanhamento de pessoas experientes e prioritariamente com a alimentação elétrica desligada.

Para que possamos entrar no conteúdo de Circuitos Elétricos, precisamos antes relembrar alguns conceitos que serão brevemente discutidos, pois como o texto de apoio é direcionado aos professores de Física entendemos que já possuam esses conhecimentos.

2.1 CARGA ELÉTRICA

Os átomos são constituídos, de um ponto de vista clássico, por prótons, elétrons e nêutrons. Consideramos que o átomo tenha um núcleo, constituído pelos prótons e neutros, e a eletrosfera que é a região em que estão os elétrons, como mostrado na figura a seguir:



Apenas os prótons e elétrons possuem carga elétrica. O módulo dessa carga é o mesmo para os dois, a diferença está apenas no sinal, que convencionalmente, foi estipulada como positiva para os prótons e negativa para os elétrons. A carga elétrica de um próton ou elétron é denominada como carga elétrica elementar e possui o valor de $1,6 \times 10^{-19}$ Coulomb. Um corpo quando em seu estado normal, não eletrizado, é eletricamente neutro, ou seja, possui o mesmo número de prótons e elétrons. Para que um corpo deixe o seu estado neutro e passe a estar eletrizado é necessário que ele ganhe ou perca elétrons, é importante salientar que o processo de eletrização se dará sempre pelo movimento dos elétrons, pois os prótons são fortemente ligados ao núcleo.

Quando aproximamos cargas elétricas surge uma força elétrica entre elas, se as cargas forem de mesmo sinal essa força é de repulsão e se forem de sinais contrários a força é de atração. Esse conceito é importante para o entendimento da atração dos elétrons pelo núcleo dos átomos. É essa força de atração que mantém os elétrons orbitando ao redor do núcleo, sendo esse entendimento também importante para a compreensão da corrente elétrica que comentaremos mais adiante.

2.2 CONDUTORES ELÉTRICOS

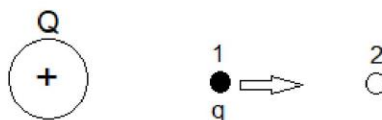
Toda a matéria é constituída por átomos e esses átomos, conforme já foi dito, possuem partículas (prótons e elétrons) dotadas de carga elétrica. Os bons condutores elétricos são materiais formados por átomos em que os elétrons da

7

última camada são fracamente ligados ao núcleo, os metais em geral são um bom exemplo disso. Nos metais os elétrons da última camada são fracamente ligados, são chamados de elétrons livres e ficam orbitando os átomos de forma aleatória constituindo o que denominamos de nuvem eletrônica. Já os maus condutores elétricos (isolantes) são aqueles materiais em que os elétrons da última camada possuem uma forte ligação com o núcleo, como exemplos podemos citar o ar, a borracha e o vidro. É importante salientar que mesmo os materiais isolantes podem se tornar condutores, como acontece no caso dos relâmpagos que se dissipam no ar quando as nuvens ficam demasiadamente carregadas. Os isolantes, mesmo possuindo seus elétrons fortemente ligados ao núcleo, podem passar a conduzir corrente elétrica se forem submetidos a altos valores de tensão elétrica, falaremos sobre tensão adiante.

2.3 POTENCIAL ELÉTRICO e DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO

Podemos dizer que potencial elétrico é a capacidade que um corpo eletrizado tem em realizar trabalho, podendo atrair ou repelir outras cargas elétricas. O conceito de trabalho, do ponto de vista da Física, não é de fácil entendimento. Simplificando, podemos dizer que o trabalho é a medida da energia que é transferida de ou para um corpo, em razão da aplicação de uma força não perpendicular ao longo de um deslocamento.



Na figura acima, existe uma diferença de potencial elétrico entre os pontos 1 e 2, devido a ação da força elétrica a carga de prova² se desloca do ponto 1 ao ponto 2 realizando trabalho. Esse trabalho pode ser calculado por $T_{12} = q(V_1 - V_2)$ onde:

T_{12} – Trabalho de 1 para 2;

q – Carga de prova;

V_1 – Potencial do ponto 1;

² Corpo puntual de carga elétrica positiva.

V_2 – Potencial do ponto 2.

Se tomarmos como exemplo as tomadas residenciais, que possuem três pontos, fase, neutro e terra, teremos uma diferença de potencial elétrico (DDP) entre fase e neutro e entre fase e terra, pois o fase terá um potencial elétrico em relação aos demais. Denominamos fase o ponto que possui uma diferença de potencial em relação ao neutro, neutro o que está com equilíbrio de cargas e terra o que está conectado efetivamente a terra. Essa diferença de potencial elétrico, também chamada de tensão elétrica, permite que ao ligarmos um aparelho na tomada haja um movimento de elétrons já que haverá uma tendência de equilíbrio entre os pontos de potenciais diferentes.

A tensão elétrica pode ser contínua como no caso de pilhas e baterias ou alternada como a alimentação de nossas residências. Nos experimentos propostos, vamos trabalhar com tensão alternada, pois acreditamos estar mais próxima do cotidiano dos alunos. Quando apresentarmos as equações à tensão elétrica será representada pela letra V .

2.4 CORRENTE ELÉTRICA

Podemos definir corrente elétrica como sendo um fluxo de partículas com carga elétrica que atravessam uma seção reta no interior de um condutor. Por exemplo, quando aplicamos uma determinada tensão entre os terminais de um condutor metálico, os elétrons livres entram em movimento originando a corrente elétrica. A sua intensidade pode ser calculada pela quantidade de carga que passa através de uma seção do condutor em um determinado intervalo de tempo ($I = \Delta Q / \Delta t$). Se a corrente for originada por uma fonte de tensão contínua terá seu deslocamento em um único sentido no interior do condutor (do pólo negativo para o pólo positivo) e se a corrente elétrica for gerada por uma fonte de corrente alternada o seu sentido se alterará de acordo com a frequência da fonte. Normalmente essa alternância de sentido será de 50 Hz ou 60 Hz dependendo da região. No caso do Brasil o padrão adotado para alimentação de nossas residências é de 60 Hz. Nas equações ao longo do texto a corrente elétrica será representada pela letra I e sua unidade de medida é o Ampere (A).

2.5 RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A resistência elétrica pode ser entendida como a oposição que um determinado material ou componente oferece a passagem de corrente elétrica. Ela depende da geometria e do material do condutor. Quando aplicamos certa tensão em um condutor às cargas elétricas entram em movimento e colidem com as moléculas ou átomos dele, essas colisões poderão ser maiores ou menores de acordo com o seu material. Aplicando-se uma tensão constante, quanto maior for a resistência de um condutor elétrico menor será a corrente que o percorrerá. Nas equações a resistência elétrica será representada pela letra R e sua unidade de medida é o Ohm (Ω). A relação dessa grandeza com a tensão e a corrente elétrica pode ser expressa como:

$$R = V/I$$





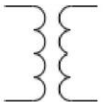

2.6 POTÊNCIA ELÉTRICA

A potência elétrica é uma grandeza que expressa a velocidade com que ocorre a transformação da energia elétrica em alguma outra forma de energia. Como exemplos dessas transformações podemos pensar em uma lâmpada que transforma energia elétrica em energia luminosa ou em um motor que transforma energia elétrica em energia mecânica. Quanto mais energia um aparelho transforma por unidade de tempo maior será sua potência. A sua unidade de medida é o Watt (W). Uma lâmpada de 10 W, por exemplo, transforma 10 Joules de energia elétrica em energia luminosa (considerando uma transformação ideal, isto é, sem perdas) a cada segundo. Um chuveiro de 5500 W transformará 5500 Joules de energia por segundo. Para um banho de 10 minutos, o total de energia transformada será 3300000 J (três milhões e 300 mil joules). Dessa forma, para que a conta de energia elétrica de nossas residências não traga um número muito grande (imagine quanto daria a soma de energia de todos os aparelhos em um mês!) as companhias elétricas adotam o KWh (quilowatt-hora). Um KWh equivale a $3,6 \times 10^6$ J. Quando apresentarmos as equações à potência elétrica será representada pela letra P e sua relação com a DDP e a corrente elétrica pode ser expressa como:

$$P = V.I$$

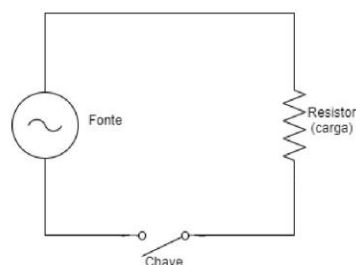
2.7 COMPONENTES

Na tabela a seguir são apresentados os componentes utilizados nos Circuitos Elétricos que foram elaborados, sua representação e uma breve descrição.

LED		O LED é um diodo emissor de luz, um componente eletrônico que transforma energia elétrica em energia luminosa.
FONTE DE TENSÃO		Uma fonte de tensão é um dispositivo que tem uma diferença de potencial elétrico entre seus terminais.
MOTOR ELÉTRICO		O motor elétrico é um dispositivo que transforma energia elétrica em energia mecânica.
RESISTOR		O resistor é um dispositivo amplamente utilizado em circuitos elétricos, uma de suas funções é a de diminuir a corrente elétrica, pois oferece uma maior resistência ao circuito.
TRANSFORMADOR		O transformador é um componente que modifica os níveis de tensão e corrente elétrica.
INTERRUPTOR		O interruptor é um dispositivo que permite realizar o fechamento ou abertura de um circuito elétrico de maneira reversível.

3 CIRCUITOS ELÉTRICOS

Os Circuitos Elétricos são amplamente utilizados no nosso cotidiano, pois todos os equipamentos elétricos, por mais simples que sejam, apresentam pelo menos um em sua composição e mesmo assim, às vezes, passam despercebidos. Podemos dizer que um circuito elétrico é um caminho fechado por condutores elétricos entre dois pontos que possuam uma DDP. Sua composição pode variar conforme a necessidade, mas normalmente é composto por no mínimo quatro elementos: uma fonte de tensão, uma carga³, um dispositivo de manobra (chave) para abertura e fechamento do circuito e cabos para interligação dos componentes. Vamos agora pensar em um circuito com os quatro componentes citados, representado na figura abaixo:

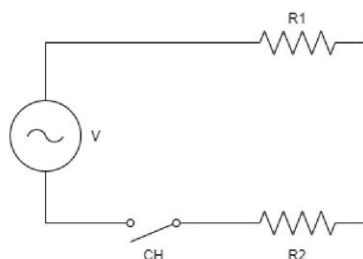


Note que a carga está conectada a fonte por meio de cabos condutores, quando fecharmos a chave, estaremos aplicando a tensão da fonte nos terminais da carga. Assim, surgirá então uma corrente elétrica e o circuito estará operante. Os Circuitos elétricos podem apresentar várias formas e componentes, nesse texto trabalharemos os Circuitos Série, Paralelo e Misto.

3.1 CIRCUITO ELÉTRICO SÉRIE

O circuito elétrico série é aquele em que os componentes vão sendo associados em sequência, um após o outro, como representado na figura a seguir:

³ Termo técnico que faz referência aos consumidores do circuito (resistores, lâmpadas, motores e outros.)



Onde:

V – Fonte de Tensão

CH – Chave (dispositivo de manobra)

R1 – Resistor 1

R2 – Resistor 2

Podemos notar que nessa configuração existe apenas um caminho possível para a corrente elétrica, ou seja, a corrente que irá percorrer a fonte e os resistores R1 e R2 é a mesma. Portanto o seu módulo não sofrerá alterações em qualquer ponto que seja do circuito e pode ser calculado pela relação entre tensão total⁴ e resistência total⁵ ($I = V_t/R_t$). Se não tivermos os valores totais achamos a corrente em uma das cargas que é dada pela relação entre a queda de tensão em um dos componentes e a sua resistência ($I = V_1/R_1$), com qualquer uma das expressões o resultado deverá ser o mesmo, pois como já dissemos, a corrente no circuito série é única.

A resistência total do circuito é dada pela soma de todas as resistências associadas, neste caso, basta somar os módulos dos resistores ($R_t = R_1 + R_2$), é claro que a fonte e os condutores (cabos) também possuem uma resistência, mas que normalmente é muito baixa, então podemos considerar esses como condutores ideais⁶. Ainda é possível encontrar a resistência total pela relação entre tensão total e corrente ($R_t = V_t/I$).

Já a tensão irá se dividir entre as cargas do circuito, quanto maior a resistência do componente maior a queda de tensão sobre ele, essa queda pode ser obtida com o produto da corrente pela resistência do componente ($V_1 =$

⁴ Tensão fornecida pela fonte.

⁵ Resistência equivalente do circuito.

⁶ Condutores que não apresentam resistência para a corrente elétrica.

13

$R1 . I$). A tensão total do circuito é dada pela soma das quedas de tensões em cada um ($V_t = V_1 + V_2$), ou ainda, pode ser encontrada pelo produto entre resistência total e corrente ($V_t = R_t . I$).

3.1.1 EXPERIMENTO CIRCUITO SÉRIE

Para obtenção de componentes a fim de montar um circuito série efetuamos a desmontagem de uma panificadora que eu possuía em minha residência, encontrava-se com defeito e não seria mais consertada. Cabe salientar que outros equipamentos poderiam ser utilizados, pois grande parte dos componentes são comuns na maioria dos eletroeletrônicos. O experimento que iremos montar será definido de acordo com os componentes que encontrarmos na máquina.



Para desmontagem utilizaremos as seguintes ferramentas, alicate de bico, chaves de fenda e chave philips como na figura abaixo:



3.1.1.1 Desmontagem da panificadora

Inicialmente iremos retirar a interface forçando levemente para fora com o auxílio de uma chave de fenda. Soltando a interface teremos acesso a placa para retirada do cabo flat⁷. Puxando, ele se soltara da placa liberando a interface⁸.



Continuaremos a desmontagem soltando a caixa interna. Para isso devemos soltar o resistor de aquecimento e os parafusos que prendem ele como indicado nas fotos.

⁷ O cabo flat é composto por vários fios dispostos em paralelo.

⁸ Parte física da máquina onde estão dispostos os botões para operação pelo usuário.

15



Retirando a caixa interna teremos acesso as travas que nos permitem soltar a caixa externa.



Retirando esta parte teremos acesso para retirada da placa e do resistor de aquecimento que devem ser removidos após retirar todos os terminais que fazem as ligações.



Para retirar o resistor devemos retirar os dois parafusos de fixação e ele ficará livre para remoção.

16



Agora para a retirada da placa e do capacitor, basta soltar os seus parafusos fixadores.



Retiramos agora a base de fixação dos componentes. Para isso, basta soltar os parafusos e ela sairá facilmente.



17

Virando a base retiramos os parafusos que prendem o motor para soltá-lo.



Finalmente retiramos o cabo de alimentação soltando os prensa cabo.



Temos então a nossa panificadora desmontada.



3.1.1.2 Analisando os componentes e montando o experimento

Retirando a placa da interface e analisando essa, podemos ver que dispomos de um Led⁹ na posição apontada pela seta, abaixo:

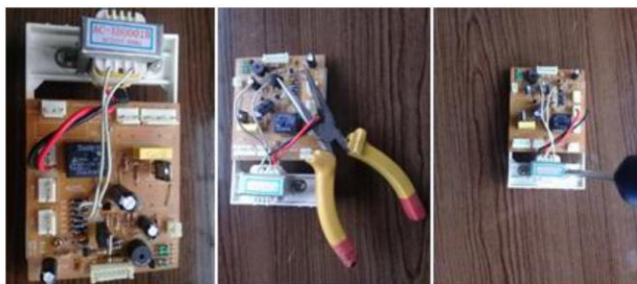


Os Leds não possuem nenhum tipo de referência em sua estrutura que nos possibilitem saber a tensão, ou corrente de trabalho deste componente. Geralmente trabalham com uma tensão em torno de dois volts e a corrente máxima suportada é na faixa de 20 mA.

Encontrando o Led, já imaginei montar um circuito para realizar sua ligação, como a rede de alimentação residencial é normalmente 127 V ou 220 V, dependendo da sua região, no meu caso 220 V, não podemos alimentar este led

⁹ LED – Diodo emissor de luz

diretamente pela rede, pois ele iria queimar¹⁰. Precisamos então, rebaixar essa tensão para montar o circuito. Primeiro vamos retirar o led da seguinte maneira: aquecer com o ferro de solda¹¹ seus pinos que estão soldados a placa e puxar. Analisando a outra placa podemos notar a existência de um transformador, buscando na internet a referência AC-XB0001B que está em sua etiqueta consegui saber sua tensão de saída que é de 12 V, a tensão de entrada já estava em sua etiqueta 220 V. Essa é uma prática comum para quem não tem experiência com componentes eletroeletrônicos. O Google busca informações em diversos tipos de sítios e facilmente ficamos sabendo as características dos equipamentos apenas digitando suas informações no espaço característico desta ferramenta. Mesmo não sendo ainda os 2 V que precisamos para alimentar o led, vamos retirá-lo e posteriormente usaremos algum resistor para conseguir chegar a este valor. Vamos então retirá-lo cortando os cabos e soltando os parafusos para montar nosso circuito.



Retirado o transformador vamos agora cortar um pedaço de madeira para começar a prender os componentes. Sugiro as seguintes dimensões: 16 mm de espessura, 190 mm de comprimento e 130 mm de largura.

¹⁰ Termo utilizado para quando há o rompimento do componente.

¹¹ Ferramenta utilizada para solda de conexões elétricas com estanho.

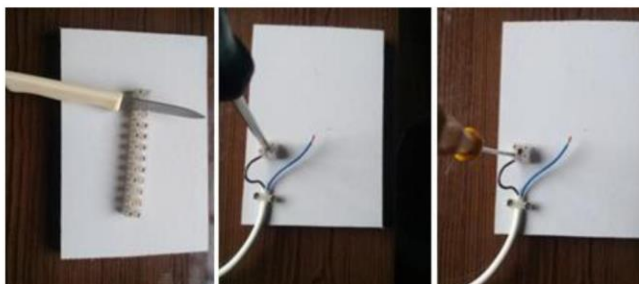


Já podemos fixar o cabo de alimentação na madeira. Para prender o cabo utilizaremos o prensa cabo e os parafusos que retiramos da panificadora.

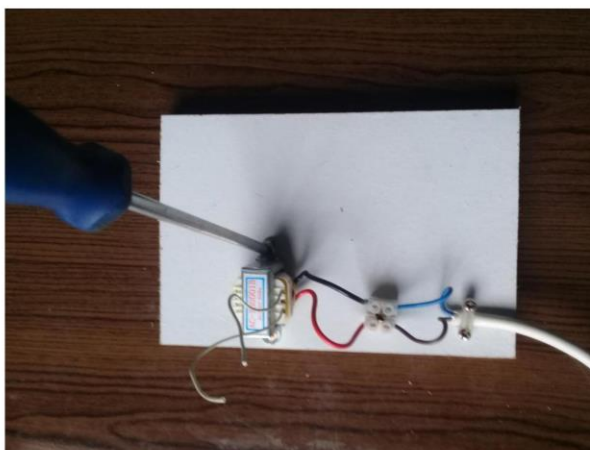


Agora utilizaremos uma régua de conectores múltiplos¹² (6 mm) da qual cortaremos dois terminais e parafusaremos na madeira proporcionando a conexão dos cabos. Os parafusos utilizados na montagem do experimento serão os mesmos adquiridos na desmontagem da panificadora, a régua de conector múltiplo pode ser facilmente encontrada em qualquer loja de material elétrico, no local que comprei paguei cinco reais (R\$ 5,00).

¹² Dispositivo que facilita a emenda e conexão de cabos e fios.



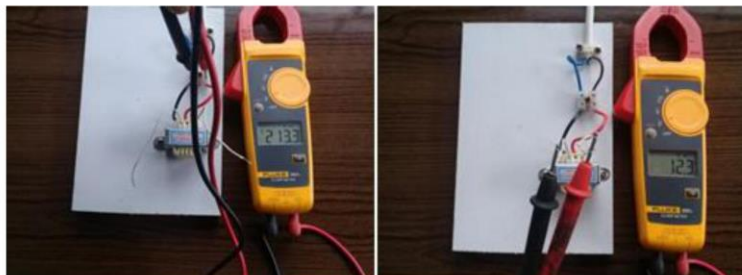
Vamos prender o transformador e fazer as conexões elétricas nos terminais dos conectores que cortamos.



Agora vamos alimentar o transformador (conectando o cabo de alimentação à tomada) e medir com a utilização de algum equipamento de medição a tensão de entrada e saída, utilizei este alicate amperímetro porque já o possuía, mas pode ser utilizado qualquer equipamento que possua a função voltímetro para tensão alternada, normalmente o mais utilizado é o multímetro que possui praticamente as mesmas funcionalidades desse aparelho.

Lembrando que quando alimentarmos o transformador devemos ter cautela, tomando cuidado para não tocar nos cabos e componentes que estarão energizados e podem causar choques elétricos. Também não devemos tocar as pontas dos cabos de saída do transformador (previamente desencapadas) uma

na outra, o que resultaria em um curto-circuito¹³ e a danificação dele. Logo após a medição a primeira coisa a se fazer é desenergizar o circuito que estamos montando.



Essa é uma etapa importante, para verificar se o transformador está realmente em bom estado e o real valor da tensão elétrica em sua saída. Como temos um percentual de tolerância dele (comum na maioria dos componentes elétricos) e dificilmente teremos os exatos 220 V na rede, a tensão de saída provavelmente não será 12 V, mas ficará próxima disso se ele estiver em bom estado. Ressaltamos que tanto a tensão de entrada como a de saída são alternadas, pois a função do transformador é rebaixar a tensão e não transformar.

Obtemos na entrada uma tensão de 213,3 V e na saída 12,3 V, isso quer dizer que ainda não podemos ligar nosso led diretamente na saída desse transformador, pois ele deve receber 2 V. Sendo assim, precisaremos ligar um resistor em série e nesse precisaremos ter uma queda de tensão de maneira a não ultrapassar o máximo suportado pelo led. Lembrando que no circuito série a tensão total do circuito é dada pela soma das quedas de tensões em cada uma das cargas.

Sendo:

V_t – Tensão aplicada ao circuito

V_r - Queda de tensão sobre o resistor

V_l - Queda de tensão sobre o led

¹³ Fenômeno que ocorre quando há o fechamento dos pólos de uma fonte de tensão com uma resistência muito baixa.

E sabendo que:

$$V_t = V_r + V_l$$

Podemos calcular a queda de tensão no resistor:

$$V_r = V_t - V_l$$

$$V_r = 12,3 - 2$$

$$V_r = 10,3 \text{ V}$$

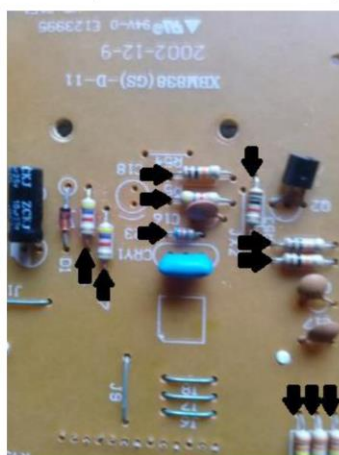
Tendo o valor da corrente que já comentamos anteriormente ser de 20 mA e da queda de tensão (10,3 V) calculada agora, podemos calcular o resistor necessário para nosso circuito da seguinte forma:

$$R = V/I$$

$$R = 10,3/0,02$$

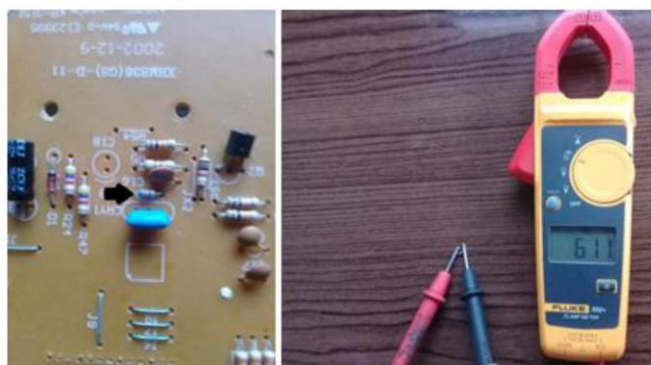
$$R = 515 \Omega$$

Sabemos agora que para ligar o nosso circuito precisamos de um resistor de 515 ohms, podemos procurar o resistor utilizando o seu código de cores ou realizando a medição da resistência deles. Os resistores podem ser identificados nas placas pelas faixas coloridas que possuem como é possível ver na imagem a seguir. Adicionei pequenas setas para facilitar a observação:



No nosso caso, utilizamos o alicate amperímetro na função ohmímetro para verificar a resistência desses componentes. Depois de testar todos os resistores das placas apenas um apresentou uma resistência próxima da que precisamos os demais tinham valores superiores a 1000 Ω . O resistor encontrado que mais se aproximou possui o valor de 611 Ω e será utilizado no circuito. O fato de possuir uma resistência maior acarretará a diminuição do brilho do led, pois como a potência dissipada é dada por $P = V \cdot I$ e aumentando a resistência do circuito a corrente elétrica diminui, haverá redução da potência dissipada, mas não impedirá seu funcionamento.

Para retirada deste componente, identificado com uma seta na figura abaixo, devemos utilizar novamente o ferro de solda para aquecer suas conexões e soltá-lo da placa.



Reservamos o resistor e vamos agora tirar um dos fios do cabo flat para realizarmos as conexões em nosso circuito. Cortamos o cabo com o auxílio do alicate, destacamos um dos fios, separamos em três partes iguais e desencapamos as pontas para soldar.

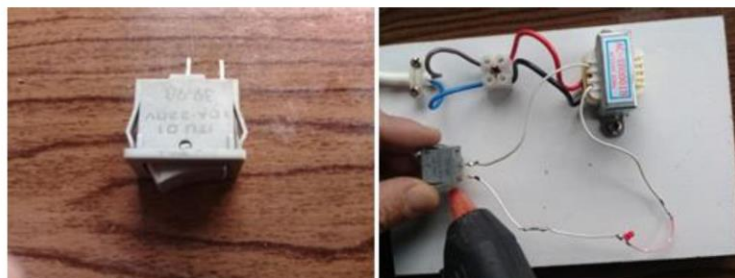


25

Vamos novamente retomar nosso circuito e proceder da seguinte forma: soldar com o ferro de solda e um pedaço de estanho um cabo de cada lado do resistor e uma das pontas soldar em um dos pinos do led.

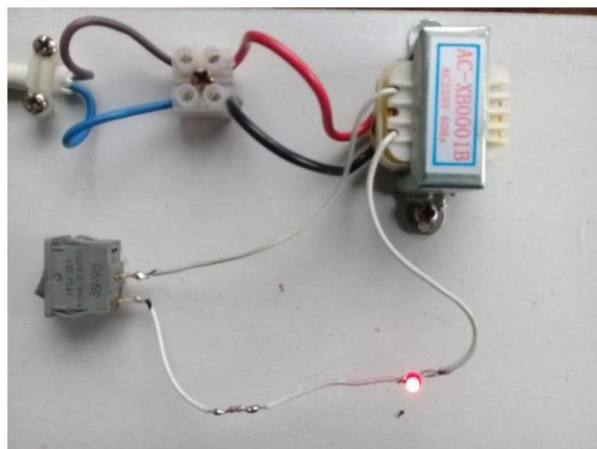


Devemos agora conseguir um interruptor, que não tem nessa panificadora, eu tinha um guardado em casa retirado de uma lavadora de alta pressão e utilizei esse, mas poderia ser qualquer tipo de chave já que a corrente é muito baixa, até mesmo um interruptor de instalação residencial. Com o interruptor em mãos vamos terminar nosso circuito soldando este a um dos cabos do transformador e outro no que está sobrando do resistor. O cabo que ainda sobra do transformador deve ser soldado no pino que está livre do led. Com uma pistola de cola quente¹⁴ fixamos o interruptor na madeira.



Finalmente, está pronto nosso circuito elétrico série, quando conectamos o cabo de alimentação a tomada e acionamos o interruptor o led acenderá.

¹⁴ Ferramenta que se utiliza de uma cola em forma de bastão e possibilita a colagem de madeiras, plásticos e outros.



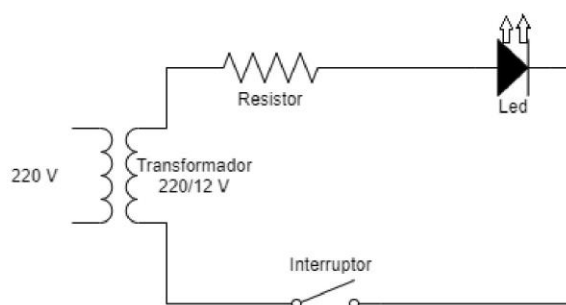
Quando acionamos o interruptor estamos fechando o circuito, neste momento os componentes entrarão em operação, no caso do led, ele transformará energia elétrica em energia luminosa. O circuito elétrico série está caracterizado por existir apenas um caminho para a corrente elétrica, tanto que ao desligar a chave o led apagará, o mesmo acontecerá se algum dos componentes ou cabos apresentar algum defeito.

Se por acaso o circuito não funcionar, o led não acender, devemos, com o auxílio do alicate amperímetro, seguir os seguintes passos para tentar detectar a falha:

- a) Testar na escala de tensão alternada, se está chegando 220 V na entrada do transformador, se não estiver, verificar se o cabo de alimentação está conectado a tomada;
- b) Testar na escala de tensão alternada se a saída do transformador está com 12 V, se a entrada estiver recebendo tensão e não apresentar nada na saída devemos efetuar a troca deste componente;
- c) Testar na função ohmímetro se o resistor não está em curto ou aberto, se estiver, efetuar a troca deste componente;
- d) Testar na escala de testes para diodo, o próprio diodo, ele deve acender quando polarizado corretamente, se não acender efetuar a troca deste componente;
- e) Verificar as conexões.

Observação os itens a e b devem ser feitos com o circuito energizado, para os demais testes devemos desligar a alimentação do circuito.

O circuito elétrico que montamos está representado na figura abaixo e foi composto por um suporte de madeira, um cabo de alimentação, um transformador (220 V/ 12 V), um interruptor, um led (2 V), terminais de conectores múltiplos (6 mm), um resistor (611 Ω) e cabos para a interligação dos componentes.



Nesse experimento podemos discutir a associação de componentes em série para o correto funcionamento do circuito, as quedas de tensões para cada componente, a corrente elétrica, a resistência elétrica e a relação entre essas grandezas. Para mais aproveitamentos didáticos desse circuito dispomos uma sugestão de aula prática a seguir:

Aula prática – Circuito em Série

1. OBJETIVO

O objetivo desta aula é realizar medições e aprofundar o estudo das associações em série. É importante salientar que esta sugestão de aula prática deve ser realizada de maneira que promova a interação entre os alunos e entre eles e o professor e não apenas como um roteiro a ser preenchido.

2. MATERIAL UTILIZADO

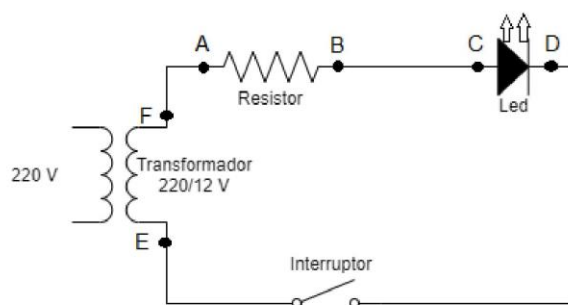
- Alicate amperímetro ou multímetro;
- Transformador 220 V/12 V;
- Resistores: 611 Ω e 1 k Ω ;
- Led 2 V;
- Cabos elétricos;
- Interruptor.

3. INTRODUÇÃO

Iremos utilizar o experimento para circuito série já montado anteriormente (no desmonte da panificadora) para realizar medições e alterações que possibilitem um aprofundamento em nosso estudo.

4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

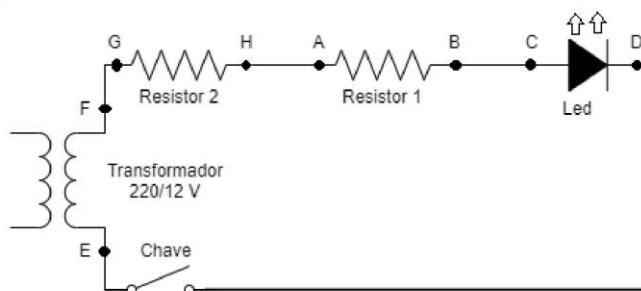
4.1. Com o circuito abaixo em mãos, iremos com o auxílio de um multímetro ou alicate amperímetro realizar as medições necessárias para preencher as tabelas, as medições de tensões e correntes devem ser realizadas com o circuito energizado (interruptor fechado e cabo de alimentação conectado a tomada), as de resistências com o circuito desenergizado (interruptor aberto e cabo de alimentação desconectado da tomada).



	AB	CD	EF
Tensão Elétrica (V)			
Resistência Elétrica (R)			

	BC	DE	FA
Corrente Elétrica (I)			

4.2. Desligue o circuito e adicione em série no circuito anterior, um resistor de 1 k Ω que pode ser encontrado nas placas da panificadora e refaça as medições.



Resistor 1 (611 Ω)

Resistor 2 (1 k Ω)

30

	GH	AB	CD	EF
Tensão Elétrica (V)				
Resistência Elétrica (R)				

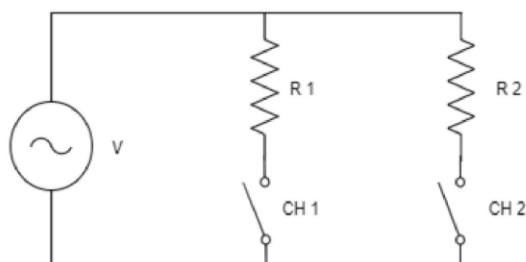
	BC	DE	FG	HA
Corrente Elétrica (I)				

5. Após realizar os procedimentos responda as seguintes questões:

- Após adicionar mais um resistor o que aconteceu com o brilho do led?
- Com base na equação $P = V \cdot I$, explique o que aconteceu com o brilho do led.
- Determine a quantidade de leds que precisaríamos associar para que não fosse necessária a utilização de nenhum resistor.

3.2 CIRCUITO ELÉTRICO PARALELO

O circuito elétrico paralelo é aquele em que as ligações são feitas de maneira que todas as cargas ficam dispostas à tensão total da fonte, como pode ser visto no exemplo da figura abaixo:



Onde:

V – Fonte de Tensão

CH 1 – Chave 1

CH 2 – Chave 2

R1 – Resistor um

No circuito paralelo a corrente elétrica total (corrente que passa pela fonte) é dividida entre as cargas do circuito, então para obtê-la basta somar as correntes, neste caso, I_1 (corrente que passa pelo resistor 1) com I_2 (corrente que passa pelo resistor 2) ($I_t = I_1 + I_2$), outra maneira é dividindo a tensão total pela resistência total ($I_t = V_t/R_t$).

A resistência total do circuito irá ser sempre inferior a menor resistência associada, pois a cada carga adicionada em paralelo, possibilitamos mais um caminho para a corrente elétrica, facilitando sua passagem. Podemos encontrá-la pelo seu inverso que é igual à soma dos inversos das resistências de cada carga ($\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots + \frac{1}{R_n}$), ou ainda, pela relação entre tensão total e corrente total ($R_t = V_t/I_t$).

Já a tensão total será igual à tensão aplicada sobre cada carga, pois como podemos ver na figura, possuem uma ligação direta com a fonte. Podemos encontrá-la pelo produto entre resistência total e corrente total ($V_t = R_t \cdot I_t$) e como ela será a mesma que a aplicada em cada carga também podemos achar com o produto da resistência pela corrente em uma delas ($V_t = R_1 \cdot I_1$).

Nesse modelo de ligação, quando ocorre um defeito em algum dos componentes do circuito (desde que não seja a fonte ou as conexões diretas desta), os demais continuarão a funcionar. Essa é a ligação, por exemplo, das lâmpadas e tomadas em nossas residências, por isso, quando ocorre à queima de uma delas as demais continuam operantes. Isso também vale para quando trocamos um equipamento de uma tomada para outra: ele segue funcionando normalmente porque receberá a mesma tensão.

3.2.1 EXPERIMENTO CIRCUITO PARALELO

Para obtenção de componentes a fim de montar um Circuito Paralelo efetuamos a desmontagem de um forno de micro-ondas que consegui com um parente e seria descartado. O experimento que elaboramos foi definido de acordo com os componentes que encontramos no equipamento.



Antes de começarmos o processo de desmontagem precisamos retirar o prato giratório e o seu suporte. No caso desse micro-ondas ele possui dois suportes, um que fica solto no interior do forno e outro que fica encaixado no motor (basta puxar e ele se soltará). Esse aparelho já estava sem o prato quando recebi.



Para desmontagem utilizaremos as seguintes ferramentas: alicate de bico, chaves de fenda e chave philips como mostrado na figura abaixo:

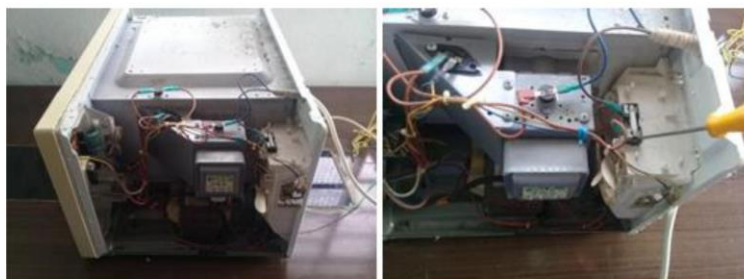


3.2.1.1 Desmontagem do forno micro-ondas

Inicialmente iremos retirar a proteção externa soltando os parafusos indicados na figura. Levantamos um pouco a parte traseira e puxamos, ela deverá se soltar.



Com acesso a parte interna retiraremos o fusível com o auxílio de uma chave de fenda.



Com o auxílio de um alicate retiramos os terminais dos cabos que estão presos no ventilador e na base do fusível.



Agora removendo os dois parafusos da parte de trás do forno que prendem a base do ventilador poderemos retirá-lo.



Virando o forno veremos na parte de baixo uma tampa que esta fixa ao forno, forçando um pouco com uma chave de fenda nos pontos que está presa ela se soltará.



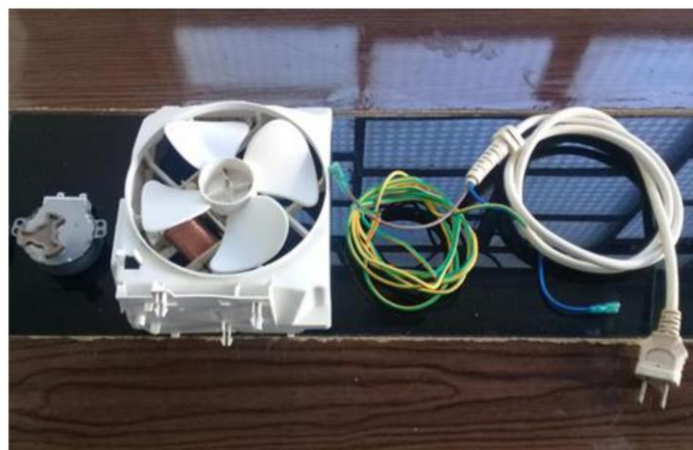
Agora retiramos o terminal dos cabos e soltamos o parafuso para fazer a retirada do motor que gira o prato interno.



Com o alicate soltamos o terminal do cabo de alimentação para retirá-lo.



Analisando as peças que retiramos até agora nos deparamos com dois motores, o que já nos permite montar um circuito paralelo.

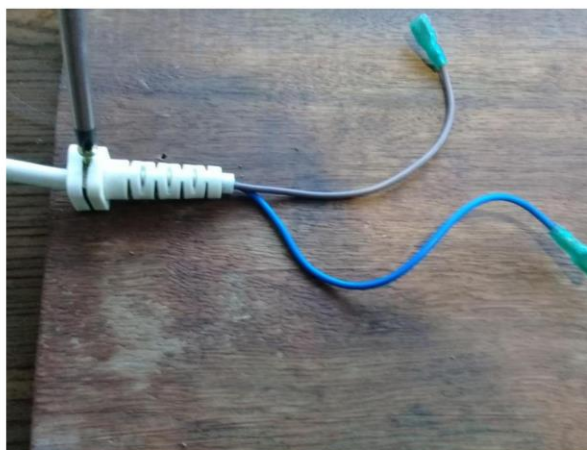


3.2.1.2 Analisando os componentes e montando o experimento

Tanto o motor do prato quanto o motor do ventilador, devem receber a mesma tensão de alimentação do micro-ondas (nesse modelo é 220 V), ou seja, dessa vez não precisaremos de transformadores ou resistores para montar nosso circuito paralelo. Para começarmos a montagem utilizaremos um pedaço de madeira com as seguintes dimensões: 17 mm de espessura, 270 mm de largura e 420 mm de comprimento. Para fixação dos componentes utilizaremos os parafusos que restaram da panificadora, pois os parafusos do forno micro-

37

ondas não possuem rosca soberba¹⁵ e dificultariam o processo de fixação. Começaremos prendendo o cabo de alimentação a essa madeira, prenderemos o parafuso na parte que ficava encaixada ao forno tendo o cuidado de roscar na parte lateral para não danificar o cabo.



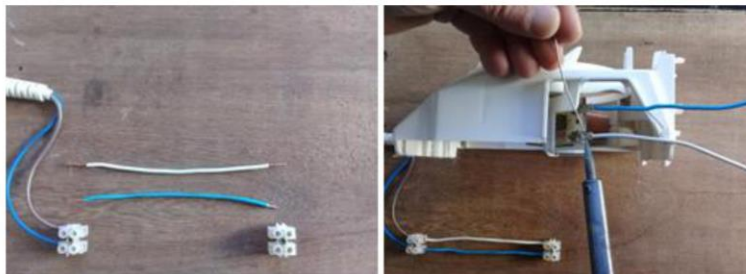
Cortamos agora mais dois terminais do conector múltiplo (o mesmo utilizado no experimento anterior) e prendemos à madeira. Também precisamos desencapar as pontas dos cabos para realizar a conexão.



Agora vamos cortar mais dois terminais do conector múltiplo e parafusar na madeira cerca de 120 mm do outro, devemos cortar e desencapar dois pedaços de cabo do próprio forno, com um comprimento que possibilite a conexão aos terminais. Vamos também cortar mais dois pedaços (com aproximadamente 150 mm) desencapar as pontas e soldar aos terminais do

¹⁵ Parafusos que possuem rosca soberba facilitam a fixação em madeira sem a necessidade de furações e uso de porcas.

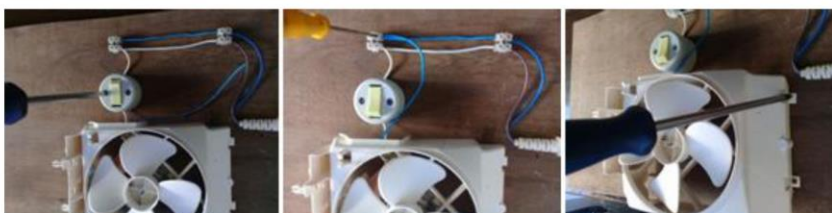
ventilador (para efetuar a solda utilizaremos o ferro de solda já mencionado no outro experimento).



Para fazer o acionamento do circuito, compramos dois interruptores com um custo de quatro reais cada (R\$ 4,00), a compra se fez necessária, pois esse micro-ondas não possui esses dispositivos. Pegamos um deles e com auxílio de uma faca vamos fazer dois pequenos cortes para passar os cabos. Agora vamos cortar no meio um dos cabos soldados ao transformador e parafusar uma ponta em um dos terminais do interruptor e a outra no outro terminal.



Com os parafusos que acompanham o interruptor vamos fixá-lo a madeira, em seguida conectamos os cabos nos terminais e prendemos o ventilador.



Agora cortamos mais dois cabos com aproximadamente 200 mm para soldar nos terminais do motor do prato e isolamos com fita isolante (comprada

39

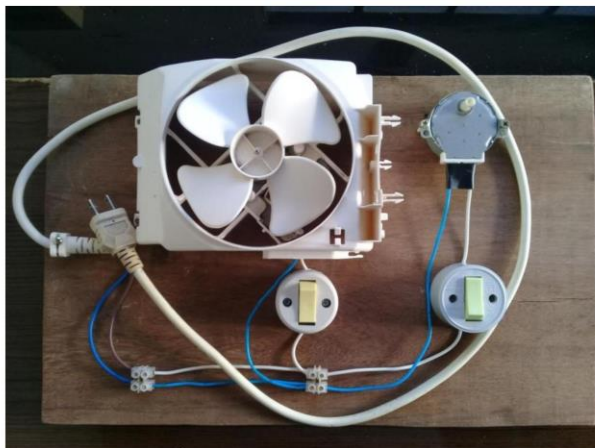
por cinco reais em uma loja de materiais elétricos, R\$ 5,00). Essa operação é muito importante para evitar choques elétricos, pois estamos trabalhando com tensão elevada.



No interruptor ainda não utilizado fazemos mais dois cortes para a passagem dos cabos, cortamos um dos cabos soldados ao motor do prato e conectamos aos terminais. Agora devemos parafusar o interruptor a madeira, conectar os cabos aos terminais do conector múltiplo e fixar o motor do prato.



Finalmente está pronto nosso circuito paralelo.

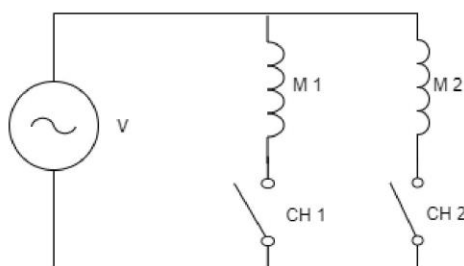


Nesse circuito, ao acionarmos um dos interruptores, ligamos apenas um motor. Para ligarmos os dois motores simultaneamente, precisamos acionar os dois interruptores, por isso o circuito é paralelo, as ligações são independentes. Se por acaso o circuito não funcionar (um ou mesmo os dois motores não ligarem), devemos, com o auxílio do alicate amperímetro, seguir os seguintes passos para tentar detectar a falha:

- a) Testar na escala de tensão alternada se está chegando tensão no segundo bloco de conectores múltiplos que colocamos se não estiver, verificar se o cabo de alimentação está ligado à tomada;
- b) Acionar o interruptor do ventilador e na escala de tensão alternada verificar se há alimentação nos terminais do motor se tiver alimentação e ele não estiver ligando, efetuar a troca desse componente;
- c) Acionar o interruptor do motor do prato e na escala de tensão alternada verificar se há alimentação nos terminais do motor se tiver alimentação e ele não estiver ligando, efetuar a troca desse componente;
- d) Verificar as conexões.

Observação: os itens a, b e c devem ser feitos com o circuito alimentado, o item d deve ser realizado com o circuito desligado.

O circuito elétrico que montamos está representado na figura abaixo e foi composto por um suporte de madeira, um cabo de alimentação, um ventilador, um motor giratório do prato, dois interruptores, terminais de conectores múltiplos (6 mm) e cabos para a interligação dos componentes.



Nesse experimento devemos discutir a associação de componentes em paralelo, as quedas de tensões para cada componente, a corrente elétrica, a resistência elétrica e a relação entre essas grandezas. Para mais

41

aproveitamentos didáticos desse circuito dispomos uma sugestão de aula prática a seguir:

Aula prática – Circuito em Paralelo

1. OBJETIVO

O objetivo desta aula é realizar medições e aprofundar o estudo das associações em paralelo. É importante salientar que esta sugestão de aula prática deve ser realizada de maneira que promova a interação entre os alunos e entre eles e o professor e não apenas como um roteiro a ser preenchido.

2. MATERIAL UTILIZADO

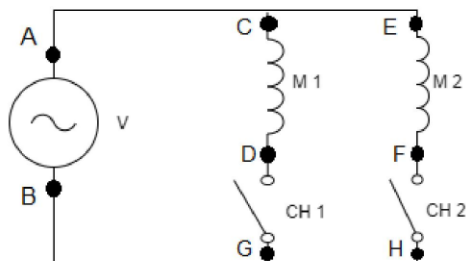
- Alicata amperímetro ou multímetro;
- Ventilador de micro-ondas;
- Motor do prato de micro-ondas;
- Lâmpada 220 V;
- Suporte para lâmpada;
- Cabos elétricos;
- Três interruptores.

3. INTRODUÇÃO

Iremos utilizar o experimento para circuito paralelo já montado anteriormente (no desmonte do forno micro-ondas) para realizar medições e alterações que possibilitem um aprofundamento em nosso estudo.

4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

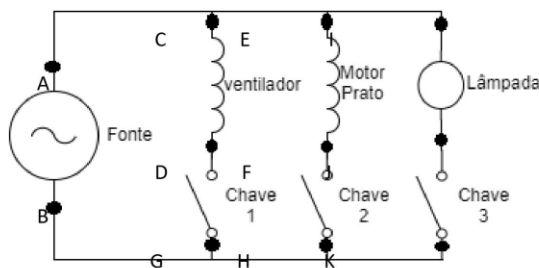
4.1. Com o circuito abaixo em mãos, iremos com o auxílio de um multímetro ou alicata amperímetro realizar as medições necessárias para preencher as tabelas, as medições de tensões e correntes devem ser realizadas com o circuito energizado (interruptores fechados e cabo de alimentação conectado a tomada), as de resistências com o circuito desenergizado (interruptores abertos e cabo de alimentação desconectado da tomada).



	CD	EF
Tensão Elétrica (V)		

	AC	DG	FH
Corrente Elétrica (I)			

4.2. Adicione em paralelo no circuito anterior, uma lâmpada 220 V e refaça as medições.



	CD	EF	IJ
Tensão Elétrica (V)			

44

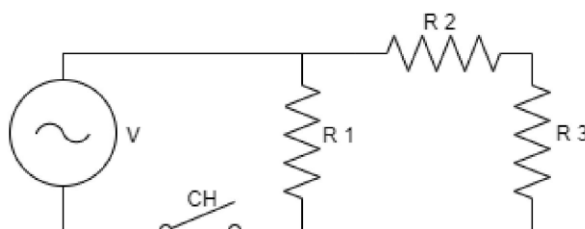
	AC	DG	FH	JK
Corrente Elétrica (I)				

5. Após realizar os procedimentos responda as seguintes questões:

- a) Após adicionar mais uma carga ao circuito o que aconteceu com a queda de tensão sobre as demais?
- b) Por que houve variação na corrente entre os pontos AC e entre os pontos DG e FH ela se manteve constante?
- c) Por que a corrente elétrica total aumenta sempre que adicionamos uma nova carga?

3.3 CIRCUITO ELÉTRICO MISTO

O circuito elétrico misto é possível quando associamos três ou mais cargas de maneira que parte fique associada em série e parte em paralelo como mostrado no exemplo da figura abaixo:

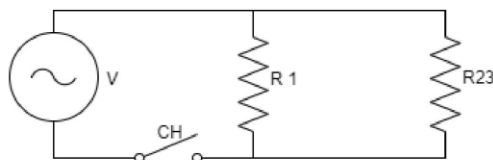


Observando a figura acima é possível perceber que R1 está ligado em paralelo com a fonte, já R2 e R3 estão associados em série. Não necessitamos de nenhuma equação ou conceito novo para analisar este arranjo, pois podemos resolver o circuito transformando-o em partes ou circuitos menores.

A tensão aplicada sobre R1 será a mesma da fonte, pois estão ligados em paralelo ($V = V_1$) e se dividirá entre R2 e R3 que estão em série ($V = V_2 + V_3$). Podemos calcular V_2 fazendo $V_2 = R_2 \cdot I_2$, V_3 será obtido por $V_3 = R_3 \cdot I_2$ e V por $V = R_t \cdot I$.

A corrente I se divide em I_1 e I_2 , portanto, pode ser calculada com $I = I_1 + I_2$. A corrente I_1 é encontrada pela relação entre V e R_1 ($I_1 = \frac{V}{R_1}$) e I_2 pela relação entre V e R_{23} ($I_2 = \frac{V}{R_{23}}$).

Já a resistência total do circuito apresentado pode ser obtida fazendo-se primeiramente a associação dos resistores que estão em série $R_{23} = R_2 + R_3$ e ficaremos com um resistor equivalente para esses dois como mostrado na figura a seguir, posteriormente fazemos $R_t = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}}$.



3.3.1 EXPERIMENTO CIRCUITO MISTO

Como o circuito elétrico misto é formado a partir de associações em série e paralelo, podemos utilizar os dois circuitos que já montamos e integrar estes para obtê-lo.

3.3.1.1 Montando o experimento

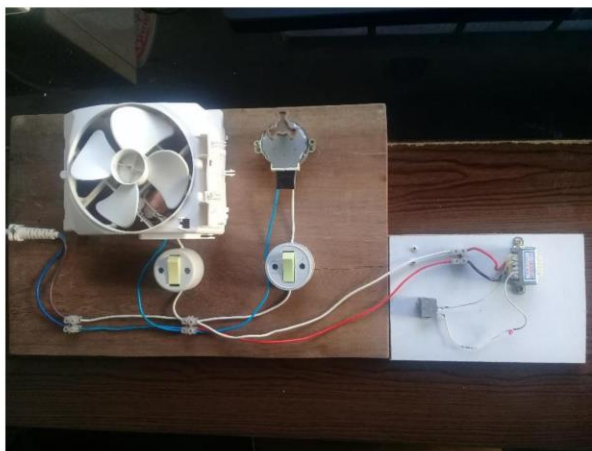
De posse dos circuitos série e paralelo já montados iremos retirar o cabo de alimentação do circuito série, soltando o prensa cabo e depois as conexões dos terminais.



Agora cortamos dois pedaços de cabos de aproximadamente 300 mm (retirar da panificadora ou do forno micro-ondas) e conectamos estes aos terminais dos conectores múltiplos do circuito série e aos do circuito paralelo.



Ficamos agora com um circuito misto, que possui ligações em paralelo e também em série.



Nesse circuito, ao acionarmos um dos interruptores, ligamos apenas um dos motores ou o circuito do led, conforme o interruptor acionado, mas também podemos ligar todos ao mesmo tempo acionando os três interruptores. Se por acaso o circuito não funcionar (um dos motores ou mesmo o circuito do led não ligar), devemos, com o auxílio do alicate amperímetro, seguir os seguintes passos para tentar detectar a falha:

- a) Testar na escala de tensão alternada se está chegando tensão nos blocos de conectores múltiplos que, se não estiver, verificar se o cabo de alimentação está ligado à tomada;
- b) Acionar o interruptor do ventilador e na escala de tensão alternada verificar se há alimentação nos terminais do motor se tiver alimentação e ele não estiver ligando, efetuar a troca desse componente;
- c) Acionar o interruptor do motor do prato e na escala de tensão alternada verificar se há alimentação nos terminais do motor se tiver alimentação e ele não estiver ligando, efetuar a troca desse componente;
- d) Acionar o interruptor de alimentação do transformador e na escala de tensão alternada verificar as tensões de entrada e saída, se houver tensão na entrada do transformador e não houver na saída, efetuar a troca do componente;
- e) Testar na função ohmímetro se o resistor não está em curto ou aberto, se estiver, efetuar a troca deste componente;

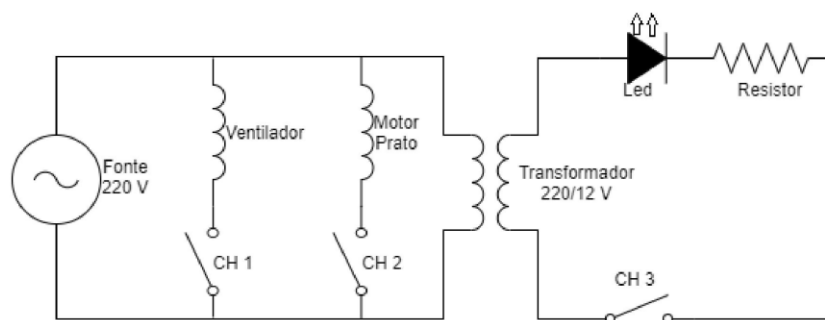
48

f) Testar na escala de testes para diodo o led, que é um diodo emissor de luz, ele deve acender quando polarizado corretamente, se não acender efetuar a troca deste componente;

g) Verificar as conexões.

Observação: os procedimentos devem ser feitos com o circuito alimentado, com exceção do item g, que deve ser realizado com o circuito desligado.

O circuito elétrico que montamos está representado na figura abaixo:



Aula prática – Circuito Misto

1. OBJETIVO

O objetivo desta aula é realizar medições e aprofundar o estudo das associações mistas. É importante salientar que esta sugestão de aula prática deve ser realizada de maneira que promova a interação entre os alunos e entre eles e o professor e não apenas como um roteiro a ser preenchido.

2. MATERIAL UTILIZADO

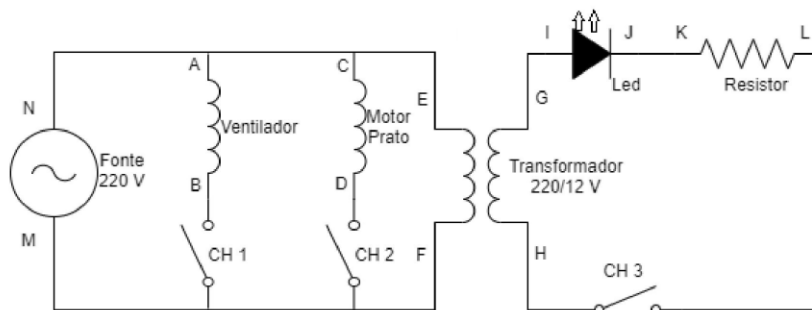
- Alicata amperímetro ou multímetro;
- Ventilador de micro-ondas;
- Motor do prato de micro-ondas;
- Transformador 220/12 V;
- Resistor 611 Ω ;
- Led 2 V;
- Cabos elétricos;
- Três interruptores.

3. INTRODUÇÃO

Iremos utilizar o experimento do circuito em série da panificadora conjuntamente com o paralelo do forno micro-ondas, para realizar medições que possibilitem um aprofundamento em nosso estudo.

4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

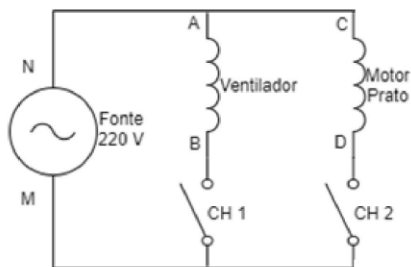
4.1. Com o circuito abaixo em mãos, iremos com o auxílio de um multímetro ou alicata amperímetro realizar as medições necessárias para preencher as tabelas, as medições de tensões e correntes devem ser realizadas com o circuito energizado (interruptores fechados e cabo de alimentação conectado a tomada), as de resistências com o circuito desenergizado (interruptores abertos e cabo de alimentação desconectado da tomada).



	KL	AB	CD	EF	GH	IJ
Tensão Elétrica (V)						

	MN	AB	CD	EF	GH	IJ	KL
Corrente Elétrica (I)							

4.2. Retire a parte do circuito série e realize novamente as medições.



	AB	CD
Tensão Elétrica (V)		

	AB	CD	MN
Corrente Elétrica (I)			

5. Após realizar os procedimentos responda as seguintes questões:

- Após retirarmos o circuito série, as correntes AB e CD, permaneceram inalteradas? Explique.
- Calcule a potência total dissipada no circuito misto.
- Com as três chaves do circuito misto abertas, existe alguma corrente elétrica? Explique.

4 DESCARTE

A constante evolução tecnológica faz com que tenhamos cada vez mais lixo eletrônico e precisamos ter cuidado quanto ao descarte desses componentes que podem conter substâncias tóxicas. Sendo assim, necessita de um descarte correto para que não venha a contribuir com a degradação do meio ambiente. Salientamos que todos os componentes eletrônicos, cabos e parafusos que sobraram no processo de desmontagem dos equipamentos serão guardados para elaboração de outros experimentos. Os plásticos e metais foram separados e levados a locais de coleta seletiva.

OBRAS CONSULTADAS

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física III: Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HEWITT, Paul G. **Fundamentos de física conceitual**. Bookman, 2000.