

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

JONNATHAN DA SILVA

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM UMA ABORDAGEM NO ENSINO DE
CIRCUITOS ELÉTRICOS NO ENSINO MÉDIO**

MEDIANEIRA

2020

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM UMA ABORDAGEM NO ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO ENSINO MÉDIO

Jonnathan da Silva

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

Orientador: Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen

MEDIANEIRA

2020



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira



JONNATHAN DA SILVA

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM UMA ABORDAGEM NO ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 20 de Novembro de 2020

Prof Fabio Rogerio Longen, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Abraao Jesse Capistrano De Souza, Doutorado - Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila)

Prof Fabricio Tronco Dalmolin, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 20/11/2020.

Dedico este trabalho
a minha esposa Andrielli
e a meu filho Bernardo,
pelo amor existente entre nós,
pela compreensão, apoio
e por compartilharem dessa alegria comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir conquistar este sonho, e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para essa realização, em especial:

À minha esposa Andrielli Jorge da Silva, pelo companheirismo, carinho, colaboração e apoio, ao meu filho Bernardo da Silva Jorge, pela compreensão de minhas ausências, e a todos os familiares e amigos que ficaram na torcida para que essa etapa fosse concluída.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen, pela atenção e ensinamentos transmitidos nesta caminhada.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela iniciativa de criar e coordenar o Programa de Pós-graduação Mestrado Nacional em Ensino de Física (MNPEF).

Ao corpo docente do MNPEF polo Medianeira, o qual me acompanhou até este momento, transmitindo sua sabedoria e conhecimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aos meus colegas de turma, pelos finais de semanas de estudos e as viagens semanais até universidade.

Por fim, a todos os que contribuíram para a realização desta pesquisa e contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional na qual tenho grande admiração.

Muito obrigado!

Não se pode ensinar nada a um homem;
só é possível ajudá-lo
a encontrar a coisa dentro de si.
(Galileu Galilei)

RESUMO

SILVA, Jonnathan da. **Aprendizagem significativa em uma abordagem no ensino de circuitos elétricos no ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

O presente estudo propõe um produto educacional, que surgiu do questionamento de como estimular a participação dos alunos nas aulas de física, por meio de atividades práticas/experimentais. Tendo como objetivo principal a apropriação, por parte dos alunos, dos conceitos básicos de circuitos elétricos, relacionados à eletrostática. Com os objetivos específicos, buscou-se incentivar o envolvimento dos alunos nas aulas; tornar o ensino de física mais dinâmico; apresentar o conceito de circuitos elétricos de forma a instigar o conhecimento dos alunos. O produto educacional foi desenvolvido com duas turmas da 3ª série do Ensino Médio noturno, do Colégio Estadual Ipê Roxo, da cidade de Foz do Iguaçu-PR, com a participação de, em média, quarenta e oito alunos. Com o intuito de corroborar para uma aprendizagem significativa, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, tendo uma abordagem experimental, e para facilitar o acesso aos equipamentos necessários, utilizou-se de materiais que apresentam um baixo valor de mercado, ao comparar com os kits que encontramos disponíveis no mercado. O produto educacional aplicado teve a aceitação dos alunos, despertando neles o interesse no conteúdo. A participação foi satisfatória, logo percebeu-se, que as atividades práticas/experimentais podem ser uma boa estratégia para o ensino de física, sendo uma alternativa possível para o professor ensinar, além das aulas tradicionais.

Palavras-chave: Atividades Práticas/Experimentais. Circuitos Elétricos. Ensino de Física.

ABSTRACT

SILVA, Jonnathan da. **Significant learning in an approach to teaching electrical circuits in high school.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

This study proposes an educational product, which arose from how to stimulate student participation in physics classes, through practical/experimental activities. The main objective was appropriation, by the students, of the basic concepts of electrical circuits, related to electrostatics. We sought to encourage the involvement of students in classes; make physics teaching more dynamic; present the concept of electrical circuits in order to instigate students' knowledge. The educational product was developed with two classes from the 3rd series of High School at night, from Colégio Estadual Ipê Roxo, of the city of Foz do Iguaçu-PR, with the participation of an average of forty-eight students. In order to corroborate for a meaningful learning, from the students' previous knowledge, taking an experimental approach, using materials that have a low market value, when comparing with the kits that we find available on the market. The applied educational product was accepted by the students, arousing interest in the content and participation was satisfactory, leading us to realize that practical/experimental activities can be a good strategy for teaching physics, being an alternative for the teacher teaching, in addition to traditional classes.

Keywords: Practical/Experimental Activities. Electric Circuits. Physics Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Teoria da Aprendizagem Significativa.....	20
Figura 3: Três resistores ligados em série.....	38
Figura 4: Circuito Equivalente de três resistores em série substituídos por <i>Req</i>	38
Figura 5: Três resistores ligados em paralelo.....	39
Figura 6: Circuito Equivalente de três resistores em paralelo substituídos por <i>Req</i>	40
Figura 7: Protoboard (Placa de Ensaio).....	46
Figura 8: Resposta da atividade da 3ª etapa; grupo 01.....	54
Figura 9: Montagem dos circuitos DC dos 8 grupos.....	55
Figura 10: Montagem dos circuitos AC - Associação Série (esquerda) e Associação Paralelo (Direita).....	56
Figura 11: Montagem dos circuitos AC - Associação Mista.....	57
Figura 12: Média dos alunos 3ª série A, 1ª Fase - 4ª etapa.....	59
Figura 13: Média dos alunos por questão da 3ª série A, 1ª Fase - 4ª etapa.....	59
Figura 14: Média dos alunos 3ª série B, 1ª Fase - 4ª etapa.....	60
Figura 15: Média dos alunos por questão da 3ª série B, 1ª Fase - 4ª etapa.....	60
Figura 16: Respostas dos alunos na primeira questão, 1ª Fase - 4ª etapa.....	61
Figura 17: Respostas dos alunos na segunda questão, 1ª Fase - 4ª etapa.....	61
Figura 18: Respostas dos alunos na terceira questão, 1ª Fase - 4ª etapa.....	62
Figura 19: Respostas dos alunos na quarta questão, 1ª Fase - 4ª etapa.....	62
Figura 20: Projeto “Minha Escola” - Planta Baixa.....	64
Figura 21: Montagem de circuito no Laboratório Phet Física DC.....	64
Figura 22: Teste de associações e circuito no Laboratório Phet Física AC.....	65
Figura 23: Construção do Projeto “Minha Escola”.....	65
Figura 24: Fase de Teste do Projeto “Minha Escola”.....	66
Figura 25: Projeto Final “Minha Escola”.....	66
Figura 26: Mapa conceitual 01 - Circuitos elétricos.....	67
Figura 27: Mapa conceitual 02 - Circuitos elétricos.....	68
Figura 28: Mapa conceitual 03 - Circuitos elétricos.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Materiais e ferramentas utilizados na primeira fase.....	49
Tabela 2: Materiais e ferramentas utilizados na segunda fase.....	50
Tabela 3: Faixa de tensão e corrente das Led alto brilho.....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	18
2.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ZABALA	23
3 A ELETROSTÁTICA E A ELETRICIDADE	27
3.1 ELETROSTÁTICA	28
3.1.1 Campo Elétrico.....	29
3.2 CIRCUITOS ELÉTRICOS	32
3.2.1 Intensidade de Corrente e Densidade de Corrente	32
3.2.2 Resistência e Lei de Ohm	34
3.2.3 Potência Elétrica	35
3.2.4 Associação de Resistores	36
3.2.4.1 Associação em série	37
3.2.4.2 Associação em paralelo	39
3.2.4.3 Associação mista	41
3.2.5 Condutores e Isolantes	41
4 PRODUTO EDUCACIONAL	43
4.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	44
4.2 CRONOGRAMA	48
4.3 DOMÍNIO DO ASSUNTO PELO DISCENTE DO MESTRADO	48
4.4 MATERIAIS E FERRAMENTAS UTILIZADAS	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
5.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	52
5.2 ACEITAÇÃO E INTERAÇÃO DOS ALUNOS COM A PROPOSTA.....	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE - Produto Educacional	76

1 INTRODUÇÃO

A educação básica no Brasil está dividida em quatro áreas do conhecimento, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC-2018), documento este normativo para rede de ensino pública e privada, sendo uma destas, a área de Ciências da Natureza que engloba hoje as áreas de Biologia, Física e Química. Normalmente os professores destas áreas são vistos como os vilões no ensino, pois os discentes veem essa área do conhecimento com muita complexidade, alegando dificuldades de compreender os conteúdos propostos. Talvez um destes motivos seja a forma tradicional (aula expositiva, quadro e giz) em que os conteúdos são apresentados aos alunos e aplicados no ambiente escolar.

Do ponto de vista do ensino de Ciências da Natureza, através deste trabalho e produto educacional, propõe-se a buscar alternativas para tornar as aulas mais atrativas e interativas aos alunos, visando tirá-los da rotina e do método tradicional que estão acostumados, aquele utilizado na maioria das vezes: da clássica aula tradicional de quadro e giz na rotina escolar.

O ensino de Física na grande parte das escolas é aplicado conforme descrito acima, baseando simplesmente na aplicação de leis e formulários, tornando a física apenas uma mera matemática onde aplicamos valores e obtemos números. Sabe-se que a física vai muito além de aplicar fórmulas, mas muitas vezes é deixado de lado a interpretação desses fenômenos e como se pode relacionar este conteúdo com o cotidiano do aluno.

Ao mesmo tempo em que as ciências evoluem e a cada dia são descobertas novas tecnologias, criam-se nuvens de informações na cabeça dos alunos, o que os torna refém do método tradicional de ensino, pois não há ato de observar o que realmente está por trás do universo a sua volta. Embora se saiba que a matemática é uma ferramenta para física, não basta que os alunos saibam apenas matemática, os mesmos devem se apropriar dos conceitos físicos presentes no conteúdo abordado na aula. As Diretrizes Curriculares de Ensino da Física para a Educação Básica do Estado do Paraná (DCE-FÍSICA) vem corroborar com esse processo de ensino, trazendo o seguinte argumento de quando o professor de física deve preparar sua aula:

O processo de ensino-aprendizagem, em Física, deve considerar o conhecimento trazido pelos estudantes, fruto de suas experiências de vida em suas relações sociais. Interessam, em especial, as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes e que influenciam a aprendizagem de conceitos do ponto de vista científico (DCE-FÍSICA 2008, p 56).

Outro argumento fortemente defendido pela DCE de física relacionada ao processo de ensino-aprendizagem é o papel fundamental da experimentação nas aulas desenvolvidas pelos professores aos alunos, ou seja:

A experimentação, no ensino de Física, é importante metodologia de ensino que contribui para formular e estabelecer relações entre conceitos, proporcionando melhor interação entre professor e estudantes, e isso propicia o desenvolvimento cognitivo e social no ambiente escolar (DCE-FÍSICA 2008, p 56).

Observando o cenário de ensino atual de física das escolas públicas do Paraná, há obstáculos que os professores encontram ao lecionar a disciplina, pois cada professor, por muitas vezes, trabalha entre 2 e 5 escolas, possuindo em torno de 15 turmas de 40 alunos cada, nas quais ministra 2 horas/aulas semanais (50 minutos cada). Além de não ser efetivos na escola em função desta rotatividade, ainda encontram, na sua grande maioria, laboratórios de ciências sucateados ou até mesmo a inexistência deles, assim procuram buscar alternativas de tornar a sua sala de aula num laboratório, lutando contra essas divergências.

Nesta dissertação utilizou-se teorias e práticas, propondo metodologias alternativas para os professores desenvolverem seus conceitos de formas teórico-práticas, visando suprir as lacunas e dificuldades referentes ao processo de ensino-aprendizagem. Aliado a esta perspectiva, o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, vem corroborar com a formação docente, pois tem como objetivo principal a formação de professores da educação básica nos conteúdos de física, assim, proporcionando os conhecimentos adquiridos neste programa. Juntamente com a busca de tornar o ensino de física atraente e presente na vida dos alunos, propôs-se um produto educacional onde o ensino de física e a formulação de conceitos ocorreram com o auxílio de atividades experimentais, associadas com as metodologias e ferramentas computacionais e tecnológicas, aplicando conceitos de circuitos elétricos.

Este trabalho justifica-se diante das carências citadas acima no processo de ensino-aprendizagem com a proposta de fazer com que os alunos observem e pensem sobre os fenômenos e conceitos de física a sua volta. Baseado neste contexto desenvolveu-se um produto educacional sobre a aprendizagem significativa em uma abordagem no ensino de circuitos elétricos voltados para alunos do ensino médio, sendo baseado na busca de inovar e sair do método tradicional, mas levando em conta as dificuldades e realidades da escola pública.

O objetivo principal deste produto educacional é que os alunos possam se apropriar dos conceitos básicos de circuitos elétricos, relacionados ao eletromagnetismo. Para o desenvolvimento deste projeto, tomou-se como base alguns aspectos que se considerou relevantes para realizá-lo e foram listados alguns deles:

- Tornar o produto aplicável em qualquer ambiente escolar, seja ele em um laboratório ou sala de aula;
- Buscar materiais de baixo custo ou alternativos para realização do projeto;
- Possibilitar que este produto seja replicado por qualquer professor e que o mesmo possa adaptá-lo dentro da sua realidade;
- Diante da realidade que os professores enfrentam, que este possa ser aplicado em diferentes fases e etapas;
- Desenvolver o trabalho em equipe, fator este que é necessário para atuar na sociedade que vivemos e compartilhar conhecimentos e experiências;
- Colaborar para uma aprendizagem significativa do conteúdo para o aluno no seu meio.

Baseado nestes aspectos, buscou-se formas e teorias que venham a corroborar para que tudo isso acontecesse, partindo dos conhecimentos prévios dos alunos e do professor, para através da experimentação tornar a aprendizagem significativa conforme proposto pela teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel (1918-2008).

Outro grande autor que auxiliou para este trabalho, em alguns aspectos consideravelmente relevantes sobre uma sequência didática, foi o Antoni Zabala I Vidiella.

“A identificação das fases de uma sequência didática, as atividades que a formam e as relações que se estabelecem devem nos servir para compreender o valor educacional que têm, as razões que a justificam.” (ZABALA, 2010, p. 54)

Zabala (2010) nas suas sequências didáticas, propõe quatro unidades didáticas de intervenção, nas quais enfatiza diferentes atuações por parte dos alunos.

Mas os seus passos não foram seguidos fielmente, o que se justifica pela necessidade de realizar o trabalho em etapas e fases que esta obra contribui da seguinte forma: neste trabalho adaptou-se a unidade 3, sequência esta que prioriza o caráter conceitual dos conteúdos, promovendo diálogos, debates e participação. Aliado à parte desta proposta utilizou-se os conceitos defendidos por Ausubel, referentes à aprendizagem significativa e à formação de conceitos, e foram utilizadas as ferramentas propostas por Moreira (2010), os mapas mentais e conceituais. Ou seja, este produto educacional será uma sequência didática, mas que difere do proposto por Zabala, pois não parte de uma situação problema, e sim do debate com os alunos e da evolução de conceitos, que são levados em consideração. Também a parte de avaliação dos conceitos adquiridos pelos alunos foi levada em conta na aprendizagem significativa defendida pela teoria de Ausubel e contribuições de Moreira.

O produto educacional sobre a aprendizagem significativa em uma abordagem de circuitos elétricos no ensino médio foi aplicado em duas turmas da 3ª série do ensino médio regular noturno (turmas A e B), com 32 alunos e 36 alunos respectivamente, de uma escola estadual do oeste do Paraná na cidade de Foz do Iguaçu, o Colégio Estadual Ipê Roxo. O produto final deste trabalho chama-se “**Minha Escola**”, e está dividido em duas fases e quatro etapas. Logo na sequência apresenta-se o referencial teórico utilizado nessa dissertação e as teorias da aprendizagem que embasaram as metodologias propostas e adotadas. No capítulo 3, realizou-se uma análise bibliográfica sobre a eletrostática e a eletricidade, abordando os conceitos básicos que envolvem os circuitos elétricos. No capítulo 4 descreveu-se em detalhes o produto educacional e como o mesmo pode ser construído e adaptado dentro de cada realidade escolar. Já no capítulo 5, foram apresentadas as análises e discussões. E, para finalizar, no capítulo 6, estão as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O comportamento do homem na sociedade vem sendo analisado ao longo do tempo, desde seus primórdios até os dias de hoje, busca-se entender o ambiente que este indivíduo está inserido e como está ligado ao meio a sua volta. Ao analisar o ser humano ao longo do tempo, conseguiu-se perceber que a sua evolução e a construção de conhecimento foram sendo cada vez mais organizadas.

Na busca de compreender e entender este processo de construção do conhecimento e a forma de como o conhecimento é transmitido ou compartilhado surgiram as diversas teorias de ensino e aprendizagem.

Segundo Moreira (2017), uma teoria de aprendizagem é a tentativa humana de sistematizar uma parte do conhecimento, uma visão particular de analisar as coisas, de explicar e prever observações, de desvendar problemas e de buscar suas soluções. Afirma ainda que a teoria é uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos de aprendizagem.

Enfatiza-se que as teorias, construídas pelo homem, na busca de sistematizar seu conhecimento para prever e explicar eventos, são formadas por princípios e conceitos, e trata estes como signos que mostram regularidades em eventos ou objetos utilizados para refletir e dar respostas rotineiras.

Existem diversas teorias de aprendizagem, cada uma seguindo a sua vertente de pensamento. Dentre elas podemos destacar três diferentes formas de entender o processo de desenvolvimento e o ato de aprender: a comportamentalista (behaviorismo), a humanista e a cognitivista. Vale ressaltar que dificilmente consegue-se isolar claramente apenas uma teoria da aprendizagem e afirmar que apenas uma das correntes está completamente correta (MOREIRA 2017).

Baseado nas ideias de Moreira (2017), neste trabalho utilizou-se a vertente cognitivista baseada no construtivismo e enfatizou-se a cognição pautada no ato de conhecer e em como o homem conhece o seu redor, segundo seus processos mentais, compreensão, formação e transformação de significados, e o uso da informação contida na cognição. Analisando deste ponto

de vista, a cognição se dá por intermédio da construção, conforme o construtivismo.

Ainda segundo o autor, o construtivismo é interpretacionista, porque os eventos e objetos do universo são interpretados pelo sujeito cognoscente, preocupando-se de como o indivíduo conhece e constrói sua estrutura cognitiva para interpretar e representar o seu meio (MOREIRA 2017).

Em outras palavras, a aprendizagem cognitiva é o resultado da organização de informações na mente do indivíduo que aprende, formando sua estrutura cognitiva. Baseado nesta linha de pensamento cita-se alguns autores como David Paul Ausubel (1918-2008), Jerome Bruner (1915-2016), Jean Piaget (1896-1980) e Joseph Donald Novak (nascido em 1932), os quais defendem que o indivíduo busca atribuir significados ao meio no qual estão inseridos.

2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Como embasamento principal deste trabalho, utilizou-se a teoria de David Paul Ausubel, o qual expõe a aprendizagem significativa, mas antes, vamos conhecer a biografia do autor.

David Paul Ausubel estudou psicologia e medicina, sendo Médico-psiquiatra de formação, posteriormente conquistou seu PhD em Psicologia do Desenvolvimento através da Universidade de Columbia, no ano de 1943 em Nova York, na qual era professor Emérito, onde dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional (ARAGÃO 1976).

Após aposentado voltou à psiquiatria, e faleceu no ano de 2008 aos noventa anos. Hoje Joseph D. Novak tem refinado e divulgado a teoria de aprendizagem significativa (MOREIRA 2017).

Segundo Moreira, Ausubel preocupava-se com a aprendizagem e o ensino em sala de aula. Sendo sua pergunta-chave: como facilitar a aquisição de conhecimentos e conceitos com significado voltados ao ensino? Sua experiência e dedicação pela aprendizagem significativa o levaram à conclusão de isolar uma variável que influencia diretamente na aprendizagem, o conhecimento prévio do aluno. Logo o estudante deveria apresentar uma predisposição para aprender, uma intencionalidade em aprender. Em outras

palavras Ausubel diz, “aprendemos a partir do que já sabemos e aprendemos se queremos” (MOREIRA 2015).

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos (AUSUBEL, 2003, folha de rosto).

Segundo Ausubel et al. (1980), a aprendizagem significativa implica na formação de novos conceitos, ou ainda, um processo em que uma nova informação relaciona-se com a cognição da estrutura de conhecimento do indivíduo. Sendo respaldado por muitos estudos sobre a aquisição de conceitos na escola e tendo na aprendizagem significativa seu principal objetivo (AUSUBEL et al. 1980).

Para Moreira (MOREIRA 2011), a teoria da Aprendizagem Significativa propõe que aprendizagem seja um processo de recepção e descoberta relacionando de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova visão a outros conceitos já existentes na estrutura cognitiva do sujeito. Na outra vertente, a aprendizagem mecânica ocorre para associações extremamente arbitrárias, quando falta ao sujeito o conhecimento prévio relevante necessário para tornar o conhecimento potencialmente significativo.

Pode-se dizer que a aprendizagem significativa se caracteriza pelas interações entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos a serem adquiridos, assim obtém-se maior estabilidade cognitiva. Por exemplo, quando um aluno já conhece o conceito básico de energia elétrica, pode-se aplicar esse conceito em circuitos elétricos, quando será passado a diferenciação das grandezas físicas associadas a ela, então o conhecimento prévio do sujeito pode corroborar para a assimilação ou associação de novos conceitos, dando-lhe mais estabilidade cognitiva e possivelmente mais clareza (MOREIRA 2013).

Segundo Moreira, a teoria de Ausubel distingue-se entre tipos e formas de aprendizagem significativa (MOREIRA 2015). Ainda segundo o autor, os tipos de aprendizagem são classificados como: Cognitiva, Afetiva e Psicomotora. Pode-se sintetizar a cognitiva como aquela voltada para o armazenamento organizado de informações, a afetiva como resultante de sinais internos do

Segundo Moreira, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são diagramas utilizados para indicar relações entre conceitos, ou até mesmo de palavras que utilizamos para representá-los. Ainda segundo o autor os mapas apresentam uma organização hierárquica e muitas vezes são utilizados juntamente com setas. Ainda para o autor, eles não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não trazem esta relação de sequência e poder que os dois últimos citados trazem. Mapas conceituais são diagramas de significados, formados de forma hierárquicas se necessário (MOREIRA 2010).

Mapas conceituais, muitas vezes são confundidos com mapas mentais que são associacionistas, estes, segundo Moreira, não se preocupam com a relação entre conceitos, apenas coisas que não são conceitos e que muito menos estão organizadas hierarquicamente. Outro fator importante, os mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacionar e hierarquizar (MOREIRA 2010).

Segundo Moreira (MOREIRA 2011), às vezes a forma geométrica das figuras podem tratar conceitos mais gerais, mais abrangentes, que são utilizados dentro de elipses e conceitos específicos que são organizados dentro de retângulos, mas segundo Moreira, figuras geométricas nada significam em um mapa conceitual, em outras palavras, não existe um modelo ideal, seja no comprimento e na forma das linhas. Mas o fato de dois conceitos estarem unidos por uma linha é fundamental para formação e organização dos conceitos. Assim como sua hierarquia pode partir do centro para as extremidades como da Figura 1, ou o topo hierárquico pode estar na parte superior e os conceitos específicos na parte inferior. Portanto reafirma-se que não existe um modelo ideal (MOREIRA 2010).

Os mapas conceituais que foram utilizados neste trabalho estão fortemente associados à teoria da Aprendizagem Significativa, conforme a proposta por Ausubel já discutida anteriormente neste trabalho.

Segundo Moreira, Ausubel nunca falou de mapas conceituais em sua teoria, mas foi uma técnica desenvolvida por Novak e seus colaboradores da Universidade de Cornell, nos EUA. Esta técnica passou a ser utilizada pelo seu alto potencial para facilitar a negociação, construção e aquisições de

significados, mas deve-se cuidar para que não se torne mais uma forma de aprendizagem mecânica ou memorização (MOREIRA 2010).

Utilizando um pouco desta técnica, será analisado e discutido a seguir a teoria da Aprendizagem Significativa com mais detalhes e conceitos através do mapa conceitual representado na Figura 1.

Ao estudar a teoria da aprendizagem, Ausubel define como um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com a estrutura do indivíduo. Deste processo utiliza-se o termo “conceito subsunçor” (mediador ou subordinador). Tal palavra não existe em português e segundo Moreira foi apenas uma forma de aporuguesar a palavra inglesa "Subsumer". Este processo ocorre quando uma nova informação se ancora em conceitos e proposições importantes, assim ela pode ser assimilada a conceitos gerais e inclusos, justificando-se a estrutura cognitiva em que esta nova informação se fundamenta, que são as experiências sensoriais do indivíduo. Moreira afirma que a partir do momento em que esses novos conceitos são interpretados de maneira significativa, irá resultar um crescimento e elaboração dos subsunçores iniciais. Chega-se assim no papel do mediador do conhecimento (MOREIRA 2017).

O professor tem o papel de ser o mediador do conhecimento, ajudando o aluno a identificar esses subsunçores e as proposições, e conceituar este conhecimento. Moreira ainda pontua que o professor deve diagnosticar este conhecimento e ensiná-lo ao aluno, levando o mesmo a chegar às suas próprias conclusões (MOREIRA 2011).

Ausubel define a aprendizagem mecânica (ou automática) citada anteriormente neste trabalho como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Mas, Ausubel não estabelece que a diferença entre a aprendizagem mecânica e a significativa é uma dicotomia, mas sim como um contínuo, pois em suas teorias afirma-se que há uma interação entre a aprendizagem mecânica e a assimilação obliteradora, sendo esta assimilação um segundo estágio da aprendizagem significativa. Moreira afirma que as novas informações tornam-se espontâneas e menos dissociáveis de suas ideias-âncoras (subsunçores), ou seja, podemos ter o subsunçor do aluno modificado ao realizar estas relações e interações (MOREIRA 2017).

Além disto, podemos observar na Figura 1 que a atenção de Ausubel está diretamente voltada para a aprendizagem, trazendo consigo o fator isolado e o questionamento clássico sobre o que o aluno sabe (entra o papel do professor como mediador neste trabalho), e a pontuação do que se deve descobrir e ensinar.

... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo (AUSUBEL et al1980).

Para o autor Moreira (2017), nas teorias defendidas por Ausubel, não deve-se perder o foco da teoria, para isto é importante manter a organização e a integração. Há um ponto fundamental na sua teoria, que os organizadores prévios estão classificados em: Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integrativa, Organização Sequencial e Consolidação; sendo estes possíveis de serem aplicados pela técnica de mapas conceituais.

Baseado na teoria de Ausubel, cabe ao professor a facilitação da aprendizagem significativa envolvendo pelo menos quatro tarefas fundamentais: 1- Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino; 2- Identificar quais os subsunçores importantes do conteúdo a ser ensinado; 3- Diagnosticar aquilo que indivíduo já sabe; 4- Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a formação da estrutura conceitual de uma maneira significativa (MOREIRA 2017).

Portanto, esta é a metodologia que foi adotada nesta dissertação e produto educacional, focalizando na aprendizagem cognitiva, baseado na teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel na qual o foco está voltado ao aluno (fator isolado).

2.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ZABALA

Segundo o autor Antoni Zabala I Vidiella (2010), uma sequência didática é um método de ensino que busca o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem, compreendendo os princípios e métodos utilizados pelos professores, que são apresentados de formas diversificadas com intuito de despertar o interesse do aluno pelo conceito/conteúdo a ser estudado. Estas estratégias mediadas pelo professor, devem apresentar uma sequência

organizada para que o conceito estudado seja aprofundado a cada etapa, podendo utilizar estratégias como: aulas dialogadas, leituras, experimentos, simuladores virtuais entre outras ferramentas de ensino.

Segundo o Zabala, precisa-se de alguns critérios para a análise das sequências em relação aos conteúdos de aprendizagem, deixando claro as intenções educacionais e suas dimensões, exemplificando quatro sequências didáticas (conhecidas como unidades didáticas), encontrando assim, em cada uma delas, um grau diferente de participação dos alunos. (ZABALA, 2010).

Para deixar mais claro ao leitor, apresenta-se uma breve interpretação das ideias defendidas pelo autor sobre cada unidade didática e como estão estruturadas as sequências didáticas, que são baseadas nas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais.

Na unidade 1, abordam-se as dimensões conceituais, tendo como pontos principais: 1 - Comunicação da lição (professor); 2 - Estudo individual sobre livro-texto (alunos); 3 - Repetição do conteúdo apreendido (alunos); 4 - Prova ou exame (alunos), 5 - Avaliação (professor - resultados dos alunos). Esta unidade é conhecida por todos como sendo a mais simples, popularmente chamada de aula expositiva.

Na unidade 2, trata-se das dimensões procedimentais, caracterizadas pelos pontos: 1 - Situação problema (lançado pelo professor); 2 - Busca de soluções (desafio aos alunos); 3 - Exposição do conceito e o algarismo (elaboração do conceito pelo professor, partindo das propostas dos alunos); 4 - generalização (professor); 5 - Aplicações (alunos); 6 – Exercitação (alunos); 7 - Prova ou exame (alunos); 8 - Avaliação (professor). Esta unidade está adotada na sua grande maioria em áreas como a matemática e na aplicação do conceito e dos seus procedimentos, em outras palavras: saber e saber fazer.

Na unidade 3, abordam-se as dimensões conceituais e procedimentais, trazendo os seguintes pontos: 1 - Apresentação da situação problemática (Professor); 2 - Diálogo (professor e alunos); 3 - Comparação dos pontos de vista (promover a discussão com os alunos); 4 - Conclusões (professor); 5 - Generalizações (professor estabelece os princípios, as leis); 6 - Exercícios de memorização (alunos); 7 - Prova ou exame (alunos); 8 - Avaliação (professor). Essa unidade pretende que os alunos conheçam conteúdos de caráter

conceitual, utilizando diálogos e debates. Vale ressaltar que estes fatores atitudinais tão pouco são considerados avaliativos, assim como os fatores procedimentais não são o objeto de estudo principal, podemos deduzir que a única ideia que se pretende ao final desta sequência é a aprendizagem de conteúdos conceituais, ou seja, o que o aluno deve saber.

Na unidade 4, tem-se as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, pautadas nos pontos: 1 - Apresentação da situação problemática (professor); 2 - Problemas ou questões (professor e alunos); 3 - Respostas intuitivas ou suposições (alunos); 4 - proposta de fontes de informação (alunos e professor); 5 - busca de informação (alunos buscam referências bibliográficas); 6 - Elaboração das conclusões (alunos); 7 - Generalização das conclusões (alunos deduzem os resultados); 8 - Exercícios de memorização (alunos); 9 - Prova ou exame (alunos); 10 - Avaliação (professor). Nesta unidade os alunos controlam o ritmo da sequência. São levados em consideração pelo professor na avaliação final da sequência, os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, em outras palavras, caracterizam os aspectos: saber, saber fazer e atitudes dos indivíduos envolvidos.

Como se pode ver, não existe uma unidade didática correta ou errada, depende de quais os objetivos que se querem alcançar com os alunos. Partindo também deste aspecto que buscou-se adaptar a unidade 3, foi priorizado o caráter conceitual dos conteúdos, promovendo o diálogo, debates e participação dos alunos, aliando esta sequência aos aspectos defendidos por Ausubel, referentes à aprendizagem significativa e à formação de conceitos. Foram utilizadas as ferramentas de ensino propostas por Moreira, os mapas mentais e conceituais, que foram citados acima neste capítulo. Mediado pelo professor em sala de aula, levou-se em conta que nas sequências didáticas foram realizadas atividades que permitem determinar os conhecimentos prévios dos alunos e fazer com que os conteúdos propostos sejam de apreendidos de forma significativa, buscando a desenvolver a autoestima e o autoconhecimento por parte dos alunos

Ressalta-se que não foram seguidos fielmente os pontos propostos por Zabala na unidade 3, pois não se partiu de uma situação problema para formar

um conceito e sim dos conhecimentos prévios dos alunos, mas adotou-se algumas etapas dentro da execução do produto educacional.

3 A ELETROSTÁTICA E A ELETRICIDADE

O ensino de física, obedece a uma cronologia da evolução histórica, e atualmente é estudada em graus de complexidade diferentes, dependendo da maturidade intelectual do estudante e do professor. No Ensino Fundamental e Médio tem-se um ensino pragmático, baseado na aplicação de fórmulas para solução de problemas, enquanto a Física abordada no Ensino Superior, além de fazer uso de uma matemática mais complexa, também se dedica a pesquisa teórica e prática na busca por soluções tecnológicas e desenvolvimento de novas teorias.

Uma dessas teorias será abordada neste capítulo, a eletrostática e a eletricidade, com o estudo focado em circuitos elétricos e seus conceitos básicos, que através de suas aplicações, possibilitaram o desenvolvimento de equipamentos e ferramentas tecnológicas presente em nosso meio. Mas antes iremos contextualizar as divisões do eletromagnetismo, que para Moysés (2015), até o final do século XVIII, a eletricidade e magnetismo eram pouco mais que curiosidades de laboratório, sem muita interconexão, conhecia-se de ambas, apenas fenômenos estáticos.

O eletromagnetismo é a divisão da física que se fundamenta através da união de fenômenos elétricos e magnéticos. Essas primeiras observações iniciaram-se na Grécia antiga por filósofos que, partindo de um pedaço de âmbar, perceberam que este pedaço foi capaz de atrair a palha ao ser aproximado e os mesmos perceberam que pedaços ou objetos de ferros também eram atraídos pela pedra de âmbar. Este fenômeno, que foi chamado na Grécia antiga de *elektron*, tem capacidade de eletrizar-se quando atritado contra panos de lã. Com a passar do tempo esses conceitos foram evoluindo até chegarmos à teoria do eletromagnetismo, resumidas nas 4 equações de Maxwell e a força de Lorentz para descrever a dinâmica.

As aplicações do eletromagnetismo revolucionaram toda a tecnologia: a indústria, os meios de transportes e de comunicação; todos baseados na evolução da eletricidade. Hoje esta tecnologia difundida nos nossos sistemas de comunicação como rádio, televisão e internet estão presentes através das ondas

eletromagnéticas. E ainda Moysés, afirma que “Em suma, o eletromagnetismo é uma disciplina básica tanto do ponto de vista teórico como prático.” (2015, p. 12).

É importante deixar claro ao leitor que neste trabalho, foram abordadas as teorias voltadas à eletrostática e à eletricidade, aplicadas no produto educacional proposto sobre circuitos elétricos, compreendendo seus conceitos e formulações nas seções seguintes.

3.1 ELETROSTÁTICA

Para entender circuitos elétricos, conteúdo este abordado neste trabalho, antes é preciso definir os fenômenos elétricos, magnéticos e a natureza das cargas e forças elétricas.

A manifestação da carga elétrica ocorre de duas formas diferentes, às quais chamam-se de positiva ou negativa. Esse fator foi observado por vários cientistas após experimentos semelhantes, levando a conclusão de que: “Partículas com cargas de mesmo sinal se repelem e partículas com cargas de sinais opostos se atraem.” (HALLIDAY 2019, Vol. 3, p 3).

De acordo com Tipler (2019), a quantização da carga é constituída por átomos eletricamente neutros, nos quais os prótons (cargas positivas) e nêutrons (carga neutras) formam o núcleo, e em volta deste núcleo encontram-se os elétrons carregados com carga negativa, tornando os átomos na sua grande maioria com carga resultante nula, em outras palavras, eletricamente neutro, ou seja:

A carga do próton é “ e ” e a carga de um elétron é “ $-e$ ”, a carga “ e ” é chamada de unidade fundamental de carga elétrica. A carga de um elétron ou de um próton é uma propriedade intrínseca da partícula, assim como a massa e o spin são propriedades intrínsecas destas partículas. Toda as cargas observáveis ocorrem em quantidades que são múltiplos inteiros da unidade fundamental de carga elétrica “ e ”, ou seja, a carga elétrica é quantizada. Qualquer carga “ Q ” observável na natureza pode ser escrita como “ $Q = \pm Ne$ ”, onde “ N ” é um inteiro. (TIPLER 2019, Vol. 2, p 3).

É possível deslocar e transferir cargas elétricas em diversos materiais, classificando em dois tipos: os materiais condutores cujas partículas com cargas negativas (elétrons) se movem com facilidade; e os materiais isolantes cujas cargas encontram dificuldade para se movimentar.

Após essa breve apresentação da definição de carga elétrica e das partículas carregadas, é necessária uma breve definição da lei de Coulomb, criada por Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) através de seu experimento com uma balança de torção, e de outros experimentos:

A força entre duas cargas puntiformes é exercida ao longo da linha entre as cargas. Ela varia com inverso do quadrado das distâncias que separa as cargas e é proporcional ao produto das cargas. A força é repulsiva se as cargas tiverem o mesmo sinal e atrativa se elas tiverem sinais opostos. (TIPLER 2019, Vol. 2, p 6).

Sendo assim, é possível escrever o vetor da força eletrostática exercida entre duas cargas como:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r} \quad (\text{lei de Coulomb}). \quad (1)$$

Assim pode-se definir $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, sendo k uma constante: denominada constante de Coulomb, tendo o valor $k = 8,99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$. E a constante “ ϵ_0 ”, denominada permissividade elétrica no vácuo: tem valor igual $\epsilon_0 = 8,99 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$.

Conforme enunciado acima pode-se dizer que a carga elétrica é quantizada: “Diz-se que a carga é quantizada em unidades da carga elementar ‘e’” (MOYSÉS 2019, Vol. 3, p 21). Para isso existe um valor mínimo de carga elementar (sendo a carga do elétron “-e” e a do próton “+e”) de $e = 1,602177 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Com a definição da Lei de Coulomb mencionada acima, deve-se levar em consideração que cada partícula, além de apresentar um valor de carga elétrica, seja ela positiva ou negativa, cria um campo elétrico a sua volta, ou seja, no espaço que a cerca, por esta razão muitas vezes precisa-se compreender a definição e os efeitos desses campos elétricos nessas partículas.

3.1.1 Campo Elétrico

O campo elétrico é um campo vetorial, já que as forças produzidas por este possuem uma orientação e um módulo (valor). O conjunto da distribuição desses vetores de campo elétrico “ \vec{E} ” entorno da partícula eletricamente

carregada forma o campo elétrico, e é possível detectar este campo colocando uma pequena carga de prova (q_0). Ao medir a força eletrostática “ \vec{F} ” que está atuando sobre a carga (q_0), é possível definir o campo elétrico “ \vec{E} ”, conforme equação descrita abaixo:

$$\vec{E} = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (2)$$

Para melhor visualizar e compreender o campo elétrico, Michael Faraday (apud Halliday, 2019), introduziu a ideia das linhas de campo elétrico, com objetivo de visualizar o comportamento do vetor do campo elétrico, no qual possuem componentes e uma função do ponto para definir. Sendo possível verificar as linhas ao entorno de qualquer partícula com carga elétrica, levando-se assim a conclusão que “as linhas de campo elétrico são usadas para visualizar a orientação e a intensidade dos campos elétricos” (HALLIDAY 2019, Vol. 3, p. 42).

Outra observação importante, sobre as linhas de campo elétrico, para a ideia proposta por Faraday, é que as linhas de campo elétrico saem das cargas positivas em direção as cargas negativas, conforme enunciado a seguir:

As linhas de campo elétrico se afastam das cargas positivas (onde começam) e se aproximam das cargas negativas (onde terminam). (HALLIDAY 2019, Vol. 3, p 24).

Sendo assim pode-se compreender o campo elétrico naquela região e o seu comportamento utilizando as linhas de campo elétrico e a equação do campo elétrico enunciada acima.

O campo elétrico também pode ser interpretado através da variação do potencial elétrico em relação à posição, mas para compreendermos melhor isso vamos definir o potencial elétrico.

Segundo Halliday, o qual define que o trabalho “ W ” de uma força gravitacional que atua sobre um objeto se desloca para outro nível e que o mesmo pode ser definido em termos da energia potencial “ $U = -W$ ”, onde “ U ” é a energia potencial (HALLIDAY 2019).

Pode-se assim assumir que para uma determinada região próxima da carga de teste “ q_0 ” em um sistema carga-campo, é apresentada uma energia “ U ” referente à configuração do sistema, sendo definida como “ $U = 0$ ”, e ao dividir esta energia potencial pela carga q_0 , obtém-se uma grandeza que está relacionada apenas com as distribuições de cargas de origem, a qual tem um valor em cada ponto ou região de um campo elétrico, apresentando um valor definido de potencial elétrico “ V ” (JEWETT 2017).

Conforme pode-se demonstrar nas equações abaixo, a energia potencial (U) e o potencial elétrico (V):

$$U = -W \quad (3)$$

$$V = \frac{-W}{q_0} \quad (4)$$

$$V = \frac{U}{q_0} \quad (5)$$

Sendo que a energia potencial é uma característica do sistema carga-ponto estabelecido em virtude da interação provocada entre a partícula carregada e o campo, pode-se assim relacionar a diferença de potencial entre dois pontos “ $\Delta V = V_b - V_a$ ” em um campo elétrico. Aplicando essa analogia na equação (5), temos a diferença de potencial entre dois pontos na equação abaixo:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0} = - \int_a^b \vec{E} \cdot \overline{d_s} \quad (6)$$

Supondo que um agente externo realize um trabalho que altere a energia potencial do sistema, adotando que “ $W = \Delta U$ ”, na equação (6) podemos deduzir que:

$$W = q_0 \Delta V \quad (7)$$

No sistema internacional (SI), tem-se que a unidade de medida de energia é o Joule (J) e a de carga o Coulomb (C), logo para potencial elétrico “ V ” temos que:

$$1V \equiv 1 J/C \quad (8)$$

Para o campo elétrico da equação (2) tem-se que as unidades de medida serão de (N/C), aplicadas na equação (6) onde “ \vec{d}_s ” representa o deslocamento infinitesimal em metros (m), pode-se, então, deduzir que a diferença de potencial possui unidades de campo elétrico multiplicadas pela distância.

$$1N/C \equiv 1 V/m \quad (9)$$

Assim chega-se a uma nova interpretação do campo elétrico, na qual ele “é uma medida da taxa de variação do potencial elétrico com relação à posição.” (JEWETT 2017, Vol. 3, p 57). Pode-se assumir que a mudança na energia potencial elétrica de um sistema para um deslocamento finito é a variação na energia potencial elétrica de um sistema e pode ser escrita como:

$$\Delta U = -q \int_A^B \vec{E} \cdot \vec{ds} \quad (10)$$

3.2 CIRCUITOS ELÉTRICOS

A relação de circuitos elétricos está diretamente associada ao nosso cotidiano, onde encontramos situações como acender ou apagar uma lâmpada, bem como saber qual chuveiro ou resistência devemos comprar para realizar um conserto dentro das nossas residências, ou simplesmente realizar uma ligação direta em seu veículo quando a bateria de um carro está descarregada.

O simples fato de apertar uma “tecla” para acender um filamento de uma lâmpada pode ser estudado e analisado como um experimento, fazendo parte do ensino de física. A seguir ir-se-á abordar e conceituar melhor os conceitos básicos presentes em circuitos elétricos, como por exemplo, a corrente elétrica conhecida popularmente como “amperagem”, a tensão elétrica ou diferença de potencial (d.d.p) conhecida como “voltagem” e outras grandezas como resistência e potência elétricas que serão necessárias para a realização e compreensão da aplicação do produto educacional.

3.2.1 Intensidade de Corrente e Densidade de Corrente

A corrente elétrica cuja unidade de medida no Sistema Internacional de medidas (SI) é o ampère representado pela sigla “A”. Na representação “1 A = 1 C/s”, 1 C corresponde à carga passando por uma determinada superfície em 1 segundo.

Em um circuito só será encontrada uma corrente elétrica de circulação se ele estiver fechado quando as conexões são feitas. Segundo MOYSÉS (2019): “Essa corrente resulta do movimento de elétrons livres, que se deslocam da placa negativa à positiva através do fio.” Este circuito é chamado de forma geral nos livros didáticos do ensino médio como “sentido real”. Por razões históricas tais livros tratam o sentido da corrente elétrica como o deslocamento de cargas positivas, sendo este o oposto do movimento dos elétrons, que é chamado nos livros didáticos de “sentido convencional”.

De acordo com TIPLER (2019) “a Corrente elétrica é uma taxa de fluxo de carga através de uma superfície: tipicamente a seção transversal de um fio condutor”. Segundo o autor a variação de carga (ΔQ) que atravessa uma área transversal (A) durante intervalo de tempo (Δt) determina a corrente elétrica “ I ”, sendo assim, uma carga que flui sobre uma superfície. Logo pode-se afirmar que: “se ‘ ΔQ ’ for a quantidade de carga que passa através da superfície em um intervalo de tempo ‘ Δt ’, a corrente média ‘ $I_{méd}$ ’ será igual à carga que passa através de ‘ A ’ por tempo unitário” (JEWETT, 2017, Vol.3 p 116), sendo a corrente média:

$$I_{méd} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}. \quad (22)$$

Se que uma carga ‘ dq ’ atravessa um plano hipotético em um determinado intervalo de tempo ‘ dt ’, pode-se assim definir a corrente elétrica segundo HALLIDAY (2019) como sendo:

$$i = \frac{dq}{dt}. \quad (23)$$

Para um condutor de seção transversal ‘ A ’, na qual ele conduz uma corrente “ I ”, o vetor densidade de corrente “ J ” é definido por uma corrente

unitária: “sendo a corrente ‘ $I = nqv_d A$ ’ e a densidade de corrente $J \equiv \frac{I}{A} = nqv_d$ ” (JEWETT, 2017, Vol. 3, p 118).

3.2.2 Resistência e Lei de Ohm

Em muitos materiais, a densidade de corrente é proporcional ao campo elétrico, nos quais a constante de proporcionalidade condutividade é representada pela letra grega sigma (σ), assim pode-se obter a expressão “ $J = \sigma E$ ”, na qual “E” é campo elétrico, assim:

Materiais e dispositivos que se comportam segundo a lei de Ohm e, portanto, demonstram esta relação simples entre E e J são chamados ôhmicos. Experimentalmente, no entanto, sabe-se que nem todos os materiais e dispositivos têm esta propriedade. Materiais e dispositivos cujo comportamento não é determinado pela Lei de Ohm são chamados não ôhmicos. A lei de Ohm não é uma lei fundamental na natureza, mas sim uma relação empírica, válida apenas para determinados materiais. (JEWETT, 2017, Vol. 3, p 119).

Existe diferenças entre resistência e resistividade de um condutor (material). A seguir, serão definidas cada uma delas. A resistência elétrica é o resultado da medição “da resistência entre dois pontos de um condutor, aplicando uma diferença de potencial ‘V’ entre esses pontos e medindo a corrente ‘I’ resultante” (HALLIDAY, 2019, vol. 3, p 146). Obtém-se assim a definição de “R” cuja equação é expressa como:

$$R = \frac{V}{i}, \quad (24)$$

na qual “V” representa a tensão dada em “volt” e “i” representa a corrente em ampère. Tem-se assim o “volt” por ampère, o qual é chamado de Ohm (Ω), ambos no SI.

Fazendo as analogias e deduções das equações pode-se chegar na relação de resistividade e resistência.

Assumindo que:

$$J = \sigma E . \quad (25)$$

E que, segundo Halliday, há a definição de ρ como:

$$\rho = \frac{E}{J} \quad \text{ou} \quad E = \rho J . \quad (26)$$

E considerando que os materiais possuem propriedades iguais em todas as direções, pode-se afirmar que:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (27)$$

Ainda assumindo que:

$$E = \frac{V}{l} \quad e \quad J = \frac{i}{A} \quad (28)$$

É possível combinar estas equações para deduzir a equação utilizada apenas para condutores isotrópicos homogêneos de seção reta uniforme.

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (29)$$

$$\rho = \frac{V/L}{i/A} \quad (30)$$

$$\rho = \frac{V/L}{i/A} \quad (31)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (32)$$

Concluindo assim que a resistividade é uma característica de acordo com o material e a resistência de uma propriedade que depende do componente.

3.2.3 Potência Elétrica

A potência elétrica (P) também é conhecida como a taxa de transferência de energia em um componente quando este está sendo submetido a uma diferença de potencial (d.d.p).

Para entender melhor a definição de potência elétrica, podemos citar a definição de MOYSÉS (2019, Vol. 3 p, 119) “quando é transportada uma carga ‘dq’ atravessando uma diferença de potencial ‘V’, é necessário fornecer uma energia ‘V•dq’ para manter a corrente durante o intervalo ‘dt’ atravessando ‘V’”. Assim pode-se definir como:

$$dW = (idt)V \quad (33)$$

Em outras palavras a energia por unidade de tempo:

$$\frac{dW}{dt} = iV = P \quad (34)$$

sendo a potência dada em Watt (W) no SI, onde “W = Ampère x Volt”.

Caso o dispositivo seja um resistor, a potência também pode ser obtida através das equações:

$$P = i^2R \quad \text{ou} \quad P = \frac{V^2}{R} \quad (35)$$

Pode-se assim considerar os conceitos das grandezas acima definidos, como sendo os conceitos básicos para o entendimento de circuitos elétricos para aplicação do produto educacional, e no decorrer da aplicação pode-se melhor definir as grandezas, como por exemplo, diferenciando a corrente elétrica em corrente contínua ou alternada.

3.2.4 Associação de Resistores

Antes de apresentar propriamente cada associação de resistores, ressalta-se que existem dois métodos diferentes para que seja determinada a corrente de um circuito. Um deles se baseia na lei da conservação de energia, e o outro no potencial. Dos quais neste trabalho será abordado o método fundamentado na conservação da energia.

Analisando a equação 35 (dissipação resistiva), sendo ($P = i^2R$) para um intervalo de tempo “dt”, tem-se que a energia dissipada do resistor é transformada em energia térmica, supondo que não há percas no fio, ou seja, os

mesmos não dissipam energia (condutor ideal). Segundo Halliday, para que uma carga “ dq ” se mova é necessário que a fonte realize um trabalho “ dW ”, podendo ser definido como uma força eletromotriz (E) gerada por meio desse trabalho dado pela equação:

$$E = \frac{dW}{dq}. \quad (36)$$

Trata-se de uma fonte a qual realiza um trabalho por unidade de cargas que são transferidas de um ponto de baixo potencial para de alto potencial, sendo suas dimensões dadas em *joules por coulomb* (J/C), no qual é comumente descrita no Sistema Internacional (SI), como *volt* (V).

Considerando que possuímos uma fonte de tensão ideal, onde a diferença de potencial entre os terminais da fonte é igual à força eletromotriz (E), podemos manipular a equação (36) e chegar na lei da conservação da energia conforme demonstrações abaixo:

$$dW = E dq = Ei dt \quad (37)$$

$$Ei dt = i^2 R dt \quad (38)$$

$$E = iR \quad (39)$$

$$i = \frac{E}{R} \quad (40)$$

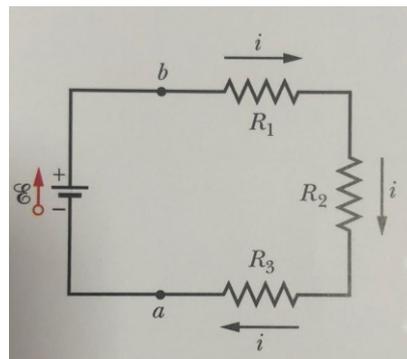
Logo, a energia por unidade de carga transferida para as cargas que estão em movimento, possui a mesma unidade de carga transferida pelas cargas em movimento (HALLIDAY 2019).

Partindo do conceito da lei da conservação da energia, neste trabalho foram adotadas associações de uma malha ligadas apenas a uma fonte considerada ideal. Essas associações podem ser dadas de três maneiras diferentes: série, paralela e mista.

3.2.4.1 Associação em série

Pode-se definir a associação em série, como sendo resistências que estão ligadas uma após outra, conectadas a uma fonte ideal, ligadas a suas extremidades, aplicando-lhes uma diferença de potencial (d.d.p), conforme figura a seguir:

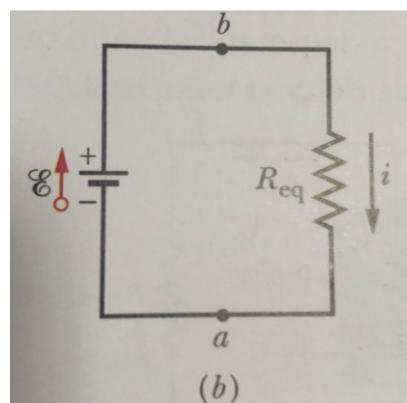
Figura 2: Três resistores ligados em série.



Fonte: Livro Halliday, 2019, vol.3, p 169.

Assim, pode-se obter uma resistência equivalente " R_{eq} " dos três resistores associados em série conforme mostra a figura a seguir:

Figura 3: Circuito Equivalente de três resistores em série substituídos por R_{eq} .



Fonte: Livro Halliday 2019, vol.3, p 169.

Como é possível notar nas figuras acima, as diferenças de potenciais entre os terminais de cada resistência geram uma mesma corrente " i " em todas as resistências.

Quando uma diferença de potencial " V " é aplicada a resistências ligadas em série, a corrente " i " é a mesma em todas as resistências, e a soma das diferenças de potencial das

resistências é igual à diferença de potencial aplicada “V”. (HALLIDAY, 2019, Vol. 3, p 119).

Caso possua mais de um caminho não temos a definição de associação em série, mas é possível substituir estas por uma resistência equivalente:

Resistências ligadas em série podem ser substituídas por uma resistência equivalente “Req”, percorrida pela mesma corrente “i” e com a mesma diferença de potencial total “V” que as resistências originais. (HALLIDAY, 2019, Vol. 3, p 119).

Baseando-se na lei da conservação da energia e ao aplicar a regra das malhas nos dois circuitos pode-se demonstrar que:

$$E - iR_1 - iR_2 - iR_3 = 0 \quad \text{ou} \quad i = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (41)$$

$$E - iR_{eq} = 0 \quad \text{ou} \quad i = \frac{E}{R_{eq}} \quad (42)$$

Igualando as equações (40) e (41) tem-se que:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (43)$$

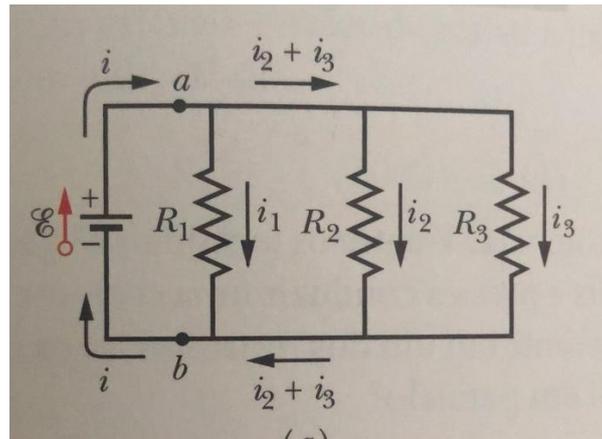
Pode-se generalizar esta equação (43) para “n” resistores, em que notar-se-á que a resistência equivalente será sempre maior que a maior resistência, conforme equação a seguir:

$$R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j \quad (\text{associação em série para “n” resistores}) \quad (44)$$

3.2.4.2 Associação em paralelo

Pode-se definir a associação em paralelo, como sendo resistências que estão ligadas entre si nas duas extremidades, conectadas a uma fonte ideal, assim todas estão sujeitas a uma mesma diferença de potencial (d.d.p), conforme figura a seguir:

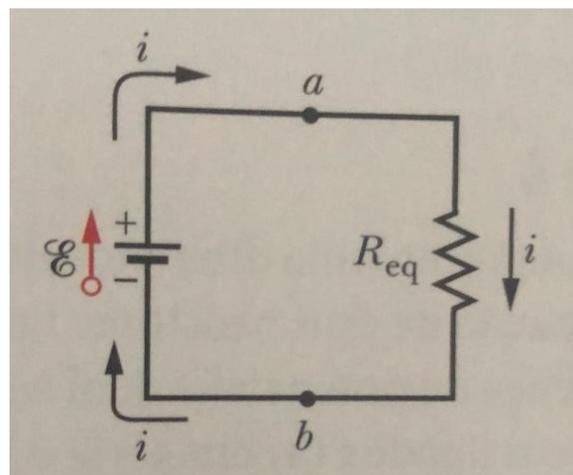
Figura 4: Três resistores ligados em paralelo.



Fonte: Livro Halliday 2019, vol.3, p 175.

Logo pode-se obter uma resistência equivalente " R_{eq} " dos três resistores associados em paralelo conforme mostra a figura abaixo:

Figura 5: Circuito Equivalente de três resistores em paralelo substituídos por " R_{eq} ".



Fonte: Livro Halliday 2019, vol.3, p 175.

Como pode-se notar nas figuras acima, as diferenças de potencial aplicada " V " para uma fonte ideal é mantida, assim tem-se que:

Quando uma diferença de potencial " V " é aplicada a resistências ligadas em paralelo, todas as resistências são submetidas à mesma diferença de potencial V . (HALLIDAY, 2019, Vol. 3, p 175).

Assim é possível concluir que as somas das correntes parciais é a mesma que a corrente total, como está descrito na equação a seguir:

$$i_{total} = i_1 + i_2 + i_3 \quad (45)$$

Assim, tem-se que as correntes parciais são dadas como:

$$i_1 = \frac{V}{R_1}, \quad i_2 = \frac{V}{R_2}, \quad i_3 = \frac{V}{R_3}, \quad (46)$$

Igualando as equações (45) e (46) tem-se que:

$$i_t = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \quad (47)$$

Isolando o “V”:

$$i_t = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (48)$$

$$i_t = \frac{V}{R_{eq}} \quad (49)$$

Agora é possível comparar as equações (47) e (49) e concluir que para a associação em paralelo há o inverso da soma como equação abaixo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (50)$$

Assim como foi realizado com a associação em série, foi feito o mesmo para associação em paralelo na equação (50) para “n” resistores, na qual foi notado que a resistência equivalente será sempre menor que a menor resistência, conforme equação abaixo.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} \quad (\text{associação em paralelo para “n” resistores}) \quad (51)$$

3.2.4.3 Associação mista

Já para as associações mistas há as combinações das duas associações supracitadas, nas quais deve-se interpretar os melhores caminhos para se obter ao final uma única resistência equivalente conforme necessário: sabendo que para estas há características de tensões e correntes diferentes para cada caso.

3.2.5 Condutores e Isolantes

Sabe-se que cada material apresenta uma característica elétrica, no que se diz aos elétrons livres na camada de valência, na qual através da distribuição eletrônica de acordo com o diagrama de Lewis, é possível classificar este

material como condutor ou isolante elétrico. Alguns exemplos de condutores são: Cobre, Alumínio, Prata e Ouro (metais). Já para os isolantes temos como exemplos: Madeira, Plásticos, Borracha, Lã, Vidro, Vácuo.

Os condutores apresentam três características principais: sólido, líquido e gasoso. Neste trabalho serão utilizados os sólidos, comumente conhecidos como condutores metálicos, que tendem a doar elétrons aos átomos da sua vizinhança, possibilitando o movimento dos elétrons livres em um meio condutor. Além desses dois tipos de materiais supracitados, existem duas categorias de condutores.

A primeira são os semicondutores: estes apresentam características de conduzir ou isolar a passagem dos elétrons e estão condicionados as condições físicas. Segundo Halliday (2019), são materiais que apresentam um pequeno número de elétrons de condução, mas que suas características para conduzir elétrons melhoram quando são dopados com outros átomos que fornecem elétrons livres. São exemplos desses materiais, o Germânio e o Silício.

Já os supercondutores são os materiais para condições de temperaturas baixas, “cuja resistência diminui para zero quando estão abaixo de uma determinada temperatura “ T_c ”, conhecida como temperatura crítica” (JEWETT 2017, Vol. 3, p. 126). Deixa-se claro que não foram abordados esses conceitos nas duas categorias acima citadas, apenas foram utilizados isolantes e condutores convencionais na prática de circuito elétricos.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional apresentado nesta seção é a parte prática do mestrado que foi aplicado na íntegra nas turmas 3º A e 3º B do ensino médio, período noturno, do Colégio Estadual Ipê Roxo, situado na cidade de Foz do Iguaçu - Paraná, no ano de 2019, sendo este o resultado final compondo a dissertação apresentada para a conclusão do Curso do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), realizado no Polo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira, e tendo como foco principal estimular o uso de atividades experimentais no ambiente escolar.

Esse produto foi desenvolvido, visando colaborar com as demandas supracitadas sobre o ensino de física nos capítulos anteriores. Assim foi apresentado como uma forma alternativa, o produto educacional, que trata-se de uma aprendizagem significativa em uma abordagem no ensino de circuitos elétricos, abordando os conceitos de corrente, tensão (d.d.p), resistência e potência elétrica no ensino médio, sendo as aulas aplicadas de forma teórico-experimental em sala de aula e no laboratório de ciências.

As atividades experimentais estão organizadas numa sequência lógica, para facilitar a realização da montagem do projeto final “**Minha Escola**”, sendo necessária a criação de uma “sequência didática”. Tendo como objetivo induzir os alunos, através destas atividades experimentais, a buscar uma relação de proximidade entre a teoria e a prática, partindo dos seus conhecimentos prévios sobre conceitos físicos básicos de circuitos elétricos, tais como: cargas elétricas, condutores e isolantes elétricos, formando os subsunçores iniciais¹. Partindo deste ponto para a idealização de conceitos sobre circuitos elétricos, onde abordou-se os conteúdos que tratam de corrente elétrica, resistência elétrica, tensão elétrica e potência elétrica em circuitos em corrente alternada (AC) e corrente contínua (DC).

¹ Moreira afirma que a partir do momento que esses novos conceitos são interpretados de maneira significativa, irá resultar em um crescimento e elaboração dos subsunçores (aspectos relevantes da estrutura cognitiva que servem de ancoradouro para a nova informação) iniciais, com o intuito de chegar ao papel do mediador do conhecimento.

Desta forma este trabalho foi dividido em duas fases. Na primeira fase foi tratado da formulação de conceitos básicos em circuito DC, identificou-se e manipulou-se os componentes e instrumentos eletrônicos em circuitos elétricos em DC e realizou-se os mesmos em circuitos AC. Ressalta-se que foi adaptada a teoria proposta de Zabala, como citado no Capítulo 1 desta dissertação na aplicação desta fase.

Na segunda fase foram colocados estes conhecimentos físicos sobre circuitos elétricos em prática com a construção do Projeto denominado “**Minha Escola**”, com auxílio de simuladores virtuais. Estes serão descritos melhor durante a explanação das fases deste produto, apresentando quais foram os materiais, ferramentas e métodos utilizados durante a aplicação deste produto, na disciplina de Física.

4.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Para a elaboração e aplicação do produto educacional, foram buscadas atividades nas quais o professor pôde utilizar materiais acessíveis e que apresentassem baixo valor de mercado, ao comparar com os kits que encontramos disponíveis no mercado. Ressalta-se que fica a critério do professor adaptar os materiais dentro da sua realidade pedagógica e estruturas físicas disponíveis.

Buscando facilitar a sua aplicação, em função da realidade dos professores do ensino médio de física da rede pública de ensino e devido a possuir na sua grande maioria apenas duas horas/aulas de 50 minutos cada, nem sempre geminadas, organizou-se que o produto educacional fosse desenvolvido em fases, sendo esta organização distribuída em duas fases com quatro etapas cada.

A primeira fase, na qual abordamos os conceitos teórico-experimentais relacionados aos conteúdos estruturantes de eletrostática/eletricidade, focando nos conteúdos específicos relacionados a circuitos elétricos, os quais foram distribuídos em 4 etapas principais.

Na primeira etapa da fase 1, a qual foi aplicada em uma hora/aula, baseada na aprendizagem significativa de Ausubel e em considerações de Moreira, conforme foi citado no Capítulo 2, realizou-se a aplicação de um pré-

teste, utilizado como instrumento de verificação, com mapas mentais desenvolvidos pelos alunos sobre circuitos, para mensurar os conhecimentos prévios. Nesta mesma aula realizou-se a divisão da turma em grupos, os quais permaneceram com os mesmos integrantes até a finalização deste produto (trabalho). Foi proposta para as turmas a formação de 8 grupos. Cada grupo em fases posteriores necessitou de um kit que será detalhado melhor a seguir.

A segunda etapa da fase 1, que foi desenvolvida em duas horas/aula, teve como objetivo principal mostrar aos alunos alguns componentes eletrônicos, tais como: Protoboard, fontes em corrente contínua (DC) e instrumentos de medições. Nessa etapa ao apresentou-se aos alunos os componentes eletrônicos. Sugere-se ao professor que, quando aplicar esta etapa, mostre imagens, aplicações e se possível leve alguns destes materiais para que os alunos tenham o contato físico com estes dispositivos. Sugere-se também desenhar no quadro o princípio de funcionamento do Protoboard adotado no kit deste produto.

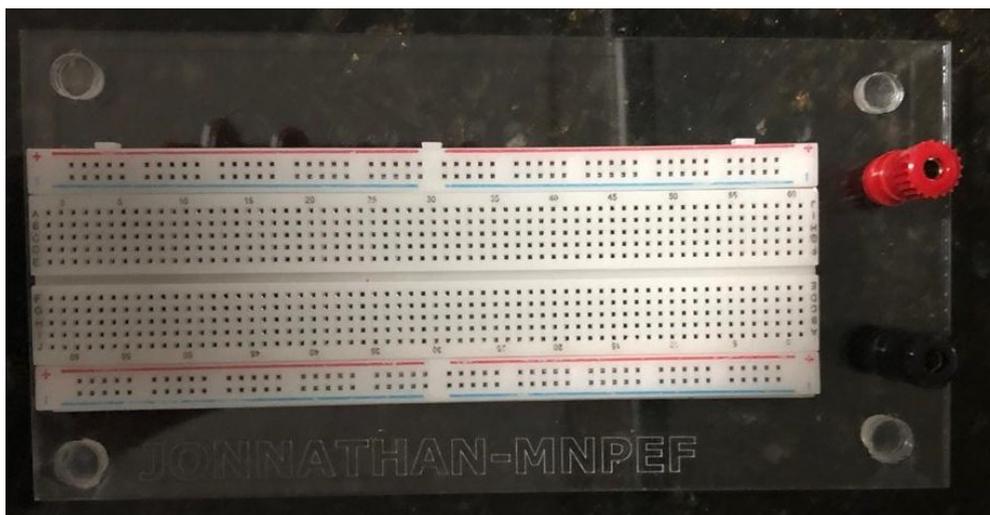
Para a realização dessa etapa é fundamental deixar claro aos alunos os conceitos de corrente elétrica e suas formas que podem ser encontradas no dia a dia do aluno. Ao abordar a corrente elétrica alternada e a contínua, exponha os sentidos destas, que podem ser o sentido convencional (relacionado com a teoria) e o real (relacionado com a prática). Explique a necessidade de entender o conceito de uma tensão elétrica, chamada de diferença de potencial (d.d.p), associada a uma fonte de energia, a qual neste trabalho está classificada em dois grupos principais: as fontes em corrente contínua (DC) e as fontes em corrente alternada (AC). Após conhecerem estes dois conceitos pode-se introduzir o conceito de potência elétrica.

Importante deixar claro ao aluno que, na primeira fase trabalha-se conceitos envolvendo fontes (DC) e (AC) e, posteriormente, na segunda fase somente conceitos com fontes (AC). Sugere-se ao professor deixar claro os riscos e as devidas precauções que se deve realizar para evitar consequências fisiológicas ou até mesmo perdas de materiais por mau uso, afetando a sequência do trabalho e ocasionando gastos desnecessários.

Na terceira etapa da fase 1, a qual foi aplicada em uma hora/aula, abordaram-se os circuitos (DC), nos quais os alunos, devidamente distribuídos

em grupos, realizaram a montagem de um circuito eletrônico em um Protoboard: dispositivo este que tem a função de realizar ensaios, testes. O qual é uma placa com furos em que se pode realizar ligações elétricas e manusear os componentes eletrônicos sem a necessidade de fazer soldas ou emendas. Pode-se alimentá-lo a uma fonte de corrente (DC), conforme figura abaixo:

Figura 6: Protoboard (Placa de Ensaios).



Fonte: autoria própria.

Nesta etapa, após a montagem de um circuito, foram realizadas medições e a construção de um gráfico da lei de Ohm. Assim foi possível observar que a resistência permanece constante ao variar a tensão e a corrente, desde que respeitadas as características dos componentes utilizados no circuito.

A quarta etapa da fase 1 foi desenvolvida em uma hora/aula. Trabalhou-se o conceito de circuitos elétricos com corrente alternada (AC), tendo como prática a associação de três lâmpadas com as mesmas características físicas e fazendo com que suas intensidades luminosas variassem de acordo com o modo de ligação, introduzindo assim os conceitos de associações de resistências em série, paralelo ou mista.

Após o trabalho na primeira fase com os grupos, conceituou-se e aplicou-se esses conceitos nas quatro etapas. Assim houve condições de iniciar a segunda fase deste produto educacional, lembrando que, caso julgue necessário e seja possível dentro do cronograma de ensino, o professor pode realizar um *feedback* (retomada de conteúdos) com os seus alunos em mais uma aula antes de seguir para próxima fase.

Na segunda fase, iniciamos o desenvolvimento do projeto “**Minha Escola**”. Assim como na fase 1, para sua melhor aplicação e desenvolvimento, dividiu-se em quatro etapas principais e manteve-se os mesmos grupos inicialmente.

Para a realização da primeira etapa da fase 2, dividiu-se o projeto “**Minha Escola**” em oito partes. Cada um dos oito grupos ficou responsável por uma parte do projeto dos circuitos elétricos aplicados no “**Minha Escola**”. Nesta aula, adotou-se o uso de software disponível na internet para realizar os testes (Simuladores AC e DC disponíveis no Phet Física e o uso de simuladores ENEL e COPEL para o dimensionamento de cargas). Esta etapa foi desenvolvida no laboratório de informática e ficou como tarefa: cada grupo finalizar suas atividades em casa.

Já na segunda etapa da fase 2, aplicada em duas horas/ aula, consistiu-se de tempo disponibilizado para que os alunos trabalhassem em grupos e realizassem a construção do projeto “**Minha Escola**”, trocando experiências, desenvolvendo o trabalho em equipe, o diálogo, a prática e a vivência do projeto propriamente dito. Sabe-se da realidade das escolas públicas e que muitos alunos não têm acesso à internet ou a recursos, e que muitas vezes trabalham durante o dia, por isso, essa fase é fundamental no trabalho, sendo de extrema importância que o professor seja o mediador do projeto nesta etapa. O mesmo deve acompanhar e dar todo o suporte necessário dentro das especificidades do projeto. Caso seja necessário, o professor pode ampliar esta etapa para mais uma ou duas aulas, tomando cuidado para não estender muito este trabalho. Alguns detalhes podem ser ajustados no contraturno, caso haja disponibilidade do professor na sua jornada de trabalho e haja participação dos alunos.

A terceira etapa da segunda fase, realizada em uma hora/aula, consiste na fase de teste das ligações finais do projeto “**Minha Escola**”.

Como quarta e última etapa da fase 2, deste produto educacional, tem-se o processo avaliativo, no qual os alunos e seus respectivos grupos apresentaram um relatório final do projeto “**Minha Escola**”. Sugeriu-se aos alunos, que durante cada fase e etapas os grupos realizassem anotações para utilizar no seu relatório final. Após cumpridas todas essas etapas, finalizou-se o trabalho, aplicando um

pós-teste, utilizando os mapas conceituais propostos por Moreira. Neste pós-teste, cada aluno desenvolveu o seu mapa conceitual individualmente.

Dentro da disponibilidade e tempo pode-se expor todos os mapas e realizar um debate (diálogo) sobre os circuitos elétricos e como este está associado ao cotidiano.

4.2 CRONOGRAMA

Para aplicação do produto educacional foram necessárias 10 horas/aulas, mas vale ressaltar que caso o professor julgue necessário ampliar ou reduzir este período de aplicação das duas etapas, pode realizar ajustes dentro das suas especificidades.

Os alunos desenvolveram as atividades do produto educacional em sala de aula (teoria e prática) e, além deste tempo disposto, teve momentos de pesquisa em casa, na biblioteca ou na hora-atividade do professor (orientações) na escola.

Este produto foi aplicado em duas turmas de 3º ano noturno 2019, mas também foi realizado o teste de algumas etapas com uma turma de EJA no ano anterior.

4.3 DOMÍNIO DO ASSUNTO PELO DISCENTE DO MESTRADO

O discente apresenta dois cursos técnicos na área (aprendizagem eletromecânica – SENAI (2007) e técnico em eletrotécnica - Colégio Iguaçu '2010'), experiência profissional com circuitos elétricos, graduação em Física, além das disciplinas do mestrado que o auxiliaram na implementação do seu produto educacional, contribuindo de forma significativa para o domínio dos conteúdos ministrados.

Dessa forma, foi possível elaborar e construir os equipamentos, materiais e experimentos, sendo auxiliado pelo seu orientador, para que o produto educacional fosse aplicado com segurança em sala de aula, fator este, sempre levado em consideração na aplicação deste trabalho.

4.4 MATERIAIS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

Buscou-se nas atividades desenvolvidas, utilizar materiais acessíveis e que apresentassem baixo valor de mercado, ao comparar com os kits disponíveis encontrados. Ressalta-se que fica a critério do professor adaptar os materiais dentro da sua realidade na escola, tornando assim este produto educacional aplicável em qualquer ambiente escolar. Nesta seção foram descritos os materiais e ferramentas utilizados (Tabela 1) para a realização de cada fase do produto educacional, abaixo tem-se a descrição referente à primeira fase do trabalho:

Tabela 1: Materiais e ferramentas utilizados na primeira fase.

Quantidade	Material/Ferramenta
01	Notebook, Multimídia e Internet.
01	Fonte de Alimentação de 0 a 15 V.
01	Régua de distribuição de 0 a 15 V com proteção (fusível).
08	Protoboard.
08	Kits de cabos de eletrônica (pino banana).
08	kits de Cabos Condutores elétricos (jumper macho).
08	kits de Cabos Condutores elétricos (fio).
08	kits de Resistores (diferentes valores).
08	kits de Led (amarelo, azul, branco, verde, vermelho).
08	Multímetros (Voltímetro e Amperímetro).
01	Caixa de alimentação com proteção elétrica DR.
08	kits de bornes de conexão.
08	kits de 3 lâmpadas incandescentes com as mesmas características e soquetes com fios (bocal).
08	Fita isolante ou Conectores de emenda rápida(opcional)
08	Alicate (opcional; um por Kit).
08	Chave de Fenda (opcional; um por Kit).
08	Chave de Phillips (opcional; um por Kit).

Fonte: Autoria própria.

Lembrando que se pode reduzir ou substituir alguns materiais dentro da realidade de cada professor e ambiente escolar, como por exemplo, a quantidade de alicates e chaves, e fazer compartilhamento de lâmpadas na hora de realizar os testes. Uma sugestão para o professor, seria procurar a direção da escola, a associação de pais, ou buscar parcerias com universidades e instituições de ensino; ou ainda, por contribuição voluntária ou empréstimos destes materiais com professores, pais e alunos.

Abaixo listamos os materiais e ferramentas para o desenvolvimento do projeto “**Minha Escola**”:

Tabela 2: Materiais e ferramentas utilizados na segunda fase.

Quantidade	Material/Ferramenta
01	Notebook, Multimídia e Internet.
08	Multímetros (Voltímetro e Amperímetro).
01	Caixa de alimentação com proteção elétrica DR.
08	Conectores de emenda rápida(opcional).
08	Fita isolante.
08	Alicate (opcional; um por Kit).
08	Chave de Fenda (opcional; um por Kit).
08	Chave de Phillips (opcional; um por Kit).
2000X3000 mm	Madeirit.
15 a 20	Dispositivos de manobra (interruptores de sobrepor).
15 a 20	Receptáculos (bocal E-27).
15 a 20	Lâmpadas incandescentes.

Fonte: Autoria própria.

Demais detalhes, informações e sugestões para aplicação deste produto educacional sobre sua confecção, aquisição e sugestões de materiais que podem ser utilizados, encontram-se disponíveis no próprio Produto Educacional.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo estão apresentados os resultados obtidos e um explicação sobre a aplicação do produto educacional “**Minha Escola**”, o qual teve como objetivo principal aproximar o aluno da sala de aula com a sua realidade no mundo fora do ambiente escolar, relacionando a escola e a sociedade na abordagem da temática de circuitos elétricos.

5.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Conforme descrito nos capítulos anteriores, este produto está dividido em duas fases, contendo quatro etapas cada uma. Desta forma está detalhada a aplicação de cada fase realizada com os alunos do noturno da 3ª série do ensino médio. Na próxima seção há mais informações sobre a escola e esse público que participou da aplicação. Vale ressaltar, que esse mesmo produto foi aplicado em outras turmas do mesmo colégio, porém sua aplicação não está inserida nesta dissertação.

Na primeira fase abordou-se conceitos teórico-experimentais sobre circuitos elétricos, partindo da proposta de Moreira (2017), buscando saber os conhecimentos prévios dos alunos, Desta forma na 1ª Etapa, a qual aplicamos em 1 aula, realizou-se um pré-teste, utilizando a ferramenta de mapas mentais. Nesta mesma aula, ocorreu a formação dos 8 grupos para aplicação e desenvolvimento do projeto, sendo proposto aos alunos que fizessem um mapa mental sobre circuitos elétricos. Observou-se que grande parte deles compreendem os circuitos elétricos como energia elétrica. Apresentou-se também detalhes e informações de como serão as próximas aulas, ressaltando a importância da participação na sequência do “trabalho”: Produto educacional.

Na 2ª etapa, realizou-se duas aulas de forma expositiva e dialogada com os alunos, apresentando aos alunos os componentes eletrônicos, Protoboard, Fontes de energia em corrente Contínua (DC), “o famoso positivo e negativo”, e alguns instrumentos necessários, como o multímetro (multi-teste) para realizar as medições com segurança. Nesta mesma etapa foram conceituadas a corrente elétrica, a tensão elétrica e a potência elétrica. Muitos alunos fizeram

questionamentos sobre equipamentos de som, baterias de carros, celulares e equipamentos da sua casa, podendo assim haver aproximação do conteúdo da à realidade dos alunos, despertando seu interesse.

Já na 3ª etapa iniciou-se dentro da própria sala de aula a montagem de um circuito eletrônico DC, com o objetivo principal de fazer com que os alunos pudessem manusear componentes eletrônicos e instrumentos de medições apresentados aos alunos, conforme tabela abaixo²:

Atividade 01 – Circuitos DC: Realizar a montagem de um circuito no Protoboard; manusear os componentes eletrônicos e instrumentos de medições.

Atividade Experimental: Elaboração da montagem de um circuito elétrico em DC, no Protoboard, para ligar três lâmpadas LED 5 mm (Azul, Verde e Vermelho), utilizando resistores (1x 22R, 1x47R e 3x100R) e cabos para realizar as ligações para seu funcionamento. Utilizou-se como *datasheet* a tabela abaixo:

Tabela 3: Faixa de tensão e corrente das Led alto brilho.

Características do LEDs		
Cor	Tensão elétrica (V)	Corrente Elétrica (mA)
Amarelo	1,8 V a 2,0 V	20 mA
Laranja	1,8 V a 2,0 V	20 mA
Vermelho	1,8 V a 2,0 V	20 mA
Verde	2,0 V a 2,0 V	20 mA
Azul	2,5 V a 3,0 V	20 mA
Branco	2,5 V a 3,0 V	20 mA

Fonte: Autoria própria.

1º passo: Monte o diagrama do circuito abaixo.

Nesta atividade, cada grupo conseguiu realizar a montagem do circuito, mas alguns apresentaram dificuldades em realizar as medições, neste momento, o professor teve o papel de mediador e realizou as devidas orientações e demonstrações.

2º passo: Realizar as medições:

R 1= ? R2= ? R3= ?

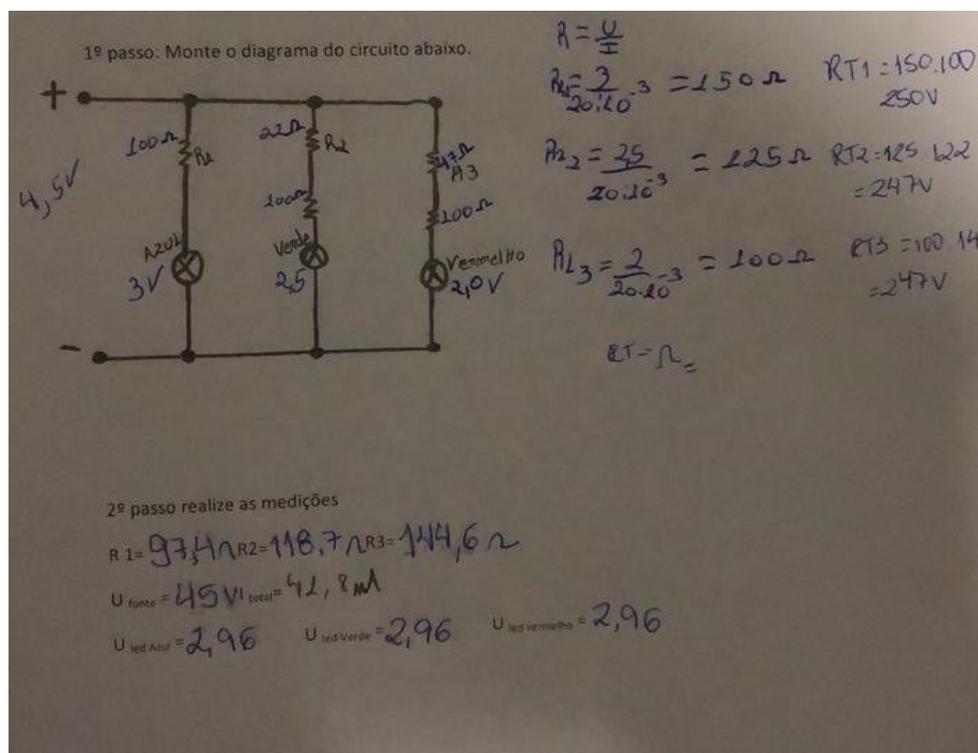
U fonte = ? I total= ?

² Salienta-se que cada professor pode adaptar esta atividade dentro da sua metodologia.

$U_{\text{led Azul}} = ?$ $U_{\text{led Verde}} = ?$ $U_{\text{led vermelho}} = ?$

Em média os resultados obtidos pelos grupos foram próximos. Abaixo compartilhamos os resultados obtidos pelo grupo 01.

Figura 7: Resposta da atividade da 3ª etapa: grupo 01.



Fonte: Autoria própria.

Ao realizar a montagem, os alunos tiveram o primeiro desafio de associar o resistor para chegar a valores próximos para cada Led conforme mostrado no esquema elétrico realizado por eles, assim trabalhou-se o conceito de associação em série e paralelo.

Nessa aula, os alunos aprenderam a manipular o Protoboard, a realizar as ligações de um Led e como elas devem ser conectados na fonte, respeitando a tensão mínima para seu funcionamento e a máxima para não queimarem o Led; aprenderam que um Led possui posições de funcionamento, cátodo e ânodo. Abaixo compartilhamos as montagens dos circuitos elétricos DC realizadas pelos 8 grupos de uma das turmas do 3º ano.

Figura 8: Montagem dos circuitos DC dos 8 grupos.



Fonte: Autoria própria.

Na 4ª etapa, realizou-se a montagem de um circuito de corrente alternada (AC), trazendo a proposta para os alunos realizarem a associação de 3 lâmpadas com as mesmas características físicas e com intensidades luminosas diferentes (abordou-se de forma intuitiva as associações em série, paralelas e mistas). Importante ressaltar que para aplicação dessa aula o professor deve tomar todas as medidas possíveis pensando na segurança dos alunos, e as escolas precisam possuir laboratórios apropriados. Por isso propôs-se a construção da Caixa de Alimentação com proteção elétrica DR.

O Disjuntor DR é capaz de desligar os circuitos ao perceber pequenas correntes de fuga pelo condutor fase ou neutro. Há uma extensão que pode ser ligada em qualquer tomada, uma chave liga/desliga e um medidor de tensão,

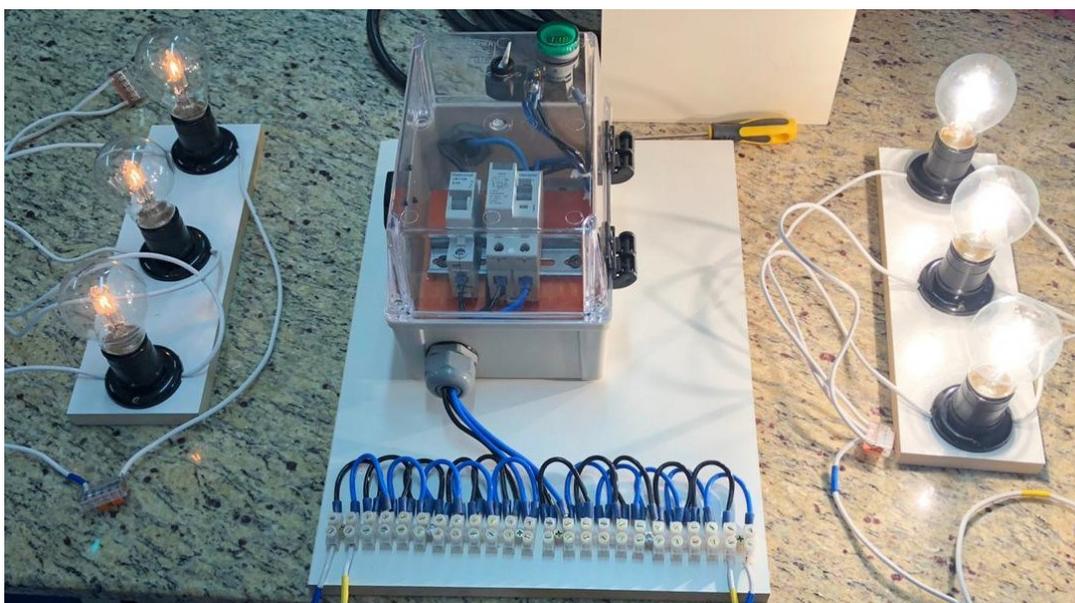
embora não haja necessidade da construção dessa caixa para execução da atividade, optou-se por ela devido a uma maior segurança proporcionada. Vale ressaltar que a mesma pode ser aproveitada pelo professor nas suas demais aulas e sequências do produto educacional.

Nessa etapa foi lançado o desafio para que os alunos realizassem o máximo possível de ligações com três lâmpadas, variando as suas intensidades luminosas. Sabe-se que seriam possíveis três tipos de associações diferentes pelos alunos e que elas formariam resultados de associações de resistências iguais (no caso, lâmpadas com as mesmas características). Assim, os resultados obtidos foram: todas as lâmpadas com suas intensidades luminosas fracas, todas as lâmpadas com suas intensidades fortes, e uma associação com uma lâmpada forte e duas fracas.

Importante ressaltar que antes de realizar as ligações o professor deve verificar se elas não geram um curto-circuito (resistência zero). Houve vários casos na aula com as duas turmas, e o professor pode usar essa situação para explanar o conteúdo com os alunos.

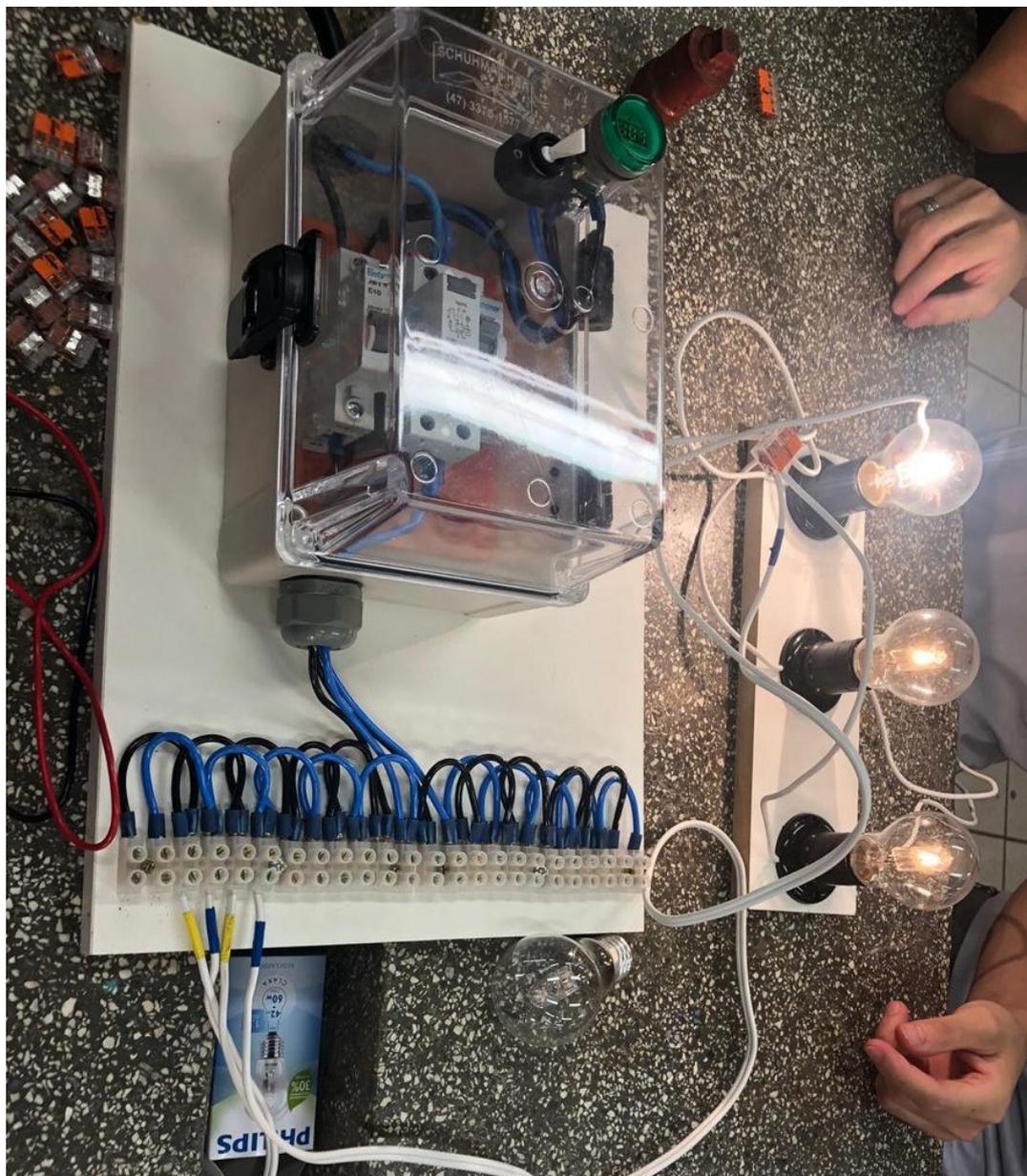
Para cada ligação realizou-se perguntas sobre a montagem do circuito pelo aluno e o que ele esperava que acontecesse quando a fonte de energia fosse conectada. A seguir iremos ilustrar imagens das montagens dos grupos.

Figura 9: Montagem dos circuitos AC - Associação em Série (esquerda) e Associação em Paralelo (Direita).



Fonte: Autoria própria.

Figura 10: Montagem dos circuitos AC - Associação Mista.



Fonte: Autoria própria.

Durante a aula, os alunos ficaram um bom tempo realizando tentativas para fazer uma quarta montagem para acender duas lâmpadas fortes e uma fraca para aprenderem que não era possível conseguir este resultado com as 3 lâmpadas. Desta forma, nesta atividade foram aplicados os três tipos de associações de resistências: série, paralelo e mista.

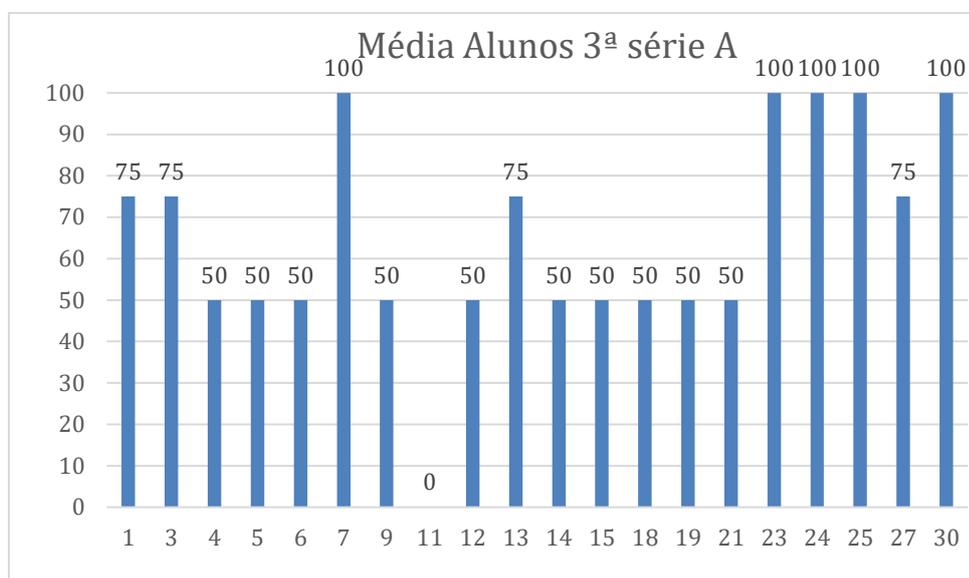
No final da aula, os alunos receberam uns cartões de respostas, e com o auxílio de um projetor expunha-se perguntas para os alunos, que respondiam de

forma individual através da plataforma Plickers, a qual foi utilizada como uma das formas de avaliação durante a execução do projeto. As perguntas realizadas foram:

- 1- Como ligamos as lâmpadas com intensidades diferentes?
 - a) Série
 - b) Paralelo
 - c) Mista
 - d) Nenhuma das opções
- 2- Ao ligar as lâmpadas em série, como fica a intensidade delas?
 - a) Iguais
 - b) Diferentes
 - c) Duas iguais e uma diferente
 - d) Apagadas
- 3- Ao ligar as lâmpadas em paralelo, como fica a intensidade delas?
 - a) Iguais
 - b) Diferentes
 - c) Duas iguais e uma diferente
 - d) Apagadas
- 4- Ao ligar as lâmpadas em associação mista, como fica a intensidade delas?
 - a) Iguais
 - b) Diferentes
 - c) Duas iguais e uma diferente
 - d) Apagadas

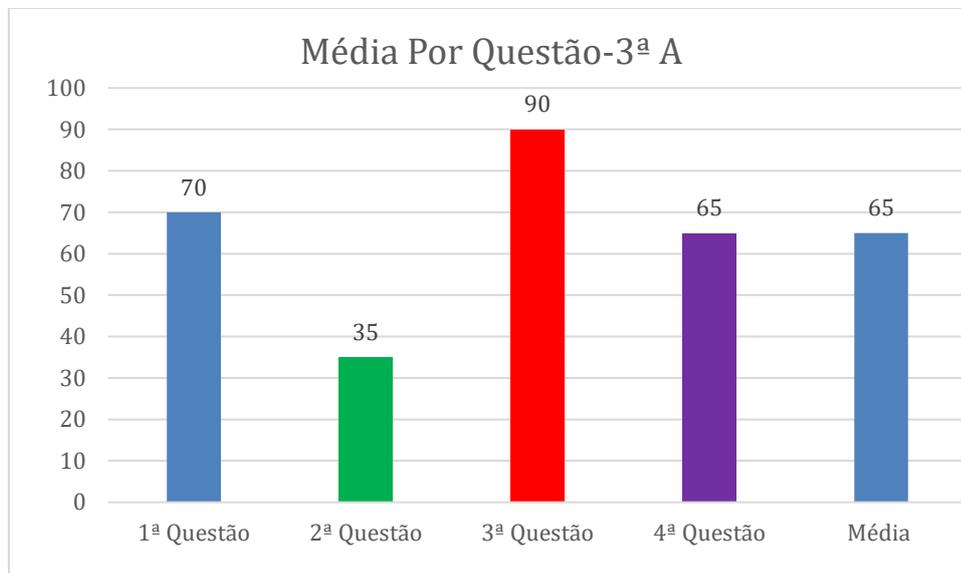
Após realizar estas perguntas, o resultado já foi disponibilizado na hora, assim pôde-se retomar o conteúdo e realizar a fixação dos conceitos com os alunos, em outras palavras, houve a retomada de conteúdo. Ao realizar os questionamentos houve um aproveitamento de 65% das duas turmas no questionário, sendo possível observar também o rendimento individual do aluno, pois o aplicativo permite ao professor associar o número do cartão com o número da chamada ou optar por colocar o nome do aluno. Conforme podemos observar:

Figura 11: Média dos alunos da 3ª série A, 1ª Fase - 4ª Etapa.



Fonte: Autoria própria.

Figura 12: Média dos alunos por questão da 3ª série A, 1ª Fase - 4ª Etapa.

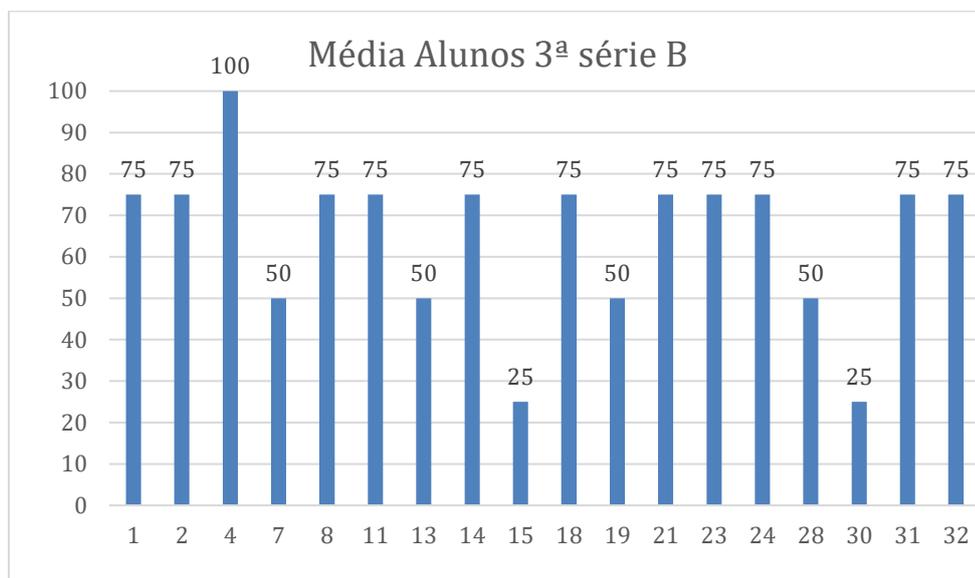


Fonte: Autoria própria.

As figuras (12) e (13) acima nos mostram a média referente às quatro questões propostas na atividade da primeira fase, quarta etapa. Com as informações obtidas através do sistema de votação interativo “Plickers” e compiladas na forma de gráfico, o professor tem a capacidade de diagnosticar as

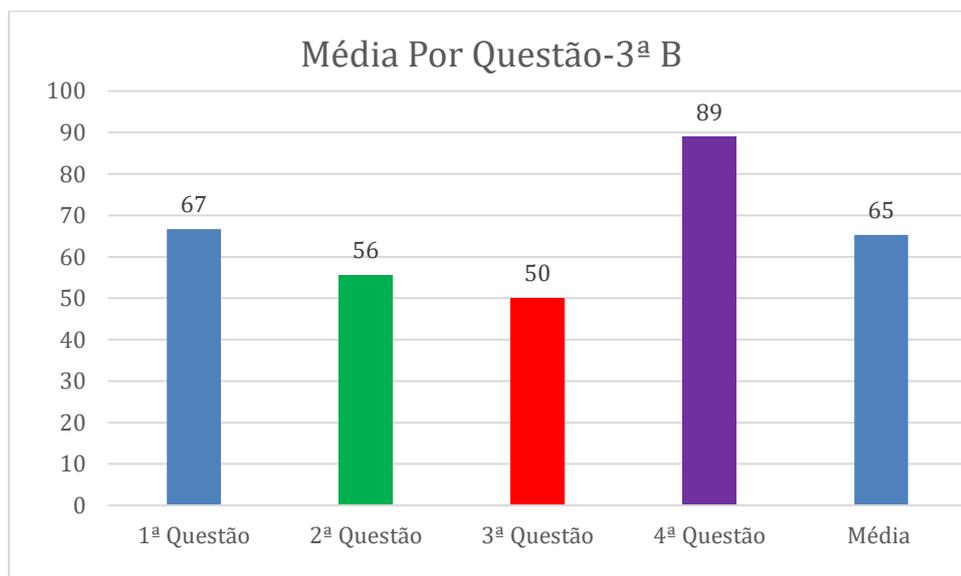
dificuldades de cada aluno, bem como realizar a retomada de conteúdo referente a turma da 3ª série A. Pode-se realizar a mesma interpretação para as figuras (14) e (15) a seguir:

Figura 13: Média dos alunos da 3ª série B, 1ª Fase - 4ª Etapa.



Fonte: Autoria própria.

Figura 14: Média dos alunos por questão da 3ª série B, 1ª Fase - 4ª Etapa.

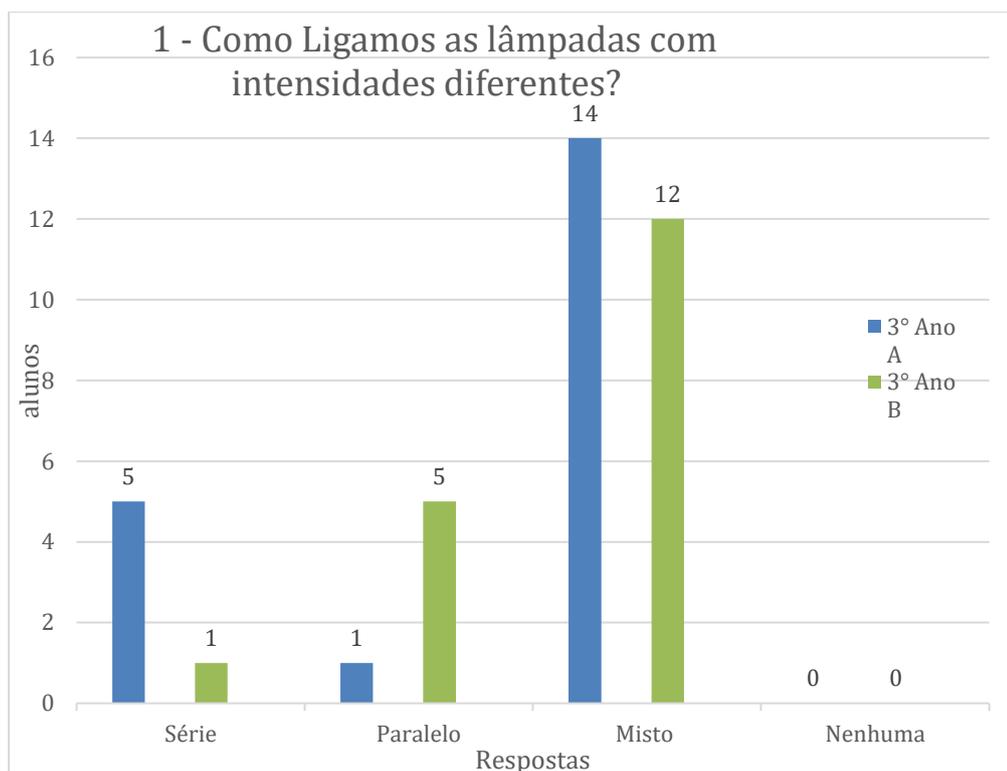


Fonte: Autoria própria.

Analisando os dados fornecidos pelo sistema de votação interativo, pôde-se observar o rendimento dos alunos por questão, a partir disso foi realizada a

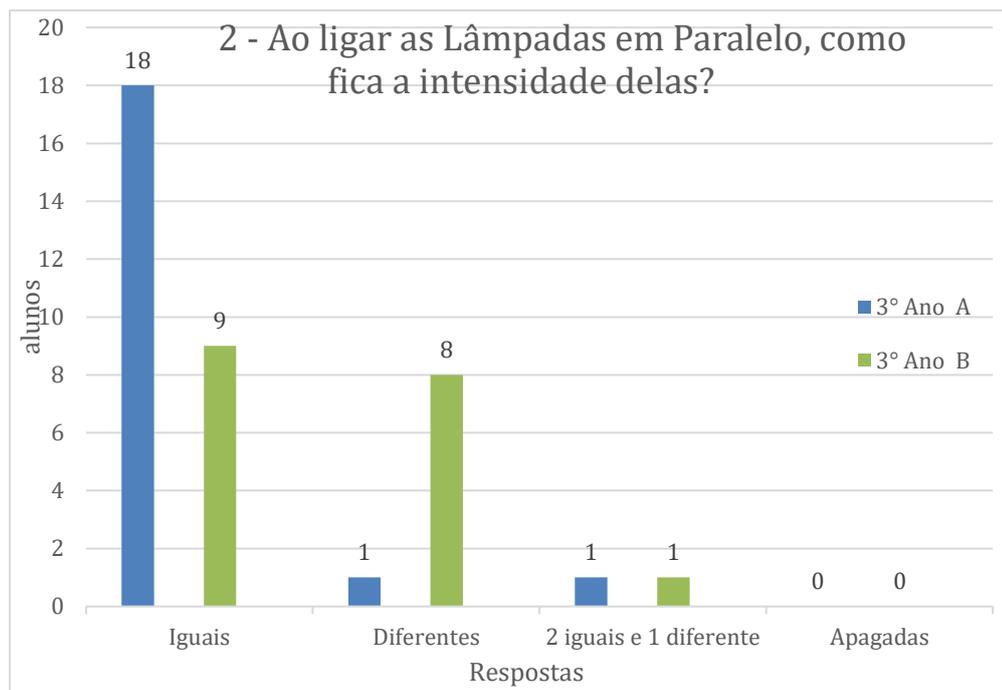
retomada de conteúdo de acordo com a realidade de cada turma, assim como analisou-se se a metodologia aplicada na exposição dos conceitos pelo professor foi significativa para os alunos. A seguir tem-se o panorama, apresentado pelas duas turmas para cada questão, conforme as figuras abaixo:

Figura 15: Respostas dos alunos na primeira questão, 1ª Fase - 4ª Etapa.



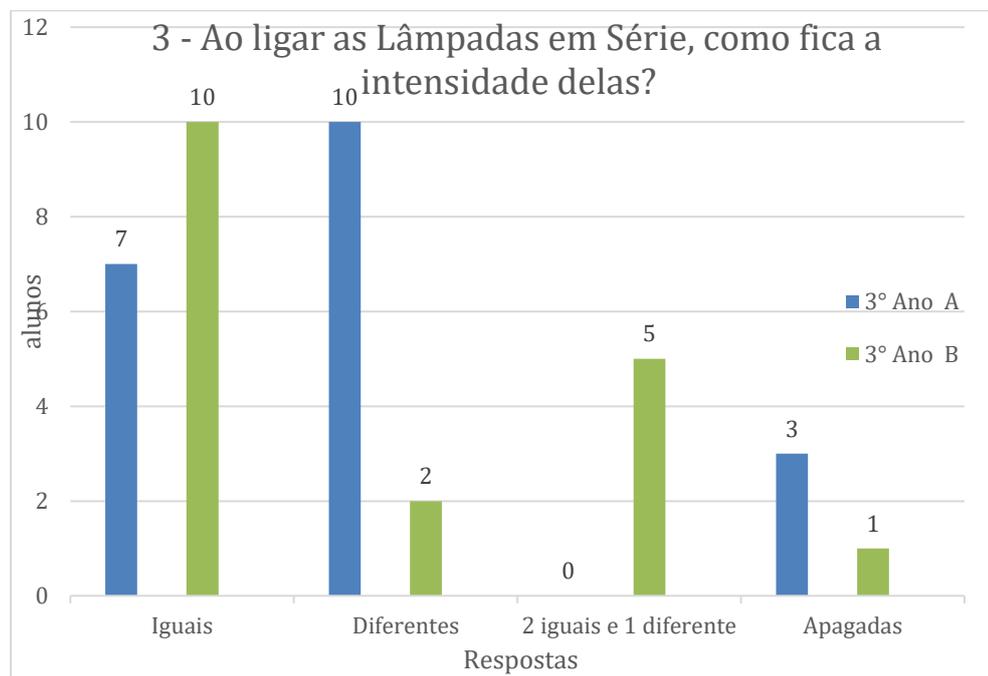
Fonte: Autoria própria.

Figura 16: Respostas dos alunos na segunda questão, 1ª Fase - 4ª Etapa.



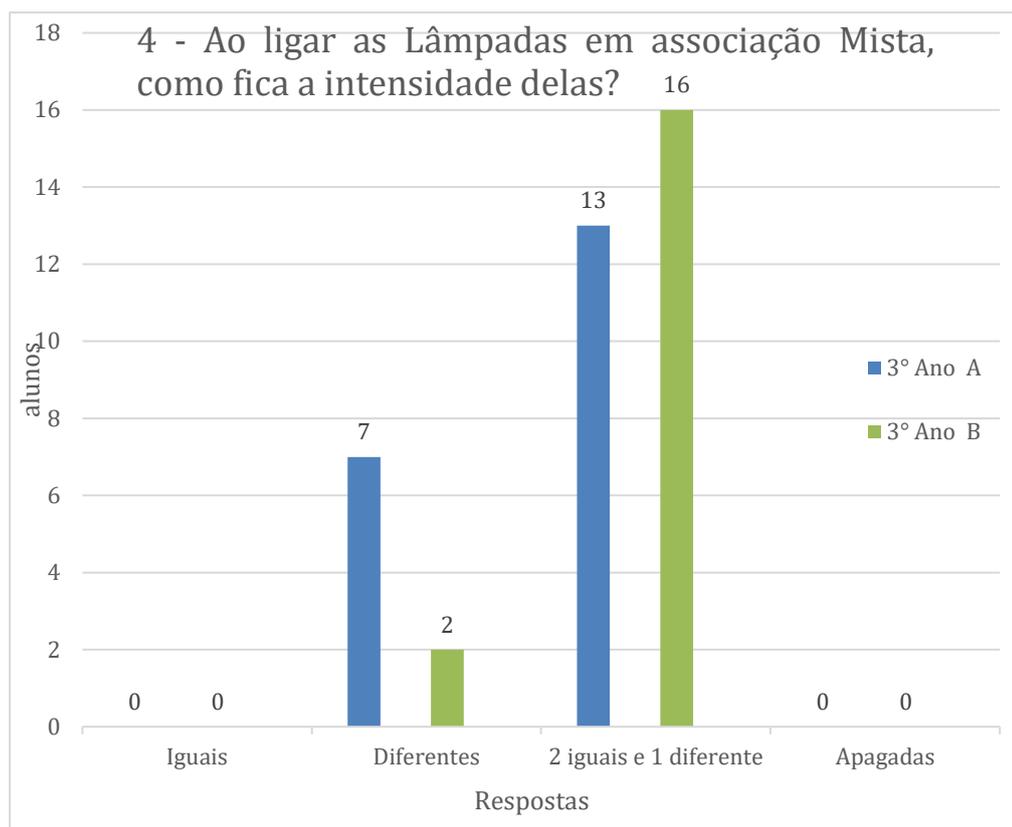
Fonte: Autoria própria.

Figura 17: Respostas dos alunos na terceira questão, 1ª Fase - 4ª Etapa.



Fonte: Autoria própria.

Figura 18: Respostas dos alunos na quarta questão, 1ª Fase- 4ª Etapa.



Fonte: Autoria própria.

A utilização dos cartões foi um sucesso com os alunos, sendo esta uma oportunidade para o professor tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas para seus alunos. Importante ressaltar que foi utilizado uma aula e meia para execução da atividade com alunos, sendo assim cabe ao professor adaptar o cronograma quando necessário.

A Segunda Fase consiste no desenvolvimento do projeto “**Minha Escola**”, a qual foi aplicada aos alunos em quatro etapas. Na 1ª etapa realizou-se em uma aula a divisão dos 8 grupos e foi iniciada a parte de projetos dos circuitos elétricos. Foi utilizado nesta aula um software disponível na internet para testes (Simuladores AC e DC disponibilizados no Phet Física e simuladores ENEL e COPEL para dimensionamento). Utilizando o laboratório de informática para acessar esses simuladores, o projeto começou na escola, ficando como tarefa o restante da atividade para os grupos terminarem e se reunirem para apresentar as propostas na próxima aula. Pensando na possibilidade de o projeto se tornar amplo, sugeriu-se aos alunos que o projeto “**Minha Escola**” fosse realizado conforme a figura abaixo:

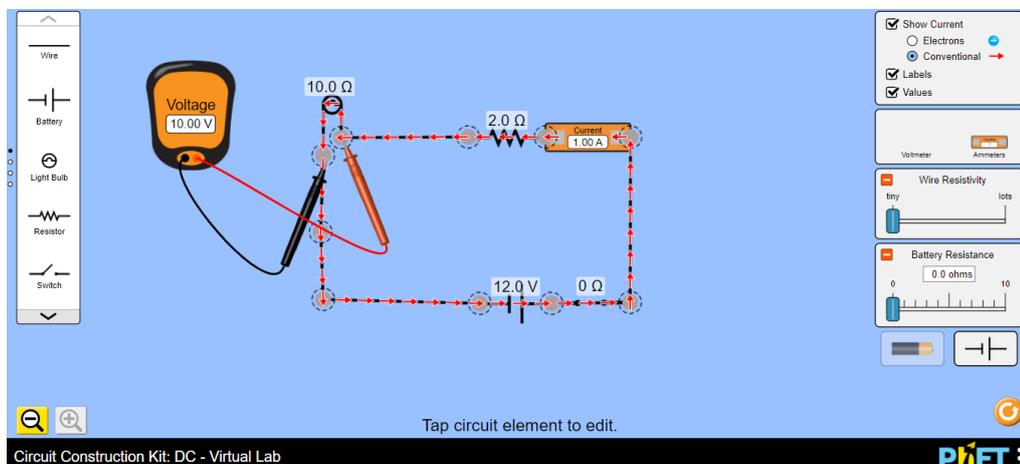
Figura 19: Projeto “Minha Escola” - Planta Baixa.



Fonte: Autoria própria.

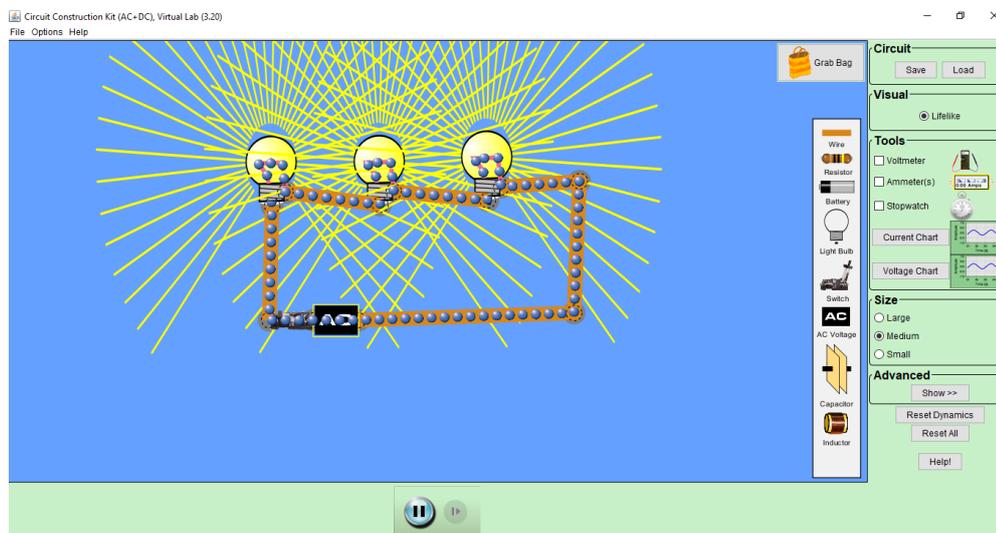
O professor também pode aproveitar esse momento para realizar a retomada de conteúdos da fase anterior, desenvolvendo ligações abordadas na última etapa nos laboratórios virtual em DC e AC, conforme é possível ver nos exemplos desenvolvidos na aplicação do Produto educacional para as duas turmas: figuras (21) e (22):

Figura 20: Montagem de circuito no Laboratório Phet Física DC.



Fonte: Autoria própria.

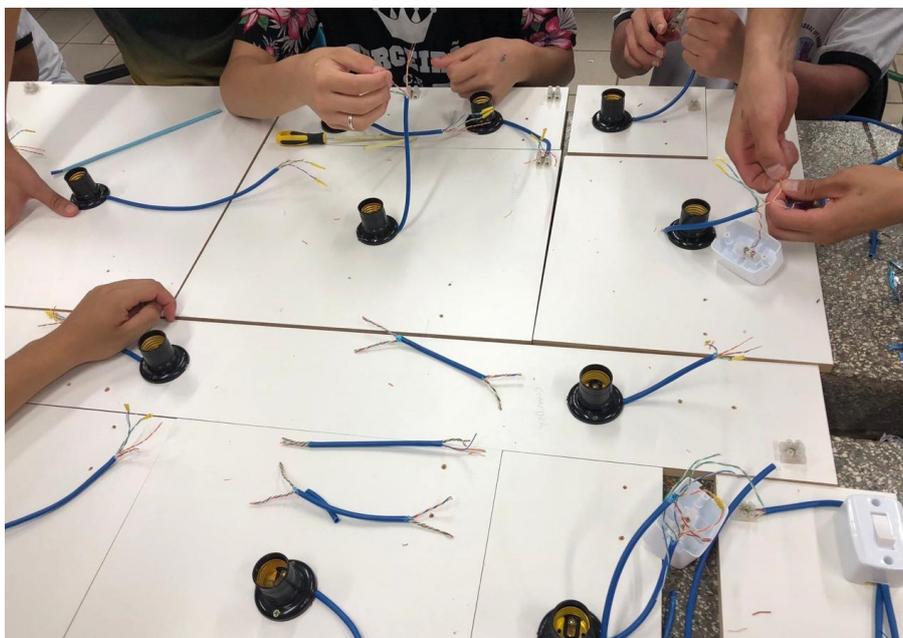
Figura 21: Teste de associações de circuito no Laboratório Phet Física AC.



Fonte: Autoria própria.

Já na 2ª etapa, foi realizada a construção do projeto e foram colocadas sugestões de materiais para todos os 8 grupos realizarem o projeto, fazendo assim a unificação do projeto **“Minha Escola”**. Abaixo temos a imagem dos grupos “colocando a mão na massa”:

Figura 22: Construção do Projeto “Minha Escola”.



Fonte: Autoria própria.

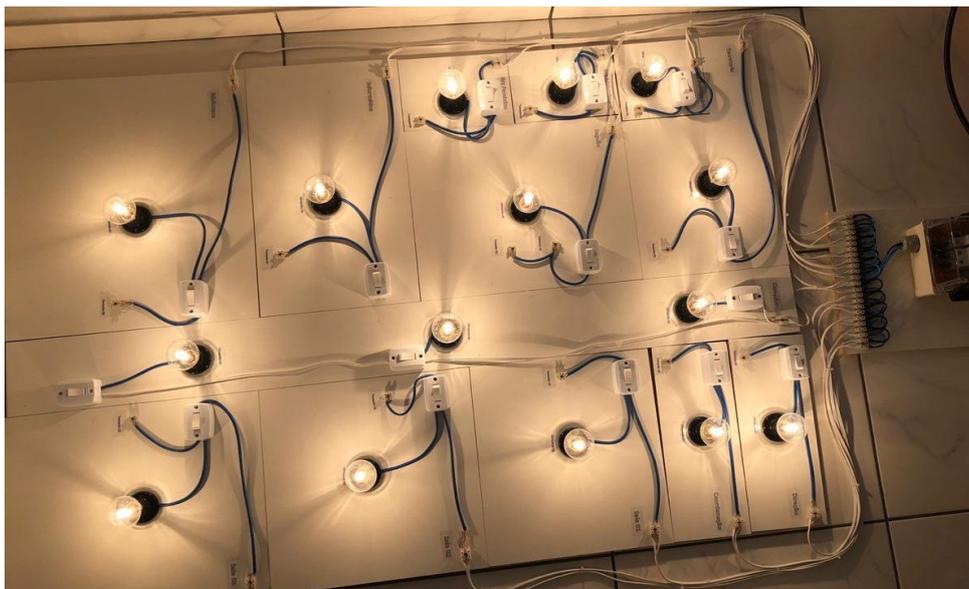
Após a construção do projeto, foi iniciada a fase de testes e ligações do projeto “**Minha Escola**”. Nesta etapa buscou-se as falhas por mal contato, os possíveis curtos-circuitos e erros de ligações em série e paralelo. Após essa verificação e correção de falhas realizou-se a ligação do projeto “**Minha Escola**” na caixa de Alimentação AC com disjuntor DR.

Figura 23: Fase de Teste do Projeto “Minha Escola”.



Fonte: Autoria própria.

Figura 24: Projeto Final “Minha Escola”.



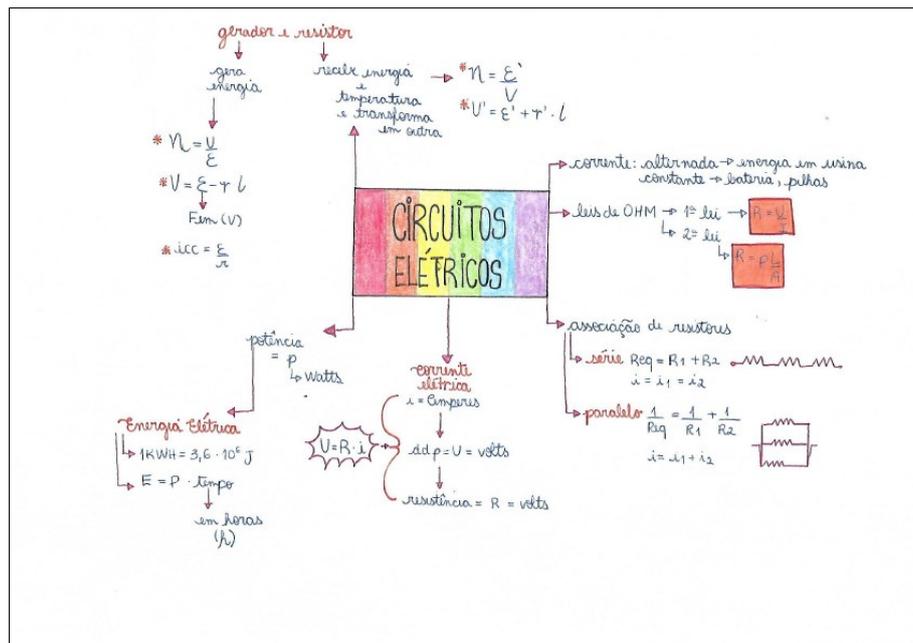
Fonte: Autoria própria.

A 4ª etapa, consiste na entrega do relatório final do Projeto “**Minha Escola**” e aplicação de mapas conceituais utilizando a proposta do pós-teste de Moreira (2010).

Ao receber o pós-teste, foi possível perceber que os alunos na sua grande maioria já possuíam, após a aplicação do produto, um conhecimento prévio sobre circuitos elétricos, fatores estes que não estavam claros antes da realização do projeto, momento no qual só relacionavam circuitos elétricos com chuveiros, lâmpadas e energia elétrica de modo geral, não sabendo suas diferenças e características.

A seguir estão apresentados alguns mapas realizados pelos alunos das turmas do terceiro ano do ensino médio:

Figura 25: Mapa conceitual 01 - Circuitos elétricos.



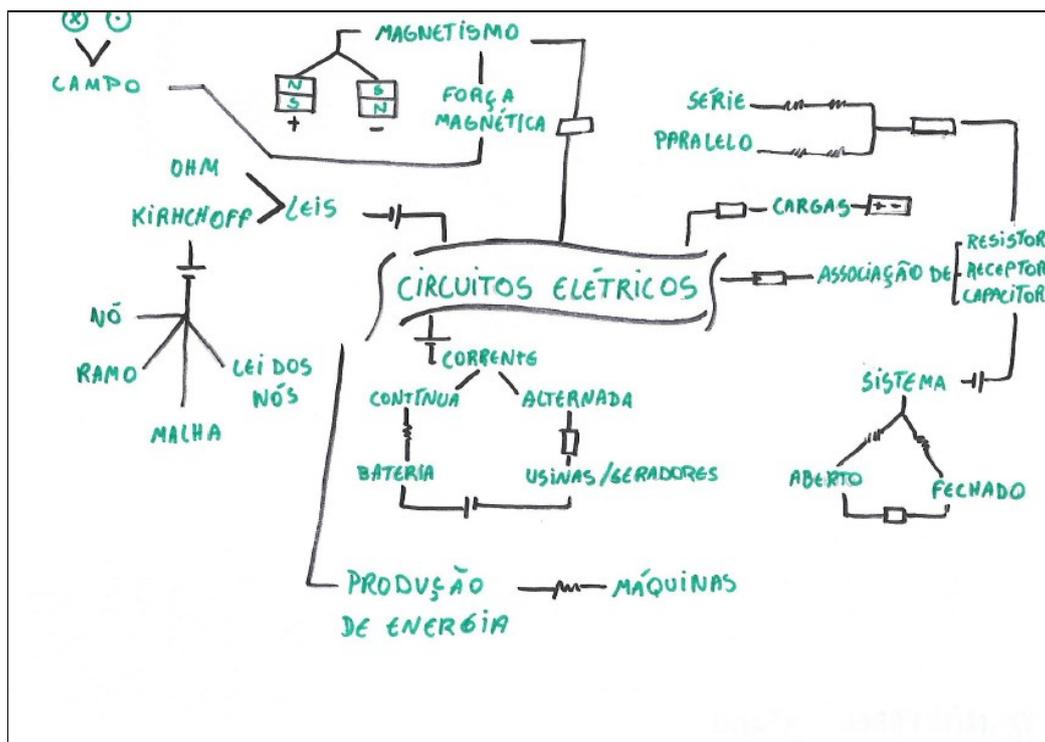
Fonte: Autoria própria.

Figura 26: Mapa conceitual 02 - Circuitos elétricos.



Fonte: Autoria própria.

Figura 27: Mapa conceitual 03 - Circuitos elétricos.



Fonte: Autoria própria.

5.2 ACEITAÇÃO E INTERAÇÃO DOS ALUNOS COM A PROPOSTA

A maioria dos alunos que participaram da aplicação do Produto Educacional (PE) gostou da aplicação dos softwares como demonstrações de conceitos e de funcionamento dos tipos de ligação, e do uso do sistema de votação interativo “Plickers”, colaborando para a execução do PE, durante as fases e etapas de aplicação. Os alunos participaram de forma ativa, fazendo o uso de mídias, bem como de experimentos diversos, havendo uma boa aceitação por parte deles.

A atividade desenvolvida buscou promover a interação dos alunos com os conteúdos abordados na 3ª série do ensino médio. Ela foi aplicada no Colégio Estadual Ipê Roxo, no município de Foz do Iguaçu / Pr, com a participação média de 24 alunos em cada turma do noturno, sendo elas, a 3ª série A e a 3ª série B.

Neste processo de ensino-aprendizagem houve alguns debates, no quais alguns alunos demonstraram mais interesse e participação do que outros, mas ao final do projeto ambas as turmas tiveram um resultado satisfatório realizando a formulação de alguns conceitos básicos envolvendo eletricidade em corrente contínua e alternada (AC e DC) atingindo assim o objetivo principal deste trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A física possibilita várias percepções do mundo a nossa volta, bem como auxilia na análise para entender os fenômenos de modo geral, contribuindo para a construção de novas tecnologias e ferramentas para a sociedade. Partindo destes princípios o ensino de física é um processo contínuo de estudo, sendo necessário observá-los de diferentes formas, O professor é o facilitador do acesso a essas ferramentas e o mediador que guiará os alunos mediante os melhores métodos de ensino-aprendizagem, com a missão de transmitir os “conteúdos” na sala de aula, fazendo com que o conhecimento teórico e até mesmo prático esteja presente além da sala de aula, mas também, na sua vida.

Baseado neste princípio de aprendizagem para a vida, buscou-se meios e técnicas para a escola e o professor, a fim de contornar a situação de falta de recursos e de infraestrutura enfrentada diariamente pela escola pública. Então o produto educacional proposto sobre circuitos elétricos, vem colaborar para este processo de ensino-aprendizagem, buscando a experimentação e uso de ferramentas virtuais para ajudar no entendimento do ensino da física no ambiente escolar. Esta é uma metodologia alternativa que o professor pode aliar às aulas, deixando de lado o uso apenas de giz, quadro e livro/caderno, o que acaba refletindo em aulas teóricas e mecânicas de resolução de exercícios com o objetivo de fixar o conteúdo, tornando assim a aula desmotivadora.

Com o desenvolvimento da aplicação do produto educacional, contribuiu-se com as necessidades que os colégios estaduais do Paraná apresentavam em relação à infraestrutura física e à falta de disponibilidade de equipamentos elétricos e eletrônicos experimentais na área de Física. Assim buscou-se recursos e materiais de fácil acesso e de baixo custo em relação aos existentes no mercado, mas que também oferecessem segurança aos alunos, por isso foram sugeridas alternativas para abordar o conteúdo de circuitos elétricos, abordando a temática da corrente alternada (AC) e corrente contínua (DC), sem oferecer riscos à vida dos alunos e professores, possibilitando a execução do projeto e suas atividades em um laboratório de informática ou em uma sala de aula, quando o professor não possuir a sua disposição um laboratório de física (Ciências).

Através dos conhecimentos prévios dos alunos e da formulação de novos conceitos, proporcionou-se a relação entre a teoria com a prática, aproximando o ensino de física com a realidade dos alunos, além de contribuir para o trabalho em equipe (troca de ideias, dúvidas e experiências) no qual o professor exerce o papel de mediador do conhecimento. Alinhado a essa metodologia e produto educacional, ficou evidente uma maior participação e interesse dos alunos, bem como mais discussões e trocas de ideias. Os alunos perceberam a importância da física, por meio de circuitos elétricos, na sociedade e até mesmo em outras áreas do conhecimento, por exemplo: aplicativos e sistemas automatizados que utilizam conceitos básicos de energia elétrica em corrente contínua e alternada, e o uso de plataformas digitais para auxiliar no ensino-aprendizagem.

Quanto ao processo avaliativo, é importante ressaltar que foram realizados diversos tipos de avaliação e de retomadas de conteúdo, como pôde-se notar no decorrer de cada fase e etapa deste produto. Assim não precisamos ficar engessados com apenas a realização de uma prova escrita, pois esta pode ser substituída por mapas mentais, mapas conceituais, sistemas de votação interativos, com os quais o aluno também é avaliado e o professor pode realizar o *feedback* já na próxima aula, por meio de debates, atividades práticas avaliativas, relatórios e, se o professor julgar necessário, realização da avaliação escrita tradicional.

Há como objetivo desenvolver este produto educacional com outras turmas do ensino médio, a fim de aprimorar a proposta deste, para diferentes cenários, como por exemplo alunos do diurno e também de outra realidade social, mas podemos afirmar que dentro da realidade da comunidade escolar, houve bons resultados, com médias de 65% de aproveitamento dos alunos em sistemas de votação interativa, além de a aprendizagem ser significativa na realidade daqueles alunos, por poderem realizar comparações com conceitos de circuitos elétricos na sua casa, durante a realização do produto.

Baseado nestes argumentos pode-se afirmar que a aplicação deste produto educacional se torna viável para colaborar com o ensino de física, possibilitando que o ambiente da sala de aula seja experimental, e assim reforçar os conceitos teóricos pertencentes da Base Nacional Curricular Comum (BNCC-

2018), levando o aluno desenvolver tanto seu senso crítico quanto o trabalho em equipe e a observar os fenômenos físicos e a sua interação com a sociedade.

REFERÊNCIAS

[DCE-FÍSICA-2008] Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica do Estado do Paraná (2008), Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf>. acesso em junho de 2020.

[ZABALA-2010] Zabala, Antoni. A Prática Educativa: Como Ensinar. Porto Alegre, 1998. Ed Artmed. Reimpressão 2010.

[BNCC-2018] Base Nacional Comum Curricular Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_verseofinal_site.pdf> acesso em julho de 2020.

[AUSUBEL et al1980] J. D. N. e. H. H. David P. Ausubel, Psicologia educacional. 1980.

[AUSUBEL 2003] D. P. Ausubel, "Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva," 2003.

[ARAGÃO 1976] Aragão, Rosália Maria Ribeiro de; "Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais", 1976. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253230>>. Acesso em novembro de 2019.

[MOREIRA 2010] M. A. Moreira, Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. 1ª edição, 2010.

[MOREIRA 2011] M. A. Moreira, "Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente," Aprendizagem Significativa em Revista, Vol. 1, no. 3, pp 25-46, 2011.

[MOREIRA 2013] M. A. Moreira, Aprendizagem significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, 2013.

[MOREIRA 2015] M. A. Moreira and N.T. Massoni, "Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/ física," pp. 1-42, 2015. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v26_n6.pdf>. Acesso em novembro de 2019.

[MOREIRA 2017] M. A. Moreira, Teorias de Aprendizagem. 2ª edição, 2017.

[PLICKERS 2020] Sistemas de Votação Interativo, Disponível em: <<https://get.plickers.com/>>. acesso em maio de 2020.

[HALLIDAY 2012] HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALTER, J. Fundamentos de Física. Eletromagnetismo. Editora LTC, Rio de Janeiro, 9ª edição, 2012. Vol. 3.

[HALLIDAY 2019] HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALTER, J. Fundamentos de Física. Eletromagnetismo. Editora LTC, Rio de Janeiro, 10ª edição, 2019. Vol. 3.

[TIPLER 2019] TIPLER, P. A. Fundamentos de Física para Cientistas e Engenheiros, Eletricidade e magnetismo. Editora LTC, Rio de Janeiro, 6ª edição, 2019. Vol. 2.

[GRIFFITHS 2011] GRIFFITHS, D. J. Eletrodinâmica. Editora Pearson, São Paulo, 3ª Edição, 2011.

[MOYSÉS 2015] NUSSENZVEIG, H. MOYSÉS, Curso de Física Básica, 3: Eletromagnetismo. Editora Blucher, São Paulo, 2ª edição, 2015.

[JEWETT 2017] John W. Jewett, Jr. Fundamentos de Física para Cientistas e Engenheiros, Eletricidade e magnetismo. Editora Cenage, Rio de Janeiro, Tradução Da 9ª Edição Norte-Americana, 2017. Vol.3.

[PHET AC 2020] PHET, Interactive Simulations, Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab >. acesso em Novembro de 2020.

[PHET DC 2020] PHET, Interactive Simulations, Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab >. acesso em Novembro de 2020.

[Copel 2020] COPEL Distribuição S. A. Meu Simulador de Consumo, Disponível em: < <https://www.copel.com/scnweb/simulador/inicio.jsf> >. acesso em Novembro de 2020.

[Enel 2020] Enel Brasil, Disponível em: < <https://enel-rj.simuladordeconsumo.com.br/> >. acesso em novembro de 2020.

APÊNDICE – Produto Educacional



PRODUTO EDUCACIONAL

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM UMA ABORDAGEM NO ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO ENSINO MÉDIO

Jonnathan da Silva

Produto Educacional vinculado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen

MEDIANEIRA
2020



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fonte de alimentação DC 0 a 15 V.	6
Figura 2: Régua de distribuição de 0 a 15 V com proteção (fusível).	7
Figura 3: Protoboard.	7
Figura 4: Caixa de alimentação com proteção elétrica DR.	8
Figura 5: Planta baixa do Projeto "Minha Escola"	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Materiais e ferramentas necessárias no desenvolvimento do Produto Educacional.....	5
Quadro 2: Descrição dos objetivos das 1ª e 2ª Etapas.	11
Quadro 3: Descrição dos conteúdos das 1ª e 2ª etapas.	11
Quadro 4: Descrição dos objetivos e materiais utilizados na etapa 2.	13
Quadro 5: Descrição dos objetivos e materiais utilizados na etapa 3.	14
Quadro 6: Descrição dos objetivos e materiais utilizados na etapa 4.	16
Quadro 7: Descrição dos objetivos das 1ª e 2ª Etapas.	17
Quadro 8: Descrição dos conteúdos das 1ª e 2ª etapas.	18
Quadro 9: Descrição dos objetivos e materiais utilizados para a etapa 2.	20

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	4
2.	MATERIAIS E FERRAMENTAS UTILIZADAS	5
3.	ORGANIZAÇÃO DAS AULAS	9
4.	CONHECENDO OS CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM DC E AC.....	10
4.1	PRIMEIRA FASE: CONCEITOS TEÓRICOS/EXPERIMENTAIS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	12
5.	APLICANDO OS CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM AC	17
5.2	SEGUNDA FASE: DESENVOLVIMENTO DO PROJETO “MINHA ESCOLA”.....	18
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
7.	REFERÊNCIAS	22
7.1.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EM ENSINO-APRENDIZAGEM.....	22
7.2.	FUNDAMENTAÇÃO EM FÍSICA.....	23

1. APRESENTAÇÃO

Esse trabalho teve por finalidade apresentar o projeto “**Minha Escola**”, bem como a estruturação dele, no qual as atividades experimentais estão organizadas numa sequência lógica. Para facilitar a realização da montagem do projeto final “**Minha Escola**”, foi necessária a criação de uma “sequência didática” na primeira fase. Após iniciar a segunda fase, obteve-se o Produto Educacional que compõe o Trabalho de Conclusão do Curso do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), realizado no Polo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira, e tendo como foco principal estimular o uso de atividades experimentais no ambiente escolar.

Este produto buscou levar aos alunos, através das atividades experimentais, uma proximidade entre a teoria e a prática, partindo dos conhecimentos prévios deles a respeito dos conceitos físicos básicos sobre circuitos elétricos, tais como: cargas elétricas, condutores e isolantes elétricos, formando assim os subsunçores iniciais³. Partindo deste ponto, abordou-se conteúdos que tratam dos conceitos sobre corrente elétrica, resistência elétrica, tensão elétrica e potência elétrica em circuitos em corrente alternada (AC) e corrente contínua (DC).

Desta forma este trabalho foi dividido em duas fases. Na primeira fase, quando tratou-se da formulação de conceitos básicos em circuito DC, identificação e manipulação de componentes e instrumentos eletrônicos em circuitos elétricos em DC assim como realizou-se as mesmas em circuitos AC. Na segunda fase colocou-se estes conhecimentos físicos sobre circuitos elétricos em prática com a construção do Projeto “**Minha Escola**”, com auxílio de simuladores virtuais, os quais serão descritos mais detalhadamente durante as fases deste projeto, quando serão informados os materiais, ferramentas e métodos utilizados durante a aplicação dele em duas turmas de 3º série do ensino médio da disciplina de Física.

³ Moreira afirma que a partir do momento que esses novos conceitos são interpretados de maneira significativa, irá resultar em um crescimento e elaboração dos subsunçores (aspectos relevantes da estrutura cognitiva que servem de ancoradouro para a nova informação) iniciais. No intuito de chegar ao papel do mediador do conhecimento.

2. MATERIAIS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

Buscou-se nas atividades desenvolvidas, utilizar materiais acessíveis e que apresentassem um baixo valor de mercado, ao comparar com os kits disponíveis encontrados. Ressalta-se que fica a critério do professor adaptar os materiais dentro da sua realidade na escola, tornando assim este produto educacional aplicável em qualquer ambiente escolar. Neste produto educacional, foram utilizados os materiais e as ferramentas descritos na tabela abaixo:

Quadro 1: Materiais e ferramentas necessárias no desenvolvimento do Produto Educacional.

Material / Ferramenta	Fase
Notebook, Multimídia e Internet.	1 e 2
1 Fonte de Alimentação de 0 a 15V.	1
1 Régua de distribuição de 0 a 15V com proteção (fusível).	1
8 Protoboard.	1
8 Kits de cabos de eletrônica (pino banana).	1
8 Kits de cabos condutores elétricos (jumper macho).	1
8 Kits de cabos condutores elétricos (Fio).	1
8 Kits de Resistores (diferentes valores).	1
8 Kits de Led (amarelo, azul, branco, verde, vermelho).	1
8 Multímetros (Voltímetro e Amperímetro).	1 e 2
1 Caixa de alimentação com proteção elétrica DR.	1 e 2
8 Kits de bornes de conexão.	1 e 2
8 Kits de 3 lâmpadas incandescentes com as mesmas características e soquetes com fios (bocal).	1
08 Fitas isolantes ou conectores de emenda rápida (opcional).	1 e 2
08 Alicates (opcional / um por Kit).	1 e 2
08 Chaves de Fenda (opcional / um por Kit).	1 e 2
08 Chaves Phillips (opcional / um por Kit).	1 e 2
1 Madeirit.	2
Dispositivos de manobra.	2

Fonte: Autoria própria.

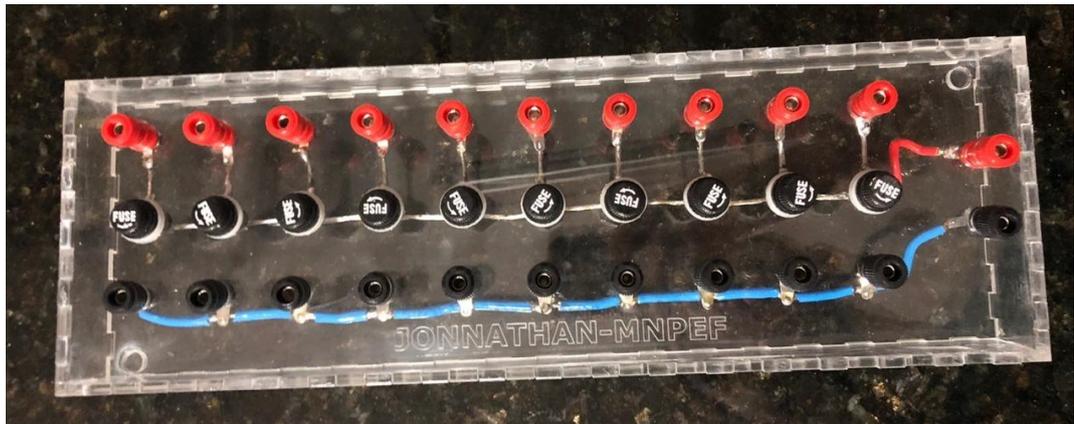
Para facilitar o entendimento e descrição dos materiais utilizados na tabela acima, tem-se a seguir imagens da fonte de energia utilizada e os materiais adaptados e confeccionados para o desenvolvimento do produto educacional, o qual pode ser adaptado por cada professor e confeccionado de forma mais simples, sendo possível encontrar alguns destes materiais na sua escola, diminuindo as despesas e custos na realização do produto educacional.

Figura 1: Fonte de alimentação DC 0 a 15V.



Fonte: Autoria própria.

Figura 2: Régua de distribuição de 0 a 15 V com proteção (fusível).



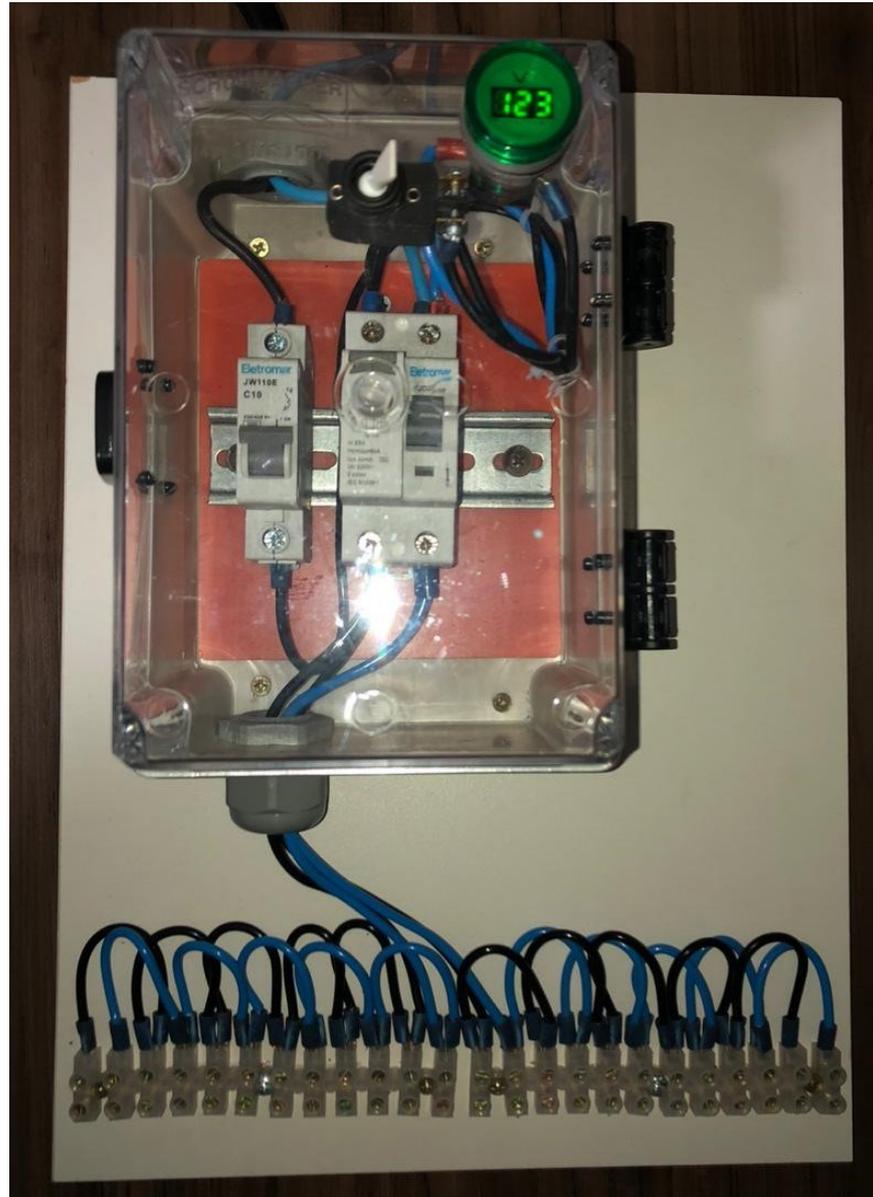
Fonte: Autoria própria.

Figura 3: Protoboard.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4: Caixa de alimentação com proteção elétrica DR.



Fonte: Autoria própria.

3. ORGANIZAÇÃO DAS AULAS

Na realização desse projeto, houve a aplicação deste Produto Educacional organizada em duas fases, com quatro etapas cada uma, sendo realizado da seguinte forma:

➤ **Primeira Fase:** Conceitos Teóricos/Experimentais sobre Circuitos Elétricos.

→ **1ª Etapa:** 01 aula – Aplicar pré-teste utilizando mapas mentais (conhecimentos prévios) e formação de 8 grupos (um kit por grupo).

→ **2ª Etapa:** 02 aulas – Mostrar aos alunos os componentes eletrônicos, Protoboard, fontes em Corrente Contínua (DC) e instrumentos de medições. Conceituar corrente elétrica, tensão elétrica e potência elétrica.

→ **3ª Etapa:** 01 aula – Circuitos DC: Realizar a montagem de um circuito no Protoboard (manusear os componentes eletrônicos e instrumentos de medições). Realizar medições e construir o gráfico da lei de Ohm (resistência constante).

→ **4ª Etapa:** 01 aula – Circuitos de Corrente Alternada (AC): Associação de 3 lâmpadas com mesmas características físicas e com intensidade luminosa diferente (abordar associações em série, paralelas e mistas).

➤ **Segunda Fase:** Desenvolvimento do Projeto “**Minha Escola**”.

→ **1ª Etapa:** 01 aula – Divisão do projeto “**Minha Escola**” nos 8 grupos e iniciar o projeto dos circuitos elétricos, utilizando software disponível na internet para testes (Simuladores AC e DC disponíveis no Phet Física e simuladores Enel e Copel para dimensionamento de cargas). Disponíveis nos seguintes links:

- https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab
- https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab
- <https://enel-rj.simuladordeconsumo.com.br/>
- <https://www.copel.com/scnweb/simulador/inicio.jsf>

→ **2ª Etapa:** 02 aulas – Construção do projeto “**Minha Escola**”.

→ **3ª Etapa:** 01 aula – Teste e Ligações do projeto “**Minha Escola**”.

→ **4ª Etapa:** 01 aula – Entrega do Relatório Final do Projeto “**Minha Escola**” e aplicação do pós-teste utilizando mapas conceituais.

4. CONHECENDO OS CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM DC E AC.

O Produto Educacional foi aplicado em duas turmas nas quais ministrou-se aulas de física, onde foram contemplados os conteúdos trabalhados nessa turma de acordo com o planejamento anual, tendo como embasamento teórico a Base Nacional Comum Curricular BNCC e as Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE) da disciplina de física do estado do Paraná.

De acordo com este planejamento identificou-se os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos básicos de circuitos elétricos e retomou-se tais conceitos de forma sucinta, nos casos necessários. Com apoio na literatura de física voltada para o ensino médio, conceituou-se os conceitos básicos sobre corrente elétrica, e foram mostradas as diferenças de conceitos de resistividade e resistência. Outro aspecto abordado foi a demonstração da lei de Ohm, onde na literatura afirma-se que a corrente elétrica que atravessa um dispositivo é sempre diretamente proporcional à diferença de potencial (d.d.p.) aplicada ao dispositivo⁴. Gostar-se-ia de chamar atenção para esta lei e citar que segundo o autor um dispositivo obedece à lei de Ohm se a resistência do mesmo não depende da d.d.p. aplicada, nem do valor absoluto.

É frequente ouvir-se a afirmação de que $V = iR$ é uma expressão matemática da lei de Ohm. Isso não é verdade! A equação é usada para medir o conceito de resistência e se aplica a todos os dispositivos que conduzem corrente elétricas, mesmo aos que não obedecem à lei de Ohm. Se medimos a diferença de potencial V entre dois terminais de qualquer dispositivo e a corrente i que atravessa o dispositivo a ser submetido a essa diferença de potencial, podemos calcular a resistência do dispositivo para esse valor de V como $R = V/i$, mesmo que se trate de um dispositivo, como um diodo semicondutor, que não obedece à lei de Ohm. A essência da lei de Ohm, por outro lado, está no fato de que o gráfico de i em função de V é linear, ou seja, de que R não depende de V . (Halliday D., Fundamentos de Física-Eletromagnetismo, Vol. 3, 2012).

Abaixo tem-se informações sobre os dados da turma, bem como o tempo de aplicação, os objetivos gerais e específicos que pretendeu-se alcançar e os conteúdos que serão abordados no desenvolvimento desse projeto, nas 1ª e 2ª etapas.

⁴ Definição da Lei de Ohm, segundo o Livro Halliday, contido no capítulo 26 na seção 26-4, o qual está disponível nas referências bibliográficas deste produto.

Quadro 2: Descrição dos objetivos das 1ª e 2ª Etapas.

TURMA	3ª série do Ensino Médio.
TEMPO	05 aulas (50min cada)
OBJETIVOS	
Geral	Específicos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer as características de um circuito elétrico e suas aplicações. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer os efeitos provocados pela corrente elétrica; ▪ Estudar a Lei de Ohm e suas aplicações em circuitos elétricos DC e AC; ▪ Medir tensão, corrente e resistência com multímetro digital; ▪ Relacionar as grandezas elétricas (Corrente, Tensão, Resistência e Potência) nos circuitos.

Fonte: Autoria própria.

Na aplicação destas etapas do produto abordou-se os conteúdos de três formas de acordo com as teorias da aprendizagem. Tais conteúdos estão distribuídos no quadro abaixo.

Quadro 3: Descrição dos conteúdos das 1ª e 2ª etapas.

CONTEÚDOS	
Conceituais	Associação em série, paralela e mista de circuitos, e grandezas físicas: corrente elétrica; tensão elétrica; resistência e potência elétrica.
Procedimentais	Identificar as características físicas em um circuito em AC e DC. Diferenciar circuitos elétricos. Conhecer os componentes elétricos e suas aplicações em um circuito. Manusear instrumentos de medições em circuitos elétricos.

Atitudinais

Discutir como os circuitos elétricos estão presentes no dia a dia. Relacioná-los com as inovações tecnológicas utilizadas em suas vidas.

Fonte: Autoria própria.

4.1 PRIMEIRA FASE: CONCEITOS TEÓRICOS/EXPERIMENTAIS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS.

1ª Etapa: 01 aula – Aplicação do Pré-teste (conhecimentos prévios) e formação de 8 grupos (um kit por grupo).

Nesta etapa, aplicou-se o pré-teste, com objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos, para isso eles fizeram um mapa mental sobre os conteúdos relacionados a circuitos elétricos.

Para a realização do mapa mental foi destinado um tempo de 30 minutos na aula e após a realização do pré-teste, nesta mesma aula, foi apresentado o projeto aos alunos, onde os mesmos foram distribuídos em 8 grupos.

O objetivo principal foi a construção de um mapa mental sobre circuitos elétricos em folha A4, baseado na teoria da aprendizagem significativa de Marco Antônio Moreira (MOREIRA 2010), buscando analisar os conhecimentos prévios dos alunos.

2ª Etapa: 02 aulas – Nesta etapa o professor conceituou as grandezas físicas da corrente elétrica, tensão elétrica e potência elétrica.

Os alunos conheceram os componentes eletrônicos (resistor, Led), aprenderam como utilizar um Protoboard para realização das ligações dos componentes eletrônicos, acompanharam a utilização de fontes em DC e os tipos instrumentos de medição elétrica (multímetros) e aprenderam como utilizá-los no circuito.

Para isso disponibiliza-se o quadro abaixo onde está apresentado o objetivo que pretendeu-se alcançar nesta etapa e os materiais necessários para a realização da mesma.

Quadro 4: Descrição dos objetivos e materiais utilizados na etapa 2.

Objetivo	Material
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer os componentes elétricos e suas aplicações em um circuito. Manusear instrumentos de medições em circuitos. Conhecer os simuladores virtuais. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resistor; ▪ Led; ▪ Fonte de alimentação em DC. ▪ Regra de distribuição em DC. ▪ Protoboard; ▪ Cabos condutores (Jumper e Fios); ▪ Multímetro; ▪ Notebook, Multimídia, Internet;

Fonte: Autoria própria.

3ª Etapa: 01 aula – Circuitos DC: Realizou-se a montagem de um circuito no Protoboard (foram manuseados os componentes eletrônicos e instrumentos de medição). Efetuou-se medições e foi construído o gráfico da Lei de Ohm (resistência constante).

Nesta etapa, realizou-se a montagem de um circuito no Protoboard, manipulando componentes eletrônicos e instrumentos de medições. Foram efetuadas medições sobre as grandezas físicas envolvidas e manuseou-se os instrumentos de medições, a fim de obter informações sobre as grandezas físicas envolvidas no circuito elétrico.

Da mesma forma que na etapa anterior, tem-se aqui um quadro apresentando os objetivos que pretendeu-se alcançar e os materiais necessários utilizados para que houvesse êxito na realização desta etapa.

Quadro 5: Descrição dos objetivos e materiais utilizados na etapa 3.

Objetivo	Material
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manusear instrumentos de medições em circuitos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resistor; ▪ Led;
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer os simuladores virtuais. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonte de alimentação em DC.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar a montagem do circuito elétrico. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regra de distribuição em DC. ▪ Protoboard;
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer e medir as grandezas físicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cabos condutores (Jumper e Fios);
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demonstrar a Lei de Ohm. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Multímetro; ▪ Notebook, Multimídia, Internet;

Fonte: Autoria própria.

4ª Etapa: 01 aula – Circuitos AC: Associação de três (3) lâmpadas com as mesmas características físicas e com intensidade luminosa diferente, onde foram abordadas associações em série, paralelas e mistas com o objetivo de entender o comportamento das grandezas físicas nos circuitos elétricos.

Portanto nesta aula foi adotada a estratégia didático-pedagógica Hands-on-Tec, a qual foi desenvolvida em três fases, sendo divididas da seguinte maneira: Primeira fase - focada na problematização, levantamento de hipóteses e experimentação; Segunda fase - exposição das ideias ao grande grupo com debates e roda de conversa com os alunos, utilizando no final uma tecnologia ou ferramenta para auxiliar na problematização, como um vídeo ou até mesmo softwares (simuladores); e Terceira fase - envolvendo pesquisa em livros e internet, execução e relatório individual.

Adotou-se esta técnica, aliada com a prática pedagógica da instrução por pares, na qual os alunos foram distribuídos nos mesmos 8 grupos iniciais, expondo a seguinte problematização: “Como ligar três lâmpadas com intensidades diferentes com as mesmas características físicas (127V e 42W)?”. Na segunda fase ocorreu o

debate, e na sequência utilizou-se a contextualização e exemplos práticos, adotando o simulador “Phetcolorado” com intuito de identificarem, observarem e interagirem com as funções e elementos de um circuito elétrico AC ou DC. Observou-se o comportamento das grandezas físicas e realizar ligações e analisou-se o que acontece com as cargas (lâmpadas). Na terceira Fase os alunos retomaram a pesquisa em livros e internet na busca da identificação dos conceitos presentes na atividade para solucionarem a problematização proposta inicialmente.

Após execução da atividade, alcançados os objetivos e respostas, seguiu-se para a fase da utilização do método de instrução por pares, quando aplicou-se questionários virtuais para o grupo maior em sala de aula, utilizando o aplicativo Plickers, disponível gratuitamente na rede.

As questões utilizadas no programa foram:

- 1) Como Ligam-se as lâmpadas com intensidades diferentes?
 - a) Em série;
 - b) Em paralelo;
 - c) Misto;
 - d) Nenhuma das opções.

- 2) Ao ligar as Lâmpadas em série, como fica a intensidade delas?
 - a) Iguais;
 - b) Diferentes;
 - c) Duas iguais e uma diferente;
 - d) Apagadas.

- 3) Ao ligar as Lâmpadas em Paralelo, como fica a intensidade delas?
 - a) Iguais;
 - b) Diferentes;
 - c) Duas iguais e uma diferente;
 - d) Apagadas.

- 4) Ao ligar as Lâmpadas em associação mista, como fica a intensidade delas?
 - a) Iguais;
 - b) Diferentes;
 - c) Duas iguais e uma diferente;

d) Apagadas.

Para a realização da etapa citada acima, no quadro a seguir apresentam-se os objetivos que pretendeu-se alcançar e os materiais necessários para aplicação da atividade.

Quadro 6: Descrição dos objetivos e materiais utilizados na etapa 4.

Objetivo	Material
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diferenciar as associações e grandeza físicas, medição de grandezas físicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 lâmpadas incandescentes com as mesmas características (127 v 42W); ▪ 3 soquetes (bocal); ▪ Cabos Condutores elétricos; ▪ Fita isolante ou conectores de Emendas (opcional); ▪ Alicate; ▪ Chave de Fenda; ▪ Madeirit para fixação do bocal (opcional); ▪ Bornes de conexão; ▪ Caixa de alimentação com proteção elétrica DR; ▪ Multímetro.

Fonte: Autoria própria.

5. APLICANDO OS CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM AC

Tem-se agora a descrição de como ocorreu a segunda fase do desenvolvimento do Produto Educacional, quando abordou-se conceitos sobre circuitos elétricos em corrente alternada, com o qual foram apresentadas aos alunos as diferenças em relação ao capítulo anterior sobre Corrente Contínua, quando utilizou-se fontes de tensão DC e relacionou-se com o cotidiano, referente ao consumo de energia nas nossas casas e em ambientes públicos, como por exemplo: na nossa escola, a qual está distribuída conforme o quadro a seguir, onde apresenta-se os objetivos que pretendeu-se alcançar nessas 1ª e 2ª etapas da segunda fase, bem como os conteúdos que foram abordados e seus diversos eixos de aplicação.

Quadro 7: Descrição dos objetivos das 1ª e 2ª Etapas.

TURMA	3º ano do Ensino Médio.
TEMPO	05 aulas (50min cada)
OBJETIVOS	
Geral	Específicos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer as características de um circuito elétrico e suas aplicações. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer os efeitos provocados pela corrente elétrica. ▪ Estudar a Lei de Ohm e suas aplicações em circuitos elétricos AC. ▪ Medir tensão, corrente e resistência com multímetro digital. ▪ Relacionar as grandezas elétricas (Corrente, Tensão e Potência) nos circuitos.

Fonte: Autoria própria.

Na aplicação destas etapas do produto abordou-se os conteúdos de três formas de acordo com as teorias da aprendizagem, os quais estão distribuídos conforme quadro abaixo.

Quadro 8: Descrição dos conteúdos das 1ª e 2ª etapas.

CONTEÚDOS	
Conceituais	Associação em série, paralela e mista de circuitos, grandezas físicas: corrente elétrica, tensão elétrica e potência elétrica.
Procedimentais	Identificar as características físicas em um circuito em AC. Diferenciar circuitos elétricos. Conhecer os componentes elétricos e suas aplicações em um circuito. Manusear instrumentos de medições em circuitos elétricos.
Atitudinais	Discutir como os circuitos elétricos estão presentes no dia a dia. Relacioná-los com as inovações tecnológicas utilizadas em suas vidas.

Fonte: Autoria própria.

Aproveitou-se este momento para falar sobre geradores de energia em Corrente Alternada, sobre os tipos de geração e transmissão de energia em AC, explanou-se a respeito das vantagens e desvantagens de cada geração de energia, conceituou-se a Corrente Alternada em um resistor, apresentou-se onde pode-se construir um gerador e um resistor⁵ e foram citadas as tecnologias existentes e que estão sendo desenvolvidas: como os sistemas fotovoltaicos, carros movidos à eletricidade e as relações entre os circuitos AC e DC.

5.1. SEGUNDA FASE: DESENVOLVIMENTO DO PROJETO “MINHA ESCOLA”

1ª Etapa: 01 aula - Divisão do projeto “**Minha Escola**” para os oito grupos e início do projeto dos circuitos elétricos, utilizando softwares disponíveis na internet para testes (Simuladores AC e DC disponíveis no PhetFísica e simuladores Enel e Copel para dimensionamento de cargas).

Simuladores disponíveis em:

⁵ No capítulo 29, seção 29-1 e 29-2 do livro Tipler, citado nas referências bibliográficas, é mostrado como podemos fazer a construção e interpretação do circuito (gerador ideal com um resistor).

- https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab
- https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab
- <https://enel-rj.simuladordeconsumo.com.br/>
- <https://www.copel.com/scnweb/simulador/inicio.jsf>

Nessa 1ª Etapa da Segunda fase, foram estruturados os equipamentos e ligações dos circuitos do projeto **"Minha Escola"** com auxílio de simuladores e programa para dimensionarmos as cargas e consumos de acordo com cada ambiente, sendo estes divididos nos grupos, de acordo com a planta baixa a seguir.

Figura 5: Planta baixa do Projeto "Minha Escola".



Fonte: Autoria própria.

Nesta etapa teve-se como objetivo principal a discussão e elaboração dos esquemas de ligações e executou-se o dimensionamento e associações dos circuitos elétricos e foram realizados os testes nos simuladores.

2ª Etapa: 02 aulas – Construção do projeto “**Minha Escola**”.

Nesta etapa foi realizada a confecção dos esquemas de ligações dos circuitos elétricos e montagem dos circuitos contidos no projeto “**Minha Escola**”. Cada grupo realizou a confecção da sua parte do projeto “**Minha Escola**” e, após cada grupo ter finalizado a sua construção, juntou-se as partes confeccionadas por cada grupo em um único projeto. Para isso apresenta-se no quadro abaixo o objetivo que pretendeu-se alcançar ao realizar essa etapa e os materiais necessários para sua execução.

Quadro 9: Descrição dos objetivos e materiais utilizados para a etapa 2.

Objetivo	Material
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Executar a montagem dos circuitos elétricos na maquete. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lâmpadas; ▪ Soquetes (bocal); ▪ Cabos Condutores elétricos; ▪ Fita isolante; ▪ Alicate; ▪ Chaves de Fenda e Phillips; ▪ Madeirit; ▪ Bornes de conexão; ▪ Multímetro. ▪ Dispositivos de manobras.

Fonte: Autoria própria.

3ª Etapa: 01 aula – Teste e Ligação do projeto “**Minha Escola**”.

Nesta terceira etapa foram feitos os ajustes finais e testes do projeto “**Minha Escola**”, Realizou-se as medições e ligações nos circuitos elétricos tomando todas as medidas necessárias para que se mantivesse a segurança dos alunos e do professor. Após serem finalizados todos os testes e medições foi colocado em funcionamento o projeto “**Minha Escola**”.

Então o objetivo principal nesta etapa a foi a realização de medidas e ligações dos circuitos elétricos, a realização de testes e o funcionamento do projeto “**Minha Escola**”.

A ligação do sistema foi realizada pelo professor utilizando a caixa de alimentação com proteção elétrica DR.

4ª Etapa: 01 aula – Entrega do relatório final do projeto e aplicação do pós-teste, utilizando mapas conceituais.

A quarta etapa foi destinada para a realização de uma avaliação formativa, na qual os alunos entregaram um relatório final do projeto e ainda construíram um mapa conceitual sobre os conhecimentos referentes aos Circuitos Elétricos abordados em sala durante a realização do projeto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento e aplicação do produto educacional, buscou-se atrelar a experimentação e o uso de ferramentas virtuais de forma a colaborar para o ensino de física no âmbito escolar, a fim de atender as necessidades dos Colégios Estaduais que são carentes em infraestrutura e equipamentos. Este produto foi desenvolvido com recursos e materiais de baixo custo, tendo como proposta de ensino o conteúdo de circuitos elétricos e as temáticas de corrente alternada e corrente contínua.

Durante todo o desenvolvimento desse produto educacional, observou-se o interesse e a participação dos alunos, ficando evidente a interação entre eles, a troca de ideias e a compreensão da importância da física no nosso cotidiano, especificamente em relação aos circuitos elétricos

Por fim, pôde-se concluir que a aplicação desse produto educacional, além de ser viável, é uma importante ferramenta de ensino, tornando a aula mais dinâmica, relacionando a teoria e a prática, propiciando o desenvolvimento do trabalho em equipe e a construção conjunta de conhecimento.

7. REFERÊNCIAS

7.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EM ENSINO-APRENDIZAGEM

[Aragão 1976] Aragão, Rosália Maria Ribeiro de; “Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais” ,1976.Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253230>>. Acesso em outubro de 2020.

[Ausubel et al1980] J. D. N. e. H. H. David P. Ausubel, Psicologia educacional. 1980.

[Ausubel 2003] D. P. Ausubel, “Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva,” 2003.

[Moreira 2010] M. A. Moreira, Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. 1ª edição, 2010.

[Moreira 2011] M. A. Moreira, “Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente,” Aprendizagem Significativa em Revista, Vol. 1, no. 3, pp 25-46, 2011.

[Moreira 2013] M. A. Moreira, Aprendizagem significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, 2013.

[Moreira 2015] M. A. Moreira and N.T. Massoni, “Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/ física,” pp. 1-42, 2015. Disponível em: < https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v26_n6.pdf>. Acesso em Outubro de 2020.

[MAZUR 2015] MAZUR, Eric. Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa. Tradução: Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, 2015.

[Moreira 2017] M. A. Moreira, Teorias de Aprendizagem. 2ª edição, 2017.

[PLICKERS 2020] Sistemas de Votação Interativo, Disponível em: < <https://get.plickers.com/>>. acesso em Outubro de 2020.

7.2. FUNDAMENTAÇÃO EM FÍSICA

[HALLIDAY 2012] HALLIDAY, D., RESNICK, R. WALTER, J. Fundamentos de Física. Eletromagnetismo. Editora LTC, Rio de Janeiro, 9ª edição, 2012. Vol. 3.

[HALLIDAY 2019] HALLIDAY, D., RESNICK, R. WALTER, J. Fundamentos de Física. Eletromagnetismo. Editora LTC, Rio de Janeiro, 10ª edição, 2019. Vol. 3.

[TIPLER 2019] TIPLER, P. A. Fundamentos de Física para Cientistas e Engenheiros, Eletricidade e magnetismo. Editora LTC, Rio de Janeiro, 6ª edição, 2019. Vol. 2.

[GRIFFITHS 2011] GRIFFITHS, D. J. Eletrodinâmica. Editora Pearson, São Paulo, 3ª Edição, 2011.

[MOYSÉS 2015] NUSSENZVEIG, H. MOYSÉS, Curso de Física Básica, 3: Eletromagnetismo. Editora Blucher, São Paulo, 2ª edição, 2015.

[JEWETT 2017] John W. Jewett, Jr. Fundamentos de Física para Cientistas e Engenheiros, Eletricidade e magnetismo. Editora Cenage, Rio de Janeiro, Tradução Da 9ª Edição Norte-Americana, 2017. Vol.3.

[PHET AC 2020] PHET, Interactive Simulations, Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>. acesso em outubro de 2020.

[PHET DC 2020] PHET, Interactive Simulations, Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>. acesso em Outubro de 2020.

[Copel 2020] COPEL Distribuição S. A. Meu Simulador de Consumo, Disponível em: < <https://www.copel.com/scnweb/simulador/inicio.jsf>>. acesso em Outubro de 2020.

[Enel 2020] Enel Brasil, Disponível em: <<https://enel-rj.simuladordeconsumo.com.br/>>. acesso em Outubro de 2020.