



SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO AUXÍLIO AO ENSINO DE FÍSICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Alê de Souza Cruz

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

Orientador: Prof. Dr. José Anglada Rivera

Manaus
2019

SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA
COMO AUXÍLIO AO ENSINO DE FÍSICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Alê de Souza Cruz

Orientador: Prof. Dr. José Anglada Rivera

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. José Anglada Rivera (Presidente)
Instituto Federal do Amazonas - IFAM

Prof. Dr. Denilson Da Silva Borges (Membro titular)
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof. Dr. Ronaldo Santos Da Silva (Membro titular)
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Prof. Dr. Yurimiler Leyet Ruiz (Membro titular)
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof. Dr. Wagner Antônio Da Silva Nunes (Membro suplente)
Instituto Federal do Amazonas - IFAM

Manaus
2019

Dedico a minha mãe Nádya Cruz e
minha namorada Yasmin Caroline,
pela compreensão e incentivos.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado, graças à colaboração de várias pessoas que não mediram esforços para auxiliar-me. A todos minha eterna gratidão, e em especial:

Ao meu orientador Prof. Dr. José Anglada Rivera pela sua compreensão e por sempre estar presente me mostrando a direção a seguir. Agradeço, principalmente pela confiança depositada no meu trabalho de dissertação.

Aos meus alunos que passaram pela minha vida profissional, contribuindo grandiosamente para tornar-me um melhor professor. Em especial os alunos do 3º Ano do ensino médio da Escola Estadual Sant'Ana que participaram desse trabalho.

A todos os professores e colegas do MNPEF polo 04 IFAM/UFAM, e a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para o meu aprendizado e realização dessa dissertação. Em especial para Luiz Gustavo, Eloy Barreto e Antônia Cristina Paz que foram parceiros e irmãos em todos as etapas.

Agradeço a meus familiares que sempre foram unidos e me ensinaram a lutar e nunca desistir em meios as dificuldades. Em especial ao meu tio Dr. Raimundo Felipe da Cruz Filho, que sempre me incentivou durante toda minha vida a evoluir intelectualmente.

RESUMO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO AUXÍLIO AO ENSINO DE FÍSICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Alê de Souza Cruz

Orientador: Prof. Dr. José Anglada Rivera

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Um problema atual para o professor que trabalha com ciências está na falta de motivação dos alunos frente aos métodos atuais de ensino, onde muitas escolas, até mesmos em escolas de ensino muito tradicional vem mudando suas abordagens com aulas práticas, construção de laboratórios tanto de ciências como de robótica. Essas mudanças podem ser notadas com maior intensidade em escolas particulares (CASTRO, 2015). Mas o que fazer para mudar o panorama atual de nossas escolas públicas? Esta é uma das iniciativas desse trabalho que vem auxiliar o professor do Terceiro Ano do Ensino Médio na área experimental, fazendo uso de novas tecnologias como a energia solar fotovoltaica para trabalhar assuntos dentro da área de eletricidade. Levado em consideração a área ambiental e o incentivo ao uso de energias renováveis. Com esse tipo de atividade podemos incentivar o aluno do ensino básico a explorar outras formas de produzir energia elétrica aproveitando o que há em abundância na nossa região que é a energia solar. Levando em consideração o conhecimento prévio do aluno para termos uma aprendizagem mais significativa.

Palavras Chave: Ensino de Física, Aprendizagem Significativa, Energia solar, Eletricidade.

ABSTRACT

DIDACTIC SEQUENCE BASED ON PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY AS A HELP TO PHYSICS EDUCATION IN THE 3ND YEAR OF MIDDLE SCHOOL

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação e Inovação (PPGI) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

A current problem for the teacher working in science is the lack of motivation of students facing current teaching methods, where many schools, even in very traditional schools have been changing their approaches with practical classes, construction of laboratories both science as of robotics. These changes can be noticed with greater intensity in private schools (CASTRO, 2015). But what do we do to change the current panorama of our public schools? This is one of the initiatives of this work that comes to assist the teacher of the Third Year of High School in the experimental area, making use of new technologies such as photovoltaic solar energy to work subjects within the area of electricity. Taking into consideration the environmental area and the incentive to use renewable energy. With this kind of activity we can encourage the elementary school student to explore other ways of producing electricity by taking advantage of what is abundant in our region that is solar energy. Taking into account the previous knowledge of the student to have a more meaningful learning.

Keywords: Physics Teaching, Significant Learning, Solar Energy, Electricity.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	12
CAPÍTULO 1.....	13
INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Problema da Pesquisa.....	14
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Hipótese.....	15
1.4 Objetivo Geral.....	15
1.4.1 Objetivo Específico.....	15
CAPÍTULO 2.....	16
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Livros PNLD 2018.....	16
2.2 Estado da arte da Teoria de Ausubel.....	20
2.3 Sequência didática: definição e estrutura e estado da arte.....	22
CAPÍTULO 3.....	25
TEORIA DE AUSUBEL.....	25
3.1 Um breve histórico da vida de Ausubel.....	25
3.2 Processos de ensino-aprendizagem.....	25
3.3 Aprendizagem Significativa.....	26
3.3.1 Aprendizagem verbal significativa.....	26
3.3.2 Teoria da Subsunção.....	26
3.3.3 Teoria da Motivação.....	27
3.4.4 Aplicação.....	27
3.4.4.1 Princípios da aplicação.....	28
3.4 Aprendizagem Mecânica e Significativa.....	28
3.5 Recepção e Descoberta da Aprendizagem.....	28
CAPÍTULO 4.....	30
FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA ENERGIA SOLAR FOTIVOLTÁICA.....	30
4.1 Um breve histórico da eletricidade.....	30
4.2 Conceitos básicos de eletricidade.....	32
4.2.1 Carga elétrica.....	32

4.2.2	Correte elétrica.....	32
4.2.3	Campo elétrico.....	32
4.2.4	Energia Potencial Elétrica.....	33
4.2.5	Potencial Elétrico.....	33
4.2.6	Circuito elétrico.....	33
4.2.6	Condutores semicondutores e isolantes.....	34
4.3	Energia solar fotovoltaica.....	35
4.3.1	Arquitetura bioclimática.....	36
4.3.2	Energia solar térmica.....	36
4.3.3	Breve histórico da energia solar fotovoltaica.....	36
4.3.4	Energia solar fotovoltaica no ensino médio.....	38
4.4	As células fotovoltaicas.....	39
4.5	Convertendo luz solar em energia elétrica.....	40
4.5.1	Semicondutores fotovoltaicos tipo N.....	41
4.5.2	Semicondutores fotovoltaicos tipo P.....	41
4.6	Energia proveniente do sol.....	42
4.7	Curva correte-tensão de uma placa fotovoltaica.....	43
CAPÍTULO 5.....		44
MATERIAIS E MÉTODOS		44
5.1	Metodologia.....	44
5.2	Local de aplicação.....	44
5.3	Turmas de aplicação do produto.....	45
5.4	Esquema da sequência didática.....	46
5.5	Experimentos.....	47
5.6	Dados.....	49
5.6	Função do Professor.....	50
CAPÍTULO 6.....		52
PROPOSTA PARA SEQUÊNCIA		
DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....		52
6.1	Sequência didática.....	52
6.2	Estrutura.....	52
6.3	Análise da sequência didática.....	55
CAPÍTULO 7.....		57
APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA		

DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	57
7.1 Descrição e análise das aulas.....	57
CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICE A.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Crescimento da capacidade global de produção de energia solar. Fonte: REN21, 2018.....	14
Figura 2.1: Esquema padrão de uma Sequência Didática. Fonte: ARAÚJO, 2013.....	23
Figura 4.1: Corte transversal de uma célula fotovoltaica mostrando a junção PN. Fonte: CORTEZ, 2013.....	40
Figura: 4.2: curva característica de uma placa fotovoltaica. Fonte: CAMPOS, 2013.....	43
Figura 5.1: Esquema da sequência didática adotada. Fonte: Próprio autor.....	47
Figura: 7.1: Apresentação e Aplicação do Pré-teste. Fonte: Próprio autor.....	58
Figura 7.2: representação do efeito fotovoltaico. Fonte: CORTEZ, 2013.....	64
Figura 7.4: esquema circuito elétrico. Fonte Próprio autor.....	64
Figura 7.5: Esquema placa solar fotovoltaica. Fonte: Próprio autor.....	65
Figura 7.6: Aula de discussão dos temas e experimentos do projeto. Fonte: Próprio autor.....	65
Figura 7.7: Experimento E1 sendo desenvolvido pelos alunos. Fonte: Próprio.....	68
Figura 7.8: Circuito elétrico desenvolvido pelos alunos. Fonte: Próprio autor.....	68
Figura 7.9: células solares fotovoltaicas. Fonte: Próprio autor.....	72
Figura 7.10: Alunos realizado as soldagens das fitas metálicas na célula solar fotovoltaica.	

Fonte: Próprio autor.....73

Figura 7.11: Alunos realizado associação em serie das células fotovoltaicas. Fonte: Próprio autor.....73

Figura 7.12: placa solar fotovoltaica construída pelos alunos. Fonte: Próprio autor.....74

Figura 7.13: Placa solar fotovoltaica, produto finalizado. Fonte: Próprio autor.....74

Figura 7.14: Placa solar fotovoltaica construída pelos alunos realizando utilizada para carregar um celular. Fonte: Próprio autor.....75

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 Identificação, idade e característica dos alunos participantes.....	46
Tabela 5.2 Etapas e períodos do processo metodológico.....	50
Tabela 6.1 Resumo de etapas da sequência didática.....	54
Tabela 7.1 Respostas dos alunos em relação ao Pré-teste.....	58
Tabela 7.2: Descrição dos vídeos utilizados com os alunos.....	66
Tabela 7.3 Respostas dos alunos em relação a avaliação T1.....	70
Tabela 7.4 Respostas dos alunos em relação a avaliação T2.....	78
Tabela 7.4 Respostas dos alunos em relação ao Pós-teste.....	79

CAPÍTULO 1

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira: no Capítulo 1 se apresenta o problema da pesquisa, justificativa, hipótese, objetivo geral e objetivos específicos que serão abordados durante os capítulos posteriores. No Capítulo 2, é discutido o estado da arte, fazendo uma revisão de como a literatura trata o conteúdo do de eletricidade e energia solar fotovoltaica nos livros do PNLD 2018, e ainda, uma revisão de alguns artigos que tratam sobre a Teoria Da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel aplicada ao ensino Médio. No Capítulo 3, apresentamos as principais características referente a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. No capítulo 4, faremos uma revisão da teoria referente a Eletricidade, considerando os conceitos e propriedades. Falaremos da mesma forma sobre a teoria que envolve a energia solar fotovoltaica, ressaltando os principais conceitos. No Capítulo 5, se faz uma breve discussão da metodologia empregada, com o local da pesquisa, a características dos alunos analisados, os experimentos que serão abordados, e a tomada de dados. O Capítulo 6 mostra a estrutura e análise da sequência didática empregada. E finalmente no capítulo 7, o relato do emprego da sequência didática com os alunos selecionados, e em cada aula se tem as considerações do professor quando ao método aplicado.

Introdução.

A educação está passando por enormes mudanças em sua base nacional e essa nova reformulação pode ser uma oportunidade de melhorar a contextualização na maneira de como a física é ensinada na educação básica. Esse ensino tem se mostrado muito metódico e limitado a resolução de problemas teóricos, essas novas mudanças podem nos trazer a chance de implementarmos com mais efetividade conceitos pouco explorados da física moderna e contemporânea para alunos do ensino médio, podemos inserir também nesse contexto um comprometimento com a preservação do meio ambiente.

Grande parte do desenvolvimento tecnológico atual tem em sua base a física moderna e contemporânea e por mais que na física atual ministrada para alunos do ensino médio seja difícil trabalhar certos conceitos temos que encontrar novas soluções através de debates, produção de artigos e aplicação de novos métodos que estão sendo testados e repassados como experiências por professores de todo país. (MAGGI, 2017)

Nesse contexto temos a energia solar fotovoltaica, que em meios a fortes crises econômicas, nas últimas décadas apresentou grande crescimento mundial segundo a revista ambiental *Renewables*, o que pode ser observado na figura 1.1, isso ocorre devido ao forte interesse na preservação ambiental e o surgimento de incentivos na produção de pequenas produções de energia solar em residências (REN21, 2018). Apesar de no Brasil a produção de energia solar fotovoltaica ainda ser pequena já existe incentivos fornecidos pelo governo de melhorias da gestão energética.

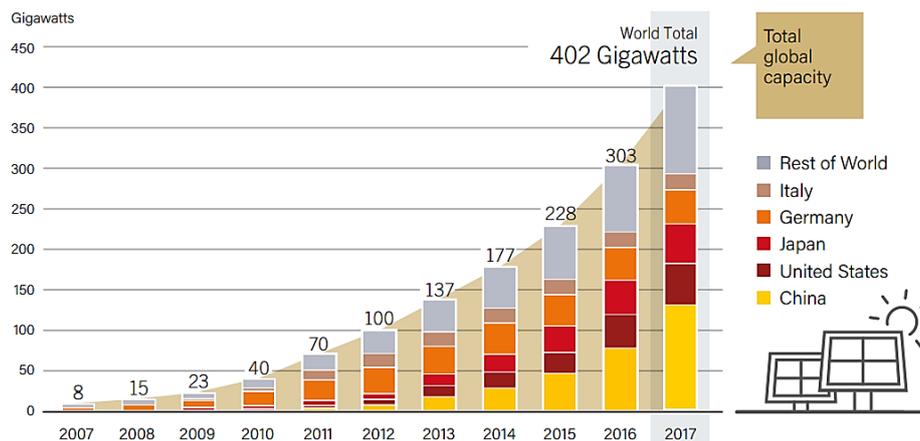


Figura 1.1: Crescimento da capacidade global de produção de energia solar.

Fonte: REN21, 2018.

Sendo assim nossa pesquisa envolve trabalhar experimentos sobre eletricidade utilizando células solares fotovoltaicas, estimulando o interesse dos alunos quanto ao conhecimento e uso de novas tecnologias.

1.1 Problema da pesquisa

Com desenvolver no 3º Ano do Ensino Médio experimentos de circuitos elétricos envolvendo energia solar fotovoltaica, tendo como base o conhecimento prévio dos alunos para assim termos uma aprendizagem mais significativa.

1.2 Justificativa

Um dos problemas do ensino de Física no Ensino Médio está na falta de interesse dos alunos, a falta de base matemática devido à má qualidade encontrada no ensino fundamental e a dificuldade de contextualização das aulas pelos professores. Dessa forma, a criação de uma sequência didática adequada para esse tipo de situação, ou seja, tentar ensinar os conteúdos de Eletricidade com uma abordagem diferente da canônica,

em parceria com a questão ambiental, trabalhando o conteúdo através de experimentos e após isso tentar sanar qualquer dúvida referente ao conteúdo explanado. Por isso, que se utilizará a teoria de Ausubel (AUSUBEL, 1983), fazendo com que o conhecimento prévio do aluno seja significativo e fundamental para processo de ensino-aprendizagem. A escolha do terceiro ano do Ensino Médio ocorre devido ao pouco tempo para aplicação da sequência didática e os alunos já estarem mais familiarizados com o conteúdo, e a mesma ocorre em uma escola cedida por um colega de turma de mestrado.

1.3 Hipótese

Dessa forma, a hipótese considerada nesse estudo é: A Energia Solar Fotovoltaica como auxílio ao ensino de física no 3º Ano do Ensino Médio, de forma significativa ao desenvolvimento cognitivo dos alunos.

1.4 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma sequência didática com experimentos sobre eletricidade, utilizando células solares fotovoltaicas, a fim de ter um maior envolvimento e compreensão dos alunos em relação ao conteúdo do terceiro ano do Ensino Médio que serão abordados, e na busca por energias renováveis.

1.4.1 Objetivos Específicos

a) Desenvolver roteiros de experiências de eletricidade que envolva construção de circuitos elétricos com utilização de células solares fotovoltaicas, que permita que o aluno tenha mais familiaridade com os elementos de um circuito, e com os equipamentos semicondutores a serem trabalhados.

b) Construir em conjunto com os alunos uma placa solar fotovoltaica, destacando os elementos que a constituem e como eles são produzidos, e enfatizar a necessidade da utilização de energias renováveis.

c) Avaliar a efetividade das atividades experimentais elaboradas com células fotovoltaicas no processo de aprendizagem dos alunos.

d) Considerar o conhecimento prévio dos alunos no desenvolvimento das atividades trabalhando a Aprendizagem significativa de Ausubel.

e) Elaborar um produto educacional que sirva como auxílio para outros professores que se interessem em trabalhar assuntos relacionados.

CAPÍTULO 2

Revisão Bibliográfica

Neste Capítulo faremos uma abordagem de como os livros da PNLD 2018 estão discutindo os conteúdos pertinentes a energias solar fotovoltaica e a energias renováveis, que possam servir como base na execução de trabalhos que utilizem temas relacionados nas escolas de ensino médio os quais os livros são oferecidos. Ainda se fará uma breve revisão de trabalhos relacionados à Aprendizagem Significativa de Ausubel aplicadas ao ensino médio, e a Física do 3º ano, mais precisamente a área de eletricidade.

2.1 Livros PNLD 2018

O programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) é destinado a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e também às instituições de educação infantil comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público.

O Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017, unificou as ações de aquisição e distribuição de livros didáticos e literários, anteriormente contempladas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e pelo Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE). Com nova nomenclatura, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD também teve seu escopo ampliado com a possibilidade de inclusão de outros materiais de apoio à prática educativa para além das obras didáticas e literárias: obras pedagógicas, softwares e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar, entre outros.

A execução do PNLD é realizada de forma alternada. São atendidos em ciclos diferentes os quatro segmentos: educação infantil, anos iniciais do ensino fundamental, anos finais do ensino fundamental e ensino médio. Os seguimentos não atendidos em um determinado ciclo, recebem livros, a título de complementação, correspondentes a novas matrículas registradas ou à reposição de livros avariados ou não devolvidos.

Além dos seguimentos, no âmbito do PNLD, podem ser atendidos estudantes e professores de diferentes etapas e modalidades, bem como públicos específicos da educação básica, por meio de ciclos próprios ou edições independentes. (PNLD, 2018)

Para o quadriênio de 2018 a 2021, a PNLD disponibilizou para a disciplina de Física, 12 livros didáticos. Na presente dissertação, consegui reunir 10 livros para realização da análise segundo o contexto. Como objetivo deste trabalho é avaliar o rendimento dos alunos dentro do contexto de circuitos com base na energia solar fotovoltaica a partir da construção de placas solares, então, os livros foram avaliados pelos seguintes aspectos: contextualização, experimentos e exercícios. Para o primeiro aspecto, analisaremos como está contextualizado os conteúdos dentro da realidade do aluno, como no Brasil temos uma grande diversidade, isso pode interferir se o autor trabalhar muitas questões regionais. O segundo aspecto sinaliza para a área experimental, a existência de experimentos fáceis de serem realizados facilita o entendimento dos conteúdos podendo facilitar na aprendizagem significativa do aluno. No último aspecto analisaremos a quantidade de exercícios que os livros do PNLD disponibilizam, e se esses exercícios estão relacionados aos vestibulares.

Os 10 livros utilizados nesta pesquisa estão listados abaixo, sendo que se encontram no seu volume 3.

Física em Contextos - (POGIBIN, 2017).

- Livro muito bem especificado e produzido, embora não abra um parêntese para energia solar fotovoltaica, nem para energias renováveis.
- Mostra experimentos com materiais de fácil acesso, ao término de cada capítulo mas não em grande quantidade.
- Os exercícios estão dentro do contexto dos vestibulares, tendo uma parte dedicada a questões do próprio ENEM.

Física: Eletromagnetismo - Física Moderna – (BONJORNO, 2017).

- Não muito contextualizado; mas apresenta na parte de geradores referências a energias renováveis, em particular a energia solar fotovoltaica.
- Existe um capítulo chamado “Física no cotidiano”, onde se tem alguns experimentos, o que pode facilitar a aprendizagem significativa
- Muitos exercícios resolvidos, mas poucos exercícios propostos, e ainda, os propostos muito parecidos com os resolvidos.

Física para o Ensino Médio – (FUKE, 2017).

- Livro com boa explicação, mas exclui de seu contexto as energias renováveis.
- Poucos experimentos, mas ao final de cada capítulo apresenta curiosidades físicas e as relaciona com o dia a dia.
- Possui poucos exercícios, com pouca particularidade com os vestibulares.

Física: Contextos e Aplicações – (ALVARENGA, 2017).

- Um bom portfólio de experimentos ao longo do livro, que podem ser feitos com matérias de fácil acesso permitindo que o aluno possa realizar os mesmos em casa.
- Não apresenta casos particulares para energias renováveis, e em consequência energia solar fotovoltaica.
- Pouquíssimos exercícios propostos, não permitindo um bom preparo para concursos.
- No início do livro mostra-se uma aba chamada “Aplicações na Física”, que estaria mostrando a contextualização dos conteúdos na tecnologia. No entanto, ao se ler o livro essa aba não aparece em nenhum momento, em nenhum capítulo ou tópico.

Física: Ciência e Tecnologia – (TORRES, 2017).

- Não permite uma conexão com o conhecimento significativo do aluno, principalmente por não apresentar muitos experimentos.
- Não é muito focado nas novas tecnologias, e principalmente para energias renováveis.
- Tem uma grande quantidade de exercícios, mostrando-se bem focado na área de concursos.

Compreendendo a Física – (GASPAR, 2017).

- Boa quantidade de experimentos em todos os capítulos.

- Não apresenta casos envolvidos com energias renováveis, descartando a energia solar fotovoltaica.
- Apresenta exercícios com enfoque nos vestibulares, mais voltados para o ENEM.
- Serve como auxílio ao aluno, mas não utiliza muitas conexões com o cotidiano, o que não facilita a aprendizagem significativa.

Física: Eletromagnetismo e Física Moderna – (GUIMARÃES, 2017).

- Apresenta bastantes experimentos por capítulo que podem facilmente serem aplicados em sala de aula ou em casa. O que interage com o conhecimento prévio do aluno.
- Apresenta para cada conteúdo uma aplicação dentro da área de tecnologia e também energias renováveis, incluindo energia solar fotovoltaica.
- Apresenta um caderno com uma grande quantidade de questões de vestibulares.

Física: Interação e Tecnologia – (GONÇALVES, 2017).

- Bastante experimentos mostrados com materiais que podem ser encontrados em casa o que facilita a aprendizagem significativa.
- Também focado no tema “vestibulares” com grande quantidade de exercícios.
- Bom auxílio para o aluno em situações do cotidiano.
- Não apresenta particularidades para energias renováveis e energia solar fotovoltaica.

Física aula por aula – (BARRETO, 2017).

- Este livro tem uma parte, além da aplicação dos conteúdos na tecnologia, dedicada a Física no Cinema, que busca explicar fenômenos físicos que ocorrem em alguns filmes.
- Apresenta um capítulo voltado para energias renováveis, e casos particulares para energia solar fotovoltaica.

- Mostra uma boa quantidade de experimentos, todos com materiais voltados para o dia a dia, o que pode fazer uma boa conexão com conhecimentos prévios dos alunos.
- Em relação aos exercícios, este livro também tem uma quantidade boa de questões focadas no ENEM e nos vestibulares.

Conexões com a Física – (MARTINE, 2017).

- Boa quantidade de experimentos em todos os capítulos, mas sem apresentar assunto de energia solar fotovoltaica.
- Traz exercícios com enfoque dos vestibulares, mais precisamente, o ENEM.
- Auxilia o aluno, mas sem apresentar muitas situações do cotidiano.

No contexto utilizado para análise feita nos livros alguns deles se mostraram mais promissores que outros, o que não significa que quando mudado o foco de aplicação a análise isso não mude. No panorama geral, todos os 9 livros tiveram algum aspecto positivo, dentro da teoria de Ausubel. Com isso, conclui-se que a deficiência na aprendizagem dos alunos no ensino de ciências não está ligada ao uso ou escolha do livro didático, pois todos tiveram um bom rendimento na análise.

2.2 Estado da arte da Teoria de Ausubel no ensino médio.

Menegat (2007) em sua dissertação de mestrado investigou textos de divulgação científica como solução de problemas quanto a recursos didáticos, promovendo a Aprendizagem Significativa dos conceitos de eletricidade no ensino médio. Os textos foram retirados de revistas científicas conhecidas e utilizados em uma sequência de ações a serem realizados pelos alunos, no qual eles identificavam problemas na área de eletricidade identificados nos textos, e promoviam soluções adequadas para os problemas.

Melo, Rolim e Carvalho (2009) promovem a organização do conhecimento prévio dos alunos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco, com a utilização de uma sequência de vídeos e simulações interativas como objetos de aprendizagem para o ensino da eletricidade. Trabalho fundamentado na Teoria da Aprendizagem significativa propondo a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos permitindo estabelecer, construir e reconstruir esses conhecimentos.

Araújo e Moreira (2007) analisaram o processo de ensino e aprendizagem em uma abordagem que envolveu o uso de simulações computacionais sobre a Lei de Gauss para a eletricidade, onde a fundamentação teórica adotada estava baseada na Aprendizagem Significativa de Ausubel e na interação social de Vygotsky. Os resultados obtidos mostram que as atividades computacionais são facilitadoras de uma aprendizagem significativa.

Arruda, Villani, Ueno e Dias (2004) relacionaram a Aprendizagem significativa a termos uma boa aprendizagem satisfatória no ensino de ciências. O seu papel foi complementar as considerações implícitas na aprendizagem significativa, introduzindo, pelo menos em parte, o universo inconsciente. Apresentada inicialmente sua leitura sobre aprendizagem significativa, e em seguida, mostrando o papel do desejo e da satisfação inconsciente na educação, finalizando com a apresentação e a discussão de vários exemplos na História da Ciência e na aprendizagem em ciências. O que pode se mostrar promissor para professores do ensino médio no incentivo ao ensino de ciências.

Tavares (2008) faz uma conexão com a aprendizagem significativa e o ensino de ciências usando mapas conceituais e animações interativas, assim ele descreve os princípios teóricos que fundamentam a construção de objetos de aprendizagem considerando a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Ainda conclui que a teoria da codificação dual indica que a aprendizagem se torna potencialmente mais efetiva quando a transmissão da informação acontece através dos canais verbal e visual. Esses objetos de aprendizagem se propõem a facilitar a aprendizagem de significados dos conteúdos relacionados ao ensino de ciências, tanto fazendo um uso integrado de mapas conceituais, animação interativa e textos, quanto fazendo uso da codificação dual e se configurando como uma representação múltipla de um determinado acontecimento.

Gonçalves (2005) em sua dissertação de mestrado utiliza animações no ensino de Física Térmica com intuito de obter uma aprendizagem significativa, onde foi utilizado tecnologias educacionais como vídeos, simulações interativas de eventos físicos como atividades complementares as aulas expositivas estimulando o conhecimento prévio do aluno. Onde ao final foi produzido um hipertexto sobre o conteúdo de Física Térmica incluindo figuras, animações e vídeos.

Santos, Alves e Moret (2006) a utilização do programa Modellus no ensino de Física do ensino médio funciona como mediador a uma aprendizagem significativa. Eles utilizaram a problemática de que a dificuldade encontrasse na utilização de métodos tradicionais de ensino e ausência de meios pedagógicos modernos, e apresentaram quatro

animações interativas, desenvolvidas em um ambiente virtual de aprendizagem computacional, e a criação de um Laboratório Virtual analisando então o impacto das simulações no ensino-aprendizagem e representando através de gráficos, o qual foi baseado em um questionário respondido pelos alunos, durante as atividades.

Dorneles, Araújo e Veit (2006) analisam diferentes concepções e raciocínio dos alunos sobre conceitos básicos envolvidos em circuitos elétricos simples, que se tornam obstáculos para a aprendizagem significativa, e apresentam em seus resultados desse trabalho de pesquisa, um conjunto de atividades, simulações e modelagem computacionais, desenvolvidas com o software Modellus, levando em conta tais dificuldades, com o objetivo de auxiliar o aluno a superá-las.

Boss, Souza e Caluzi (2009) realizam uma discussão sobre a inserção e análise de textos históricos durante as aulas de Física fornecendo subsunçores para a aprendizagem do conceito de carga elétrica. Onde os dados foram coletados através de questionários, e fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Tironi, Schmit e Schuhmacher (2013) apresentam atividades desenvolvidas em uma escola do município de Massaranduba, onde são trabalhados temas como Nanotecnologia e Efeito Fotoelétrico e os fenômenos presentes nas tecnologias atuais. Fazem uso de organizadores prévios na forma de textos, vídeos, aulas práticas e simuladores sobre os tópicos abordados permite a ocorrência de uma aprendizagem significativa. O estudo aponta a viabilidade de inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, assim como o uso de organizadores para “o despertar da curiosidade” dos alunos e a assimilação dos mesmos em sua estrutura cognitiva.

2.3 Sequência didática: definição, estrutura e estado da arte.

Um dos grandes desafios de um professor consiste em planejar uma aula que possa fornecer para os alunos um alto nível de aprendizado. Escolher quais assuntos e de que maneira eles serão abordados faz parte desses desafios diários.

Uma das maneiras de tentarmos melhorar o planejamento das aulas consiste na elaboração de uma sequência didática, ou execução e adaptação de uma já predefinida. Onde segundo Araújo (2013), sequência didática é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais. Isso permite ao professor desenvolver métodos de estudos para cada assunto abordado, levando em consideração a realidade do aluno para desenvolver as técnicas necessárias para se chegar

no objetivo que é um bom aprendizado. A estrutura padrão de uma sequência didática pode ser observada na figura 2.1.

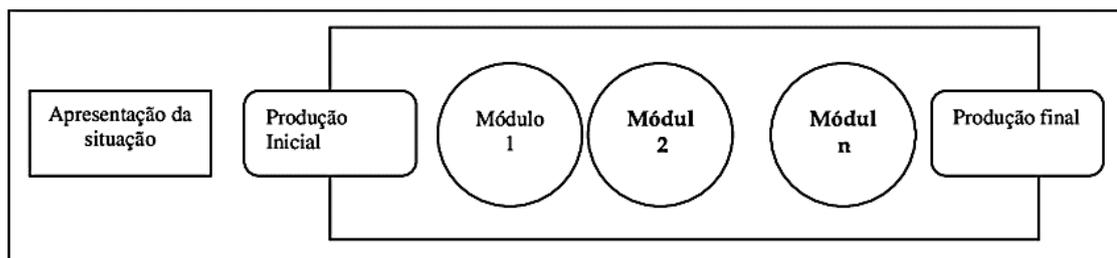


Figura 2.1: Esquema padrão de uma Sequência Didática. Fonte: ARAÚJO, 2013

Fernandes (2015) desenvolveu uma sequência didática para trabalhar conceitos de eletricidade para alunos do primeiro ano do ensino médio, justificado pela grande quantidade de estudantes das turmas iniciantes com pouco conhecimento em Física, por terem dificuldades na interpretação de situações que necessitam de conhecimentos de matemática básica e das relações entre grandezas físicas e por não ser comum o estudo de eletricidade no primeiro ano do Ensino Médio. As atividades foram realizadas pelos alunos, em duplas e em grupo, facilitando o compartilhamento de ideias e a mediação. Em um primeiro momento, as atividades foram baseadas em simulações computacionais. Posteriormente, os conceitos foram trabalhados através de experimentos com lâmpadas de enfeites natalinos. Num terceiro momento, conhecimentos de Eletrônica Básica e de Programação foram empregados em experimentos envolvendo um microcontrolador, oportunizando uma iniciação à montagem de circuitos.

Azevedo (2008) em sua dissertação usa a Teoria da Transposição Didática para elaborar sequências didáticas que atualizem o currículo de física no ensino médio, abrindo oportunidades par a inserção da física moderna e contemporânea. Criou-se uma ferramenta de observação e análise dos a alunos usando a Teoria da Situação Didática, e verificou-se as condições de aulas já implementadas e a possibilidades de substituição de contratos didáticos por sequencias didáticas que tenham maior aceitação dos alunos.

Raminelli (2016) usou tecnologias digitais para desenvolver uma sequência didática que promovesse o uso de smartphone em sala de aula, através do desenvolvimento de aplicativos que facilite o entendimento da eletrodinâmica para alunos do ensino médio. A elaboração dos instrumentos abordados na sequência didática foi embasada por dados levantados através da aplicação de questionários, sendo que estes, tiveram como referencial teórico a Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Fonseca (2015) realizaram a aplicação de uma Sequência Didática, com o objetivo de significar a aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio da modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA), sobre tópicos de eletricidade. A proposta foi desenvolvida em aulas da componente curricular de Física no ano de 2014, em uma turma da totalidade 9 (equivalente ao 3º ano do Ensino Médio Regular). O trabalho foi desenvolvido baseado na teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel e orientado pelas diretrizes curriculares para a EJA. A sequência de sete atividades foi desenvolvida de forma a contemplar o estudo de tópicos de eletricidade como Tensão Elétrica, Corrente Elétrica, Potência Elétrica, Energia Elétrica.

Fernandes, Hartmann e Dorneles (2014) basearam-se na aplicação de uma sequência didática onde são propostas atividades de simulação computacionais, experimentos sobre circuitos elétricos utilizando-se lâmpadas de enfeites natalinos e experimentos envolvendo o Arduino, realizando uma iniciação à montagem de circuitos utilizando conhecimentos de eletrônica básica e de programação computacional. Permitindo que os alunos participem da construção do conhecimento, interagindo com os objetos de aprendizagem, com seus colegas e professores. Com uma abordagem qualitativa foi verificado a viabilidade de utilizarmos esta sequência didática para o estudo inicial sobre eletricidade.

Passinho (2018) desenvolveu e implementou uma sequência didática estruturada nos três momentos pedagógicos para o ensino de conceitos de Física que são aplicados na tecnologia, presente constantemente no cotidiano dos alunos. As aulas foram desenvolvidas e realizadas em uma turma de Educação de Jovens e Adultos concluintes do Ensino Médio. Slides com questionamentos contextualizados, questões problematizadoras, gifs, simulação virtual, texto pré-elaborado foram os materiais utilizados nas aulas caracterizadas pela problematização e dialogicidade.

CAPÍTULO 3

Teoria de Ausubel

3.1 Um breve histórico sobre a vida de Ausubel.

David Paul Ausubel é um psicólogo e educador americano. Ele nasceu nos Estados Unidos, Nova York, em 25 de outubro de 1918, cresceu em Brooklyn, Nova York, e morreu em 9 de julho de 2008. Ausubel foi para a Universidade da Pensilvânia para obter seu diploma de bacharel em Psicologia e Pré-Med, e ele se formou em 1939. Depois, formou-se na faculdade de medicina em 1943 na Middlesex University. Em seguida, ele obteve seu PhD em Psicologia do Desenvolvimento pela Columbia University em 1950. Trabalhou como docente em várias universidades e me aposentei do trabalho acadêmico em 1973. Onde começou a praticar psiquiatria, publicou vários livros em psicologia do desenvolvimento e da educação e tem mais de 150 artigos publicados em bons periódicos. Em 1976, recebi o Prêmio Thorndike da Associação Americana de Psicologia por "Contribuições Psicológicas Distintas à Educação". (DISTLER, 2017)

Ausubel foi influenciado pelo ensino de Jean Piaget. Suas ideias são semelhantes às ideias de esquemas conceituais de Piaget; Ausubel relatou isso à sua explicação de como as pessoas adquirem o conhecimento. David Ausubel teorizou que "as pessoas adquirem o conhecimento principalmente por estarem diretamente expostas a ele, e não pela descoberta"

Ausubel foi um grande psicólogo da educação, Filho de família judia, cresceu sem se agradar da educação que havia recebido, e afirma que a educação é violenta e reacionária. Após sua formação acadêmica em medicina, realizada em território canadense resolve dedicar-se à educação. Se posicionou contra a aprendizagem que tenha uma estrutura cognitiva, que identifica a aprendizagem como um processo de armazenamento de informações. Apesar desse posicionamento, a teoria da assimilação de David Paul Ausubel, ou teoria da aprendizagem significativa, é uma teoria cognitivista. (DISTLER, 2017)

3.2 Processo de ensino-aprendizagem

Aprender consiste em um processo de assimilação de qualquer tipo de conhecimento, onde podemos considerar os casos mais simples de criança aprende a

manipular seus brinquedos, aprendendo a fazer pequenas contas e lidar com as coisas em geral, como nadar, andar de bicicleta etc., até processos mais complexos onde uma pessoa aprende a passar por escolhas mais complexas como a escolha de uma profissão, ou até mesmo lidar com outras pessoas. Num geral as pessoas estão sempre aprendendo (LIMA, 2016).

O processo de ensino-aprendizagem é um sistema complexo de interação comportamentais que pode ser melhor representada com as interações entre o professor e o aluno, onde ensinar pode ser refletido como um conjunto de atividades que o professor pode realizar para que o aluno aprenda, onde as atividades propostas atualmente certamente fazem parte ou foram adaptadas de alguma teoria de aprendizagem estudada.

3.3 Aprendizagem Significativa

3.3.1 Aprendizagem Verbal Significativa

Segundo Ausubel, o significado é criado através de algumas formas de equivalência representacional entre a linguagem e o contexto mental. Existem dois processos envolvidos: O primeiro é a recepção, que é empregada na aprendizagem verbal significativa, e o segundo a descoberta, que está envolvido na formação de conceitos e resolução de problemas. (AUSUBEL, 1983)

O trabalho de Ausubel é geralmente comparado ao trabalho de Bruner porque ambos tinham opiniões semelhantes sobre a natureza hierárquica do conhecimento. No entanto, Bruner deu mais ênfase ao processo de descoberta. Por outro lado, Ausubel foi fortemente orientado para os métodos de aprendizagem verbal de falar, ler e escrever. (BRUNER, 1996).

3.3.2 Teoria da Subsunção

A teoria da subsunção de Ausubel baseia-se na ideia de que a estrutura cognitiva existente de um indivíduo (organização, estabilidade e clareza de conhecimento em determinado assunto) é o fator principal e básico que influencia a aprendizagem e a retenção de material novo significativo. Ele descreve a importância de relacionar novas ideias à base de conhecimento existente do aluno antes que o novo material seja apresentado. Esta teoria é aplicada na estratégia do organizador avançado desenvolvida

por Ausubel. Da perspectiva de Ausubel, este é o significado da aprendizagem. (Silva, 2014).

Quando a informação é incluída na estrutura cognitiva do aluno, ela é organizada hierarquicamente. O novo material pode ser incluído de duas maneiras diferentes e, para ambos, nenhum aprendizado significativo ocorre a menos que exista uma estrutura cognitiva estável. Essa estrutura existente fornece uma estrutura na qual o novo aprendizado é relacionado, através de níveis que são direcionados às informações ou conceitos anteriores na estrutura cognitiva do indivíduo.

Quando alguém encontra material completamente novo e desconhecido, a aprendizagem é direcionada, em oposição à aprendizagem significativa. Essa aprendizagem direcionada pode, eventualmente, contribuir para a construção de uma nova estrutura cognitiva que pode ser usada na aprendizagem significativa.

3.3.3 Teoria da Motivação

A teoria da aprendizagem de Ausubel também atribui grande importância à motivação do aluno. De acordo com o seu ponto de vista, pela motivação de realização cognitiva, pela força de vontade interna auto aperfeiçoada e pela composição de condução interna subsidiária. A motivação de Ausubel é o impulso cognitivo de um estudante que deseja conhecimento, compreensão, domínio de conhecimentos, representações e a necessidade de resolver o problema. Essa necessidade começou na curiosa tendência dos estudantes, e para explorar, manipular, compreender e lidar com o ambiente psicológico, a tendência é uma das mais importantes e mais estáveis motivações. O auto aperfeiçoamento é a motivação em virtude de a capacidade dos estudantes conquistarem melhores posições ou as necessidades de realização correspondentes. (Silva, 2014).

3.3.4 Aplicação

Ausubel indica que sua teoria se aplica à aprendizagem de recepção expositiva em ambientes escolares. Distingui recepções aprendendo com aprendizado rotineiro e de descoberta; o primeiro porque não envolve subsunção, ou seja, materiais significativos, e o segundo porque o aprendiz precisa descobrir informações por meio da solução de problemas.

3.3.4.1 Princípios da Aplicação:

As ideias mais gerais de um assunto devem ser apresentadas primeiro e, depois, progressivamente diferenciadas em termos de detalhe e especificidade. Os materiais didáticos devem tentar integrar novos materiais com informações previamente apresentadas através de comparações e referências cruzadas de ideias novas e antigas.

3.4 Aprendizagem mecânica e significativa

Na tentativa de adquirir conhecimento significativo, o aluno pode abordar a tarefa de duas maneiras diferentes. Se uma pessoa tentar memorizar seu número de carteira de habilitação sem considerar os números para outra coisa que não seja uma série aleatória, isso significa aprendizado rotineiro. Por outro lado, se uma pessoa tenta criar alguma conexão com algo que já conhece, ela experimenta aprendizado significativo. (Silva, 2014).

3.5 Recepção e Descoberta Aprendizagem

Os defensores da aprendizagem da descoberta declaram que esse tipo de aprendizado é onde o conhecimento real é obtido, onde a conservação da memória é assegurada e onde a consciência sub-verbal é encontrada pela primeira vez. Bruner é um dos principais defensores da aprendizagem da descoberta e disse que a aprendizagem mais significativa ocorre quando é motivada pela própria curiosidade dos alunos e descoberta pela exploração individual ou em grupo. Ausubel afirma que aqueles que estão por trás do aprendizado da descoberta e criticam o ensino expositivo estão perdendo o ponto mais importante. Isto é, se o método de aprendizado é a descoberta ou a recepção não determina a significância do material. (NEVES, 2017).

A crítica mais comum de Ausubel ao aprendizado da descoberta é que, embora possa ser eficaz em certas situações, na maioria das vezes, é pesado e excessivamente longo. Além disso, a menos que o professor forneça um contexto maior de aprendizado, ele é desorganizado e não terá melhor chance de retenção do que rotacionar a memorização de um procedimento. Em vez disso, o ensino expositivo, o outro lado da aprendizagem da recepção, pode ser feito para ser significativo se o professor é consciencioso sobre como o material é apresentado.

A sinalização é o primeiro e mais básico conceito que Ausubel prescreve. É uma ferramenta familiar para a maioria de nós e pode ser tão simples quanto numerar os principais pontos da apresentação. Isso é conhecido como especificando a estrutura das relações. Outros tipos de sinalização incluem a apresentações prematuras, declarações resumidas e palavras pontuais que "indicam a perspectiva do autor ou enfatizam informações importantes (NEVES, 2017).

O método mais controverso e digno de nota que Ausubel introduziu é "organizadores avançados". Estas não são apenas pré-visualizações do material do assunto que será apresentado. Os organizadores avançados são mais gerais, conceitos abstratos que fornecerão o grande contexto ao qual a nova informação pode ser incluída e fixada. (AUSUBEL, 1983).

A Aprendizagem Significativa veio para fazer oposição ao método onde o aluno aprende de maneira arbitrária, ou seja, o aluno aprende sem precisar entender do que se trata ou compreender o significado do porquê. Esse tipo de aprendizagem é conhecido como Aprendizagem mecânica que desconsidera o conhecimento armazenado na estrutura cognitiva do aluno, considerando que o seu aprendizado não necessidade de conexões.

Então essa nova teoria proposta por Ausubel é uma teoria cognitiva porque ela lida com as próprias experiências e conhecimentos do indivíduo que utiliza as mesmas para interagir com o novo e aprender, isso enfatiza o que acontece na sala de aula quando os alunos aprendem; na natureza dessa aprendizagem; nas condições necessárias para que isso ocorra; em seus resultados e, conseqüentemente, em sua avaliação (Ausubel, 1976). É uma teoria da aprendizagem porque esse é o seu propósito. A Teoria da Aprendizagem Significativa aborda todos e cada um dos elementos, fatores, condições e tipos que garantem a aquisição, assimilação e retenção do conteúdo que a escola oferece aos alunos, para que adquira significado para os mesmos.

Klauser (2017) ressalta que a escola tem que trabalhar com o conhecimento prévio do aluno, e que a família tem que contribuir nesse processo, e o educando tem que assumir sua responsabilidade e atuar em parceria com a escola, preservando suas características, e que essa ação conjunta facilita a ação do educando no espaço escolar e sua relação com a aprendizagem, possibilitando uma educação satisfatória. Pode-se perceber que a escola e a família devem buscar parcerias, de forma que os educandos tenham oportunidades de construir um perfil de pessoa capaz de viver e conviver em situações novas e prazerosas para eles.

CAPÍTULO 4

Fundamentos teóricos para energia solar fotovoltaica

Estaremos iniciando esse capítulo com uma abordagem dos conceitos físicos da energia solar fotovoltaica, levando em conta que o público alvo são turmas do terceiro ano do ensino médio. Desse modo discutiremos aqui o que o professor deverá entender para que o mesmo esteja apto a aplicar a sequência didática de ensino e aprendizagem que será apresentada mais a diante. Deixando claro que não que não apresentaremos todos os conceitos e nem formulações matemáticas, trabalharemos conceitos mais voltados para a prática apresentada a qual é voltada para o lado experimental e fenomenológico.

A energia solar fotovoltaica envolve a produção de energia elétrica a partir da energia proveniente do sol, então veremos uma introdução passando pela eletricidade e chegaremos projeto a ser produzido.

4.1 Um breve histórico da eletricidade

O desenvolvimento da ciência e tecnologia é muito cheio de acertos e erros, muito rico de história, no caso da eletricidade, não existe um único momento que define seu início. A maneira como produzimos, distribuimos, instalamos e usamos a eletricidade e os dispositivos relacionados fazem parte de 300 anos de pesquisa e desenvolvimento.

Esforços para entender, capturar e dominar a eletricidade começaram no século XVIII. E nos 150 anos seguintes, onde vários cientistas como Willian Gilbert, que, em 1600, denominou o evento de atração dos corpos de eletricidade na Inglaterra, até posteriormente chegar em Benjamin Franklin nos Estados Unidos. (TONIDANDEL, 2018).

Naquela época onde supostamente Benjamin Franklin havia descoberto a eletricidade com a experiência de uma pipa atingida por um raio, a eletricidade já era bem conhecida através dos estudos de Tales de Mileto no século IV, e tempos depois Willian Gilbert, Stephen Gray e Charles Dufay também tiveram suas contribuições. Na realidade Benjamin estava tentando somente provar a natureza elétrica dos raios. As pessoas queriam uma maneira barata e segura de iluminar casas, e os cientistas pensaram que a eletricidade poderia ser um caminho.

Segundo Santos (2015), aprender a produzir e usar eletricidade não foi fácil. Por muito tempo não havia fonte confiável de eletricidade para experimentos. Quando em 1800, Alessandro Volta, um cientista italiano, fez uma grande descoberta. Volta percebeu que com que se ele pegasse um pedaço de pape embebido em água com sal, e colocasse entre duas placas metálica uma de cobre e outra de zinco, ocorria uma reação química que produzia corrente elétrica. Nesse momento Volta tinha criado a primeira célula elétrica.

Ao conectando muitas dessas células juntas, Volta foi capaz de "amarrar uma corrente "e criar uma bateria. É em homenagem a Volta que avaliamos baterias em volts, e finalmente, uma fonte segura e confiável de eletricidade estava disponível, tornando mais fácil para os cientistas estudarem eletricidade.

Posteriormente, Hans Christian Oersted descobriu que uma bússola havia reagido quando uma bateria em seu laboratório foi ligada e desligada. Isso só aconteceria se houvesse um campo magnético presente para interferir com a agulha da bússola, e mais adiante se descobriu que esse campo magnético foi gerado a partir da eletricidade que flui da bateria. Mas Oersted mudou para o campo da química e deixou a pesquisa de eletricidade e magnetismo para outros. (PINTO, 2017).

Um cientista inglês, Michael Faraday, foi o primeiro a perceber que quando se variava um fluxo magnético nas proximidades de um fio de cobre, proporcionava o surgimento de uma corrente elétrica. Foi uma incrível descoberta. Quase toda a eletricidade que usamos hoje é feito com ímãs e bobinas. Tanto o gerador elétrico e motor elétrico tem como base o mesmo princípio. Um gerador converte energia de movimento em eletricidade. Um motor converte energia elétrica em energia de movimento.

A relação entre eletricidade e magnetismo não tinha sido estudada completamente até 1873, quando o físico James Maxwell observou a interação entre cargas elétricas positivas e negativas. Através da experimentação contínua, Maxwell determinou que essas cargas podem atrair ou repelir uma à outra com base em sua orientação. Ele também foi o primeiro a descobrir que os ímãs têm polos, Maxwell também observou que quando uma corrente passa por um fio, a mesma gera um campo magnético ao seu redor. (RAMOS, 2017)

4.2 Conceitos Básicos da eletricidade.

Eletricidade é um termo geral que abrange uma variedade de fenômenos resultantes da presença e do fluxo de carga elétrica. Esses incluem muitos fenômenos facilmente reconhecíveis, tais como relâmpagos, eletricidade estática, e correntes elétricas em fios elétricos. Além disso, a eletricidade engloba conceitos menos conhecidos, como o campo eletromagnético e indução eletromagnética.

A seguir temos alguns conceitos que estão inseridos na eletricidade, que pode fornecer mais clareza referente a seu entendimento.

4.2.1 Carga elétrica.

A carga elétrica é uma propriedade básica da matéria da mesma forma que a massa, onde elas geram duas das quatro forças fundamentais da Física. A carga elétrica pode ser positiva ou negativa. A unidade de carga elétrica nos SI é o coulomb, equivalente à quantidade líquida de carga elétrica que flui através de uma seção transversal de um condutor.

4.2.2 Corrente elétrica.

Uma corrente elétrica é um fluxo de carga elétrica, onde em um circuito elétrico, esta carga é frequentemente transportada por elétrons em movimento em um fio. Também pode ser transportada ou por íons, como em um gás ionizado. A unidade SI para medir uma corrente elétrica é o ampere, que pode ser traduzida como o fluxo de carga elétrica através de uma superfície na taxa de um coulomb por segundo. A corrente elétrica pode ser medida usando um dispositivo chamado amperímetro.

Correntes elétricas causam aquecimento conhecido como efeito Joule, o que permite o surgimento da luz em lâmpadas incandescentes. Eles também criam campos magnéticos, que são usados em motores, indutores e geradores. (HALLIDAY, 2018).

4.2.3 Campo Elétrico

O entendimento do campo elétrico está diretamente ligado ao entendimento da Força elétrica, que surge das interações entre cargas elétricas quaisquer, e essas interações ocorrem pela troca de fótons entre as cargas, onde cada carga gera uma “nuvem” de fótons que é uma propriedade associada as cargas elétricas denominada campo elétrico. O

campo elétrico que atua entre duas cargas, age de maneira similar ao modo como o campo gravitacional atua entre duas massas, e como ele, se estende em direção ao infinito e mostra uma relação inversa quadrada com a distância.

Uma segunda forma de se definir o campo elétrico é aquela descrita pela lei de indução eletromagnética de Faraday, onde ele formulou que a força eletromotriz produzida em torno de um caminho fechado é proporcional à taxa de mudança do fluxo magnético através de qualquer superfície delimitada por esse caminho.

Variar um campo magnético em uma superfície fechada produz um campo elétrico induzido. Após ser modelada matematicamente por James Clerk Maxwell, a Lei de Faraday tornou-se uma das equações de Maxwell, que desde então evoluiu para a teoria de campo. (MACHADO, 2013).

4.2.4 Energia Potencial Elétrica

Como dito anteriormente a força elétrica é uma das quatro forças fundamentais da Física, e surge da interação entre as cargas elétricas através da troca de fótons entre elas, sendo essa força considerada conservativa, podemos definir uma energia potencial elétrica associada a essa força. O que se assemelha a Física Newtoniana onde energia potencial gravitacional está associada a força gravitacional. Essa energia potencial elétrica está relacionada ao trabalho realizado pela força elétrica no deslocamento de uma carga de prova. (MACHADO, 2013).

4.2.5 Potencial Elétrico

O potencial elétrico é uma propriedade característica das cargas geradoras, assim como acontece com o campo elétrico. Pode ser definido como o trabalho realizado por uma força externa ao trazer, em equilíbrio, uma carga de prova q situada no infinito para uma posição r_q , dividido pela carga q , estando essas sobre ação das forças elétricas produzidas por cargas geradoras. (MACHADO, 2013).

4.2.6 Circuito elétrico.

Um circuito elétrico é uma conexão entre componentes elétricos de tal forma que a carga elétrica é feita para fluir ao longo de um caminho fechado, geralmente para realizar alguma tarefa útil.

Existem uma grande variedade de circuitos elétricos, que podem ser utilizados como soluções para uma infinidade de problemas, existem circuitos abertos, fechados, circuitos em série, em paralelo, curto-circuito, etc. Os componentes de um circuito elétrico podem assumir várias formas, que podem incluir elementos como resistores, capacitores, interruptores, transformadores, entre outros, elementos que podem ser formados por materiais condutores onde os mais usuais são o cobre, alumínio e ouro, e por materiais semicondutores como o silício e o germânio que são usados na fabricação de diodos, transistores e processadores. (GONZALES, 2014).

4.2.7 Condutores semicondutores e isolantes.

As classificações dos materiais ocorrem de acordo com a facilidade com que as cargas elétricas se movem em seu interior. O comportamento dos condutores e não condutores ocorrem de acordo com a estrutura e propriedades elétricas dos átomos. Quando os átomos de um material condutor são unidos para formar um sólido, alguns elétrons que estão, mas afastados do núcleo desses átomos (que estão submetidos a uma força de atração menor) se tornam livres para vagar pelo material, e são chamados de elétrons de condução. Podemos dizer que esse material tem uma boa condutividade elétrica. Já em materiais isolantes esses elétrons de condução não existem, ou existem em quantidades muito inferiores.

Um material semicondutor é um intermediário entre os condutores e isolantes, e tem um valor de condutividade elétrica entre o de um material condutor, como cobre, ouro, etc., e um isolante, como o vidro. Sua resistência diminui à medida que a temperatura aumenta, comportamento oposto ao de um metal. Suas propriedades condutoras podem ser alteradas de maneiras úteis pela introdução deliberada e controlada de impurezas na estrutura cristalina, o que chamamos de dopagem. Quando duas regiões que foram dopadas de maneira diferente são unidas em um mesmo material temos uma junção semicondutora. O comportamento dos portadores de carga que incluem elétrons, íons e buracos de elétrons nessas junções são a base de diodos, transistores e todos os eletrônicos modernos. Alguns exemplos de semicondutores são o silício, o germânio e o gálio. (HALLIDAY, 2018).

4.3 Energia solar fotovoltaica

O desenvolvimento de nossa sociedade está ligado diretamente à transformação do meio ambiente e a busca para obtenção de energia. E no decorrer desse desenvolvimento a história nos mostra uma certa carência de energia em diversos estágios dessa trajetória, e nas últimas décadas temos visto através da mídia e fundamentada por diversos cientistas o apelo que nos mostram o iminente do fim dos combustíveis fósseis, e ainda o imenso impacto no meio ambiente causado por essas fontes de energia, além do mais a insustentabilidade do modo de como as mesas são obtidas.

Em contrapartida já existe muitas frentes que estão empenhadas no desenvolvimento de novas formas de geração de energia, e recentemente já podemos perceber o interesse nas fontes renováveis, não mais como energias alternativas, mas sim como fontes de energia primárias, onde as principais podem ser representadas por hidroelétricas, biomassa, energia eólica e energia solar. (NETO, 2018).

No geral, a maioria da energia utilizada pelo homem é proveniente da ação solar, que muda o estado físico da água, fazendo com que essa se desloque para regiões mais elevadas e seja aproveitada pelas usinas hidrelétricas. O aquecimento das massas de ar juntamente com o movimento de rotação terrestre provoca os ventos, que são aproveitados nos aerogeradores dos parques eólicos. E a energia solar, que é absorvida na fotossíntese, dando vida às plantas que pode ser utilizada como fonte de energia de biomassa. E ao considerarmos uma escala de tempo maior teremos o petróleo, que surge devido a decomposição de restos de vegetação e animais marinhos pré-históricos, que também surge devido a ação solar, pois o mesmo forneceu a energia necessária ao surgimento da vida terrestre em eras passadas. Considerando então esse ponto de vista, podemos então dizer que todas essas formas de energia são renováveis, infelizmente para algumas não podemos considerar a escala humana. Para um bom desenvolvimento sustentável, o ideal é a utilização das energias citadas acima, das quais sua renovação acontece a cada dia.

A energia solar que chega na Terra em um período de um ano é muito superior que a consumida pelo ser humano nesse mesmo ano. (SILVA, 2015). Infelizmente e por falta de interesse, todo esse potencial não é aproveitado. O aproveitamento artificial da energia solar pode ser feito de três modos:

- Arquitetura Bioclimática

- Efeito Foto térmico
- Efeito Fotovoltaico

4.3.1 Arquitetura bioclimática

A arquitetura bioclimática consiste em formas de aproveitamento da luz do sol visando a harmonização das construções com o meio ambiente, de forma a ter uma integração arquitetônica às condições locais.

Para que se tenha um aproveitamento correto das condições naturais, as edificações devem ser planejadas cuidadosamente, o que pode significar um alto rendimento no aproveitamento da energia natural do sol, economizando outras formas de energia mais sofisticadas.

4.3.2 Energia solar térmica

O efeito foto-térmico consiste na captação da Irradiação Solar e conversão direta em calor. Nestes sistemas, a energia proveniente do sol é captada através de painéis solares térmicos, também chamados de coletores solares.

Os Sistemas de Aquecimento Solar estão mais presentes no Brasil, devido à sua tecnologia ser mais simples e preços mais acessíveis. São bons complementos aos sistemas de energia solar fotovoltaicos, pois fornecem de maneira eficaz e barata, a energia utilizada em aquecimento principalmente para água, aquecimento de piscinas e climatização ambiente.

4.3.3 Breve histórico da energia solar fotovoltaica

O efeito fotovoltaico, foi observado por Edmond Becquerel em 1839, que consiste no aparecimento de uma diferença de potencial nas extremidades de um semicondutor, quando o mesmo absorve a luz visível. Que é o principal motivo de aplicação em sala de aula para alunos do ensino básico, com o objetivo de construção de um modulo solar fotovoltaico.

Levando em conta que são praticamente incontestáveis as vantagens da energia solar fotovoltaica sendo que, a matéria prima é inesgotável, não há emissão de poluentes durante a geração da eletricidade e os sistemas podem ser instalados em todo o globo.

A energia solar fotovoltaica tem alguns pontos de desvantagens, os quais podem ser a densidade de fluxo de radiação solar pela diferença de potencial (o fluxo de potencial que chega à superfície terrestre) ser um tanto pequeno (entorno de 1kW/m^2), isso quando comparado às fontes fósseis, a energia solar disponível para uma determinada região varia ao longo do ano, além de ser afetada pelas condições climatológicas, os equipamentos utilizados na captação e conversão necessitam investimentos financeiros um tanto elevados comparado aos sistemas convencionais, e devido ao baixo fluxo de potencial solar necessitamos uma grande área captadora, com o objetivo de obter maior potencial.

Em Silva (2015), podemos observar que a utilização da energia gerada pelo sol, seja como fonte de calor ou de luz, é uma das alternativas energéticas mais promissoras para se enfrentar os desafios energéticos do novo milênio, sendo o sol praticamente responsável pela origem de todas as outras fontes de energia, e em apenas uma hora, o Sol fornece à terra uma quantidade de energia superior ao que aqui se consome durante um ano inteiro.

Sendo assim, Quando William Grylls Adams e seu aluno, Richard Evans Day, em 1876 descobriram que uma corrente elétrica poderia surgir no selênio (semicondutor) quando exposta a luz, eles se sentiam confiantes de que haviam descoberto algo completamente novo. Werner von Siemens, um contemporâneo cuja reputação no campo da eletricidade o classificou ao lado de Thomas Edison, chamou a descoberta de “cientificamente da maior importância”. Esse trabalho pioneiro sustentou a mecânica quântica muito antes que a maioria dos químicos e físicos aceitasse a realidade de átomos. A experiência realizada com células solares de selênio apesar de não gerar corrente suficiente para alimentar equipamentos elétricos, elas eram a prova que materiais sólidos poderiam transformar luz em eletricidade.

De acordo com KEMERICH (2016), esse efeito fotovoltaico observado está proximamente relacionado ao efeito fotoelétrico. Em qualquer um dos casos, a luz é absorvida, causando a excitação de um elétron ou outro portador de carga para um estado de energia mais alta. A principal diferença é que o termo efeito fotoelétrico é normalmente usado quando o elétron é ejetado para fora do material quando o mesmo é exposto a uma radiação eletromagnética cuja frequência coincida com a frequência de corte do material, e o efeito fotovoltaico é usado quando o portador de carga excitada permanece contido no material. Em ambos os casos, um potencial elétrico (ou voltagem) é produzida pela separação de cargas, e a luz precisa ter energia suficiente para superar a barreira potencial de excitação. A essência física da diferença é geralmente que a emissão fotoelétrica separa

as cargas por condução balística e a emissão fotovoltaica as separa por difusão, mas alguns conceitos de dispositivos fotovoltaicos de "portadora quente" apagam essa distinção.

4.3.4 Energia solar fotovoltaica no ensino médio

A energia solar fotovoltaica é um assunto da física pouco explorado no ensino médio, é explorado de maneira muito básica em algumas literaturas do PNLD, mencionado dentro da parte de energias renováveis fazendo com que o aluno perca rapidamente o interesse em desenvolver projetos dentro dessa área que pode ser muito promissora para o desenvolvimento energético do nosso país.

Segundo Campos (2015), é importante nos dias de hoje projetar sociedades mais sustentáveis, onde os interesses da comunidade se sobreponham aos interesses individuais. Um bom projeto necessita acautelar as questões ambientais, as questões sociais e não descuidar das questões econômicas.

Desse modo o interesse em desenvolver projetos de categoria sustentável nas escolas de ensino básico é fundamental para despertar no aluno uma consciência coletiva com interesse de preservação do planeta, e a física pode contribuir com desenvolvimento de projetos que ressalte a utilização de energias renováveis.

Somente a conscientização de uma parcela representativa da sociedade pode ter a força para executar, na velocidade requerida pela Natureza, a transformação da economia global dependente de combustíveis fósseis para uma economia baseada em uma matriz energética mais limpa. As tecnologias de energias renováveis que permitem manter o equilíbrio dos Gases de Efeito Estufa na atmosfera, e ao mesmo tempo suprir as necessidades energéticas de uma população humana de 7 bilhões de pessoas e aumentando rapidamente já existem, a questão é como disseminar o seu uso. (NETO, 2018).

A conscientização pela preservação do meio ambiente vem crescendo em âmbito mundial, forçando a cada dia as empresas a se reorganizarem na busca da melhor maneira de interagir com o meio sem agredi-lo. E essa nova maneira de pensar o meio ambiente vem sendo cada vez disseminada nas escolas, ora de maneira espontânea ou por normas estabelecidas pelo próprio país.

Segundo dados da ANEEL (2018), no decorrer do tempo, muitos países começaram a exigir a participação da energia solar no aquecimento de água, destacando-

se primeiramente Israel e posteriormente a Espanha, no ano de 2006, que exigiu um percentual mínimo de produção de energia solar em novas edificações. Em 2007, a iniciativa foi acompanhada por países como Índia, Coréia do Sul, China e Alemanha, onde os percentuais exigidos variam de 30% a 70%, dependendo do clima, nível de consumo e disponibilidade de outras fontes de energia.

Então o desenvolvimento de experimentos que explorem os conceitos de física em diversos momentos do ensino básico estimula o interesse e o aprendizado, e sendo os experimentos um estímulo a utilização de energias renováveis, nos coloca em sintonia com o meio ambiente e ainda nos permite trabalhar conceitos pouco explorados que no caso da energia solar fotovoltaica o aluno pode manusear o silício e se inteirar de assuntos como semicondutores.

4.4 As Células Solares Fotovoltaicas

A chave para a energia solar fotovoltaica é a célula solar, ou célula fotovoltaica. A energia solar é uma das formas mais viáveis e limpas de energia renovável, porque podemos usar a energia proveniente do sol para produzir eletricidade, isso por meio das células solares.

A célula solar opera de acordo com o que é chamado de efeito fotovoltaico, onde foto significa luz e voltaica está relacionada com a eletricidade. As células solares são tecnicamente chamadas células fotovoltaicas.

Essas células fotovoltaicas são dispositivos semicondutores em sua maioria produzidos a partir do silício semelhantes aqueles encontrados em produtos eletrônicos como diodos e transistores. A energia fotovoltaica produz eletricidade convertendo a energia solar proveniente do sol em uma corrente direta ou corrente contínua usando a ação fotovoltaica da célula sem o uso de qualquer bateria ou produto eletrônico. (MACHADO, 2014)

A luz solar é limpa, fácil de aproveitar e está disponível gratuitamente em todo o mundo, com o único custo envolvido sendo o custo de um painel solar, tornando a energia solar a escolha ideal para a geração de eletricidade doméstica local. A eletricidade solar também é muito ecológica, já que não produz poluição ou desperdício de subprodutos, nem poluição do ar ou da água, e é completamente silenciosa, tornando-a ideal para um futuro saudável do planeta. Um dos tipos mais comuns de células solares

fotovoltaicas é feito de semicondutores de silício especialmente tratados e, portanto, é conhecido como célula solar fotovoltaica de silício. (SILVA, 2015).

4.5 Convertendo a luz solar em energia elétrica

A geração fotovoltaica de energia solar começa com a célula solar. As células fotovoltaicas são dispositivos semicondutores feitos de placas de silício altamente purificado dopado com impurezas especiais, que lhe permite uma abundância de "elétrons" e "buracos" dentro de sua estrutura de treliça. As células solares convertem a energia solar em corrente elétrica, mas não tem a capacidade de armazenamento, mas podem ser consideradas como uma pequena bateria, produzindo uma tensão de saída fixa, dependendo do tipo de célula solar ou da quantidade de energia recebida.

As células solares fotovoltaicas produzem uma corrente contínua de saída que é proporcional ao seu tamanho e à quantidade de radiação solar que cai sobre a placa de silício.

Para os dispositivos semicondutores de silício, eles consistem de uma camada positiva do tipo P e uma camada negativa do tipo N unidos para formar uma "junção PN" como ilustrado na figura.

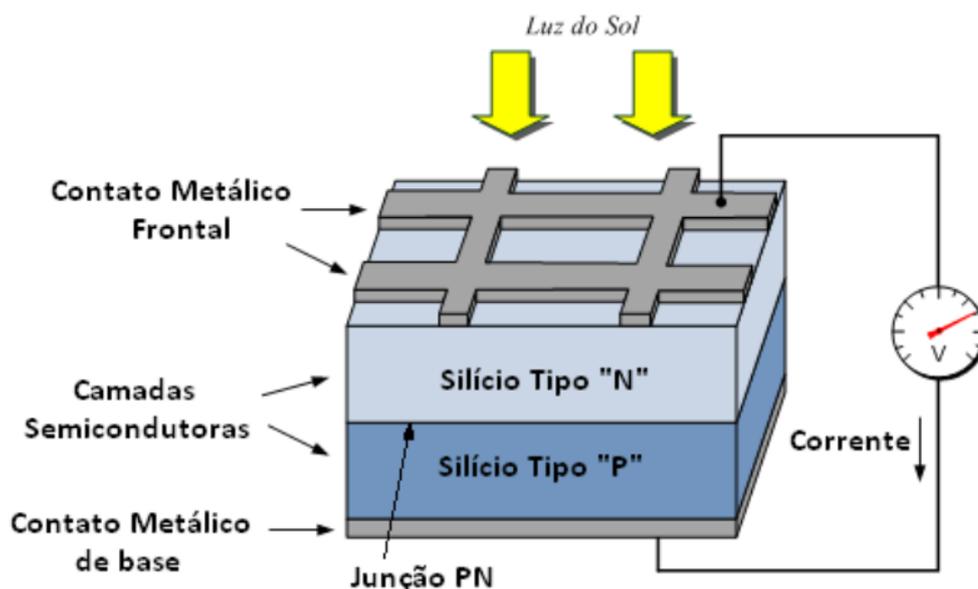


Figura 4.1: Corte transversal de uma célula fotovoltaica mostrando a junção PN.

Fonte: CORTEZ, 2013.

4.5.1 Semicondutores fotovoltaicos tipo N

Para que o nosso cristal de silício conduza eletricidade, precisamos introduzir um átomo de impureza como o fósforo (P) na estrutura cristalina, tornando-o extrínseco (impurezas são adicionadas). Os átomos de fósforo têm cinco elétrons externos em seu orbital externo para compartilhar com átomos vizinhos e são comumente chamados de impurezas "pentavalentes" (5 elétrons). Isso permite que quatro dos cinco elétrons orbitais se unam aos átomos de silício vizinhos, deixando um "elétron livre" flutuando ao redor do cristal dopado.

Quando expostos à luz solar, os elétrons liberados dos átomos de silício são rapidamente substituídos pelos elétrons livres disponíveis dos átomos de fósforo dopados (fluxo de elétrons). Mas esta ação ainda deixa um elétron extra (o elétron liberado) flutuando em torno do cristal dopado, tornando-o carregado negativamente. Em seguida, um material semicondutor é classificado como tipo N quando tem um excesso de elétrons, criando assim um polo negativo. Como cada átomo de impureza "doa" um elétron, os átomos pentavalentes são geralmente conhecidos como "doadores". (SONAI, 2015).

4.5.2 Semicondutores fotovoltaicos tipo P

Se formos para o outro lado e introduzirmos uma impureza "Trivalente" (3 elétrons) na estrutura cristalina, como o Boro (B), que tem apenas cinco elétrons dispostos em três cascas em torno de seu núcleo, com o orbital mais externo tendo apenas três elétrons, a quarta ligação fechada não pode ser formada. Portanto, uma conexão estável completa não é possível, dando ao material semicondutor uma abundância de transportadores carregados positivamente conhecidos como "buracos" na estrutura do cristal onde os elétrons estão efetivamente ausentes.

Como agora existe um buraco no cristal de silício, um elétron vizinho é atraído para ele e tentará se mover para dentro do buraco para preenchê-lo. No entanto, o elétron que preenche o buraco deixa outro buraco atrás dele enquanto se move. Isso, por sua vez, atrai outro elétron que, por sua vez, cria outro buraco atrás dele, e assim por diante, dando a aparência de que os buracos estão se movendo como uma carga positiva através da estrutura cristalina semicondutora. Este movimento de furos representa o fluxo de corrente convencional.

O movimento dos buracos resulta em uma falta de elétrons no silício, transformando todo o cristal dopado em um polo positivo. Portanto, um material

semicondutor do tipo P tem mais buracos que os elétrons e, como cada átomo de impureza gera um furo, as impurezas trivalentes são geralmente conhecidas como “Aceitadores”, pois estão continuamente “aceitando” elétrons extras ou livres.

Sozinhos, os materiais semicondutores do tipo N e do tipo P são eletricamente neutros, mas quando esses dois materiais semicondutores são reunidos pela primeira vez, alguns dos elétrons livres movem-se pela junção para preencher os orifícios no material tipo P, produzindo negativos. Íons, mas porque os elétrons se moveram eles deixam para trás íons positivos no lado N negativo e os buracos se movem através da junção na direção oposta para a região onde há um grande número de elétrons livres. Este movimento de elétrons e buracos através da junção é conhecido como difusão. (GARCIA, 2018).

Esse processo continua até que o número de elétrons que cruzaram a junção tenha uma carga elétrica grande o suficiente para repelir ou impedir que mais transportadores cruzem a junção. Eventualmente, ocorrerá um estado de equilíbrio (situação eletricamente neutra) produzindo uma zona de " Barreira Potencial " ao redor da área da junção, à medida que os átomos doadores repelem os buracos e os átomos aceitadores repelem os elétrons. Uma vez que nenhuma operadora de carga livre pode descansar em uma posição onde há uma barreira potencial, ela é “esgotada” de qualquer operadora móvel gratuita, e essa área ao redor da junção é agora chamada de Camada de Depleção.

4.6 Energia proveniente do sol

Quando a luz do sol brilha em uma célula fotovoltaica, os fótons de luz atingem a superfície do material semicondutor e liberam elétrons da estrutura do átomo dos materiais.

Isso cria um fluxo de elétrons formando uma corrente elétrica que começa a fluir sobre a superfície da célula solar fotovoltaica. Tiras metálicas são colocadas na superfície da célula fotovoltaica para coletar esses elétrons que formam a conexão positiva. A parte de trás da célula fotovoltaica, o lado distante da luz solar entrante, consiste de uma camada de alumínio ou metal que forma a conexão negativa com a célula. Então, uma célula solar fotovoltaica tem duas conexões elétricas para fluxo de corrente convencional, uma positiva e outra negativa. (CORTEZ, 2013).

O tipo de energia solar produzida por uma célula solar fotovoltaica é chamado de corrente contínua ou DC, o mesmo que de uma bateria. A maioria das células solares

fotovoltaicas produz uma tensão de circuito aberto “sem carga” (nada conectado a ela), quando não há nenhum circuito externo conectado.

4.7 Curva corrente - tensão de uma placa fotovoltaica

A curva que caracteriza uma célula Solar, tem o objetivo de mostrar a corrente e tensão de uma determinada célula, ou módulo fotovoltaico, fornecendo uma descrição detalhada de sua capacidade de conversão e eficiência de energia solar.

As curvas são basicamente uma representação gráfica da operação de uma célula solar ou módulo mostrando uma relação entre a corrente e a tensão nas condições existentes de irradiância e temperatura. (CAMPOS, 2013).

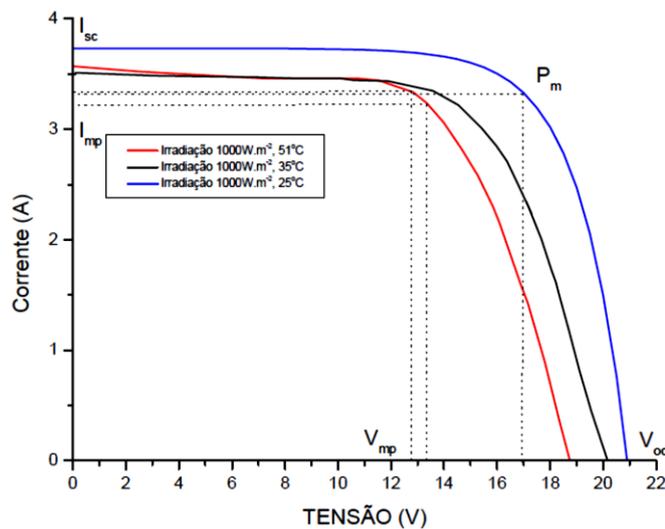


Figura 4.2: curva característica de uma placa fotovoltaica

Fonte: CAMPOS, 2013

Podemos observar no gráfico as características da tensão e da corrente de uma célula fotovoltaica de silício comum operando sob condições normais. A energia fornecida por uma célula solar é o produto da corrente e tensão. Se a multiplicação é feita, ponto a ponto, para todas as tensões em uma condição de circuito aberto, teremos uma curva de potência definida para cada nível de irradiação.

CAPÍTULO 5

Materiais e Métodos

Uma vez que o este trabalho considera uma maneira moderna de se entender eletricidade, apresentam-se neste capítulo as formas de: como ensinar tal conteúdo através da experimentação, da utilização de tecnologias modernas e ainda ter um consciência ambiental voltado para a busca de energias renováveis; extrair e coletar os dados antes (conhecimentos prévios) e deixar o aluno explorar seus próprios conhecimentos no momento da experimentação; avaliar os alunos à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

5.1 Metodologia

O objetivo deste trabalho é construir e aplicar uma sequência didática através da aplicação de experimentos e utilização de energia solar fotovoltaica, a fim de se obter um maior envolvimento e aprendizagem dos alunos referentes aos conteúdos de Eletricidade para o terceiro ano do ensino médio. Desse modo nos basearemos na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, como uma maneira de avaliação e de análise da evolução dos conhecimentos dos alunos.

5.2 Local de aplicação

Quanto a localização escolhida para a aplicação do método de ensino tive algumas dificuldades. A escola que que exerço minhas atividades não se mostrou flexível para que eu pudesse aplicar na mesma a sequência didática que pode ser vista no apêndice A, no entanto obtive a ajuda do colega de turma Luiz Gustavo que articulou junto ao diretor de sua escola, o que me permitiu realizar as atividades após o fim do turno matutino. Portanto o local selecionado foi a Escola Estadual Sant'Ana, situada na Avenida André Araújo, nº2398, no bairro de Petrópolis próximo ao Instituto de Pesquisa na Amazônia - INPA.

A escola apresenta algumas dificuldades no âmbito administrativo, disciplinar, pedagógico e na sua estrutura principalmente, uma escola pequena que possui apenas 10 salas de aula distribuídas pela escola, um laboratório de ciências interditado pela falta de materiais para experimentos científicos. Por relatos do próprio professor de Física da

escola, a maioria dos alunos apresentam grande deficiência nos estudos, dificuldades na matemática básica e falta de interesse nas aulas.

Embora a presença de dificuldades seja constante, a escola possui muitos profissionais dedicados e qualificados, há uma boa porcentagem de professores mestres outros já estão a caminho do doutorado.

Na escola realiza-se também o chamado PROEMI (Programa Ensino Médio Inovador), que tem a finalidade a transformação de uma escola regular para a adequação de uma escola de tempo integral, a gestão trabalha com aptidão para que os recursos sejam conquistados com êxito.

Esses projetos são realizados com a intenção de obter melhorias à escola como estrutura e órgão pedagógico, criando métodos estimulantes direcionados aos alunos, não pude participar ativamente desses projetos devido a parte de aplicação e apresentação já ter sido realizada, mas disponibilizei os materiais utilizados nos experimentos como doação para a escola para que a mesma possa reutiliza-los em projetos futuros.

A sequência didática aplicada com os alunos dessa escola, foi aplicada no ano de 2017 uma vez por semana durante 10 semanas. Foi utilizado o horário de 11:45 a 12:30 logo após o fim do turno matutino para não interferir no planejamento da escola e nem no currículo do aluno.

5.3 Turmas de aplicação do produto

No presente estudo, o principal alvo são alunos do terceiro ano do Ensino Médio (EM), para isso selecionou-se de maneira voluntaria nas três turmas de terceiro ano existentes na escola um grupo com 12 alunos, sendo dividida em dois grupos Grupo 1 e Grupo 2. A divisão em grupo se deu para facilitar a parte experimental, onde cada grupo construía o mesmo experimento. No caso das aulas com projeções e vídeos não se fazia divisão de grupos.

No quadro abaixo, cada participante da pesquisa é identificado e caracterizado de acordo com sua participação.

Tabela 5.1 Identificação, idade e característica dos alunos participantes.

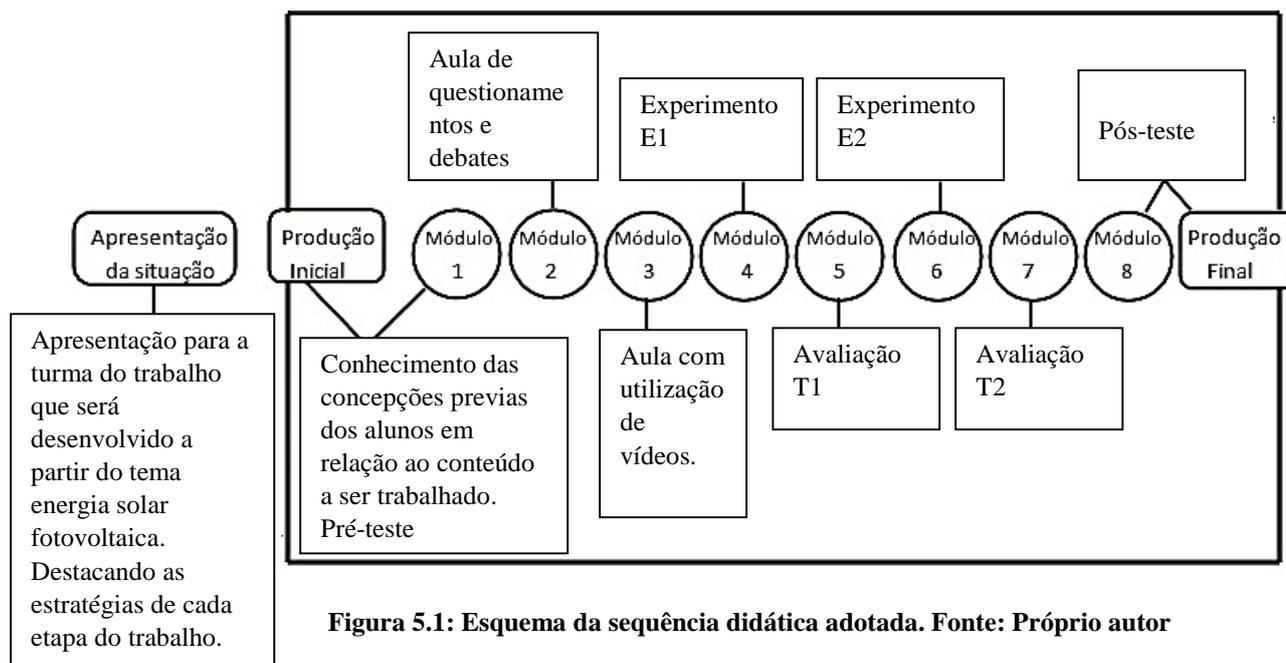
Identificação	Grupo	Idade	Características
A1	Grupo 1	16 anos	Assíduo
A2		18 anos	Assíduo
A3		17 anos	Assíduo
A4		18 anos	Assíduo
A5		18 anos	Não assíduo
A6		17 anos	Assíduo
A7	Grupo 2	17 anos	Repetente Assíduo
A8		18 anos	Assíduo
A9		18 anos	Não assíduo
A10		18 anos	Repetente Assíduo
A11		17 anos	Assíduo
A12		18 anos	Assíduo

Fonte: Elaborado a partir do pré-teste encontrado no (Apêndice A

5.4 Esquema da sequência didática adotada.

Neste trabalho a sequência didática adotada levou em consideração os seguintes critérios: a) a realidade do aluno em meio as dificuldades pedagógicas da escola selecionada, quanto a falta de materiais didáticos e laboratórios. b) considerar os conhecimentos prévios dos alunos na elaboração das aulas e durante debates ou questionamentos. c) a dificuldade encontrada pelos alunos do 3º ano do ensino médio quanto ao aprendizado dos conceitos dentro da área de eletricidade. d) o baixo aprendizado dos alunos do 3º ano quanto ao funcionamento de um semicondutor. e) a utilização de novas tecnologias no ensino de física despertando o interesse do aluno e facilitando o aprendizado. f) incentivar o aluno a utilização de energias renováveis como alternativa de preservação do meio ambiente.

O esquema a seguir representa o padrão para a sequência didática adotada neste trabalho.



5.5 Experimentos

Um grande parceiro no ensino de ciências está na realização de atividades onde o aluno possa visualizar, manusear e perceber com mais clareza o professor está propondo em sala de aula, é nesse ponto que as atividades experimentais podem ser um estímulo à reflexão, à crítica, e a busca pela compreensão dos fundamentos científicos referentes aquela realidade. Dessa forma, a utilização de experimentos em sala de aula tem como intuito uma maior aproximação dos alunos dentro do conteúdo, ou disciplina, a serem estudadas, estimulando o interesse do aluno principalmente quando tratamos de tecnologias novas ou de pouco conhecimento, dessa forma o professor pode direcionar o aprendizado levando em consideração o conhecimento prévio como auxílio na aquisição de novos conhecimentos.

Nesse ponto temos que a teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel deixa claro que o aluno é o principal sujeito do processo ensino-aprendizagem, e que a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. (KLAUSEN, 2017).

A partir dessa ideia é explicado o por que usar tal teoria na presente dissertação, uma vez que, o aluno sendo o sujeito de principal interesse, a busca por conhecimento, através da pesquisa, vem a partir do próprio aluno, tendo o professor apenas como um instrumento de intermediação do processo.

Diante dessa problemática, tentou-se desenvolver e aplicar 2 experimentos de eletricidade, onde um deles envolve a construção de um circuito elétrico de maneira bem artesanal com materiais que possam ser encontrados em equipamentos eletrônicos velhos, esse será o experimento E1, e o outro já envolve a construção de uma placa solar fotovoltaica que vem trazendo um maior índice de dificuldade denominando experimento E2.

O interesse aqui é ter um aluno atuante e que tente entender cada experimento, então a construção dos experimentos fora totalmente feito por eles, sendo o professor apenas um auxílio. Como se sabe, a ciência é movida pela curiosidade e investigação. Com isso, o motivo pela construção dos experimentos é fazer com que os alunos sejam curiosos, tenham ideias para melhorar ou contornar determinado problema que possa aparecer, mas, sem deixar de lado a parte física do problema, que também adquira uma consciência ambiental com interesse na utilização de energias renováveis.

De modo geral os experimentos têm como objetivo além de demonstrar uma parte prática fornecendo uma aproximação e melhor entendimento do conteúdo, permite que o aluno tenha contato com materiais e equipamentos que não fazem parte do ensino médio convencional, permitindo uma aula um tanto diferente da canônica. Podemos destacar aqui que os problemas ambientais existentes no mundo podem ser amenizados quando ensinamos a trabalhar e terem mais interesse no aproveitamento da energia solar.

O experimento E1 que traz a construção de um circuito elétrico, permite ao aluno aplicar o conteúdo estudado em sala de aula e ter um primeiro contato com equipamentos como ferro de solda, lades, solda de estanho e chave de circuito entendendo como os mesmos funcionam, podendo lembrar de assuntos estudados anteriormente principalmente na área de calorimetria.

Para o experimento E2 temos a construção de uma placa solar fotovoltaica utilizando células de silício, o que permite ao aluno adquirir conhecimento que não faz parte do currículo convencional, entender melhor o funcionamento de semicondutores e ainda repensar as nossas matrizes energéticas visando a preservação ambiental através da utilização de energias renováveis.

No desenvolvimento desta sequência didática todos os experimentos foram construídos pelos alunos a partir de materiais e esquemas fornecido pelo professor, onde o mesmo serviu apenas como orientador. O intuito é que os alunos desenvolvam os experimentos de maneira que seus conhecimentos prévios sejam significativos quando se

depararem com o novo, e assim se desenvolva o aprendizado. Os roteiros das experiências seguem no produto educacional encontrados no Apêndice A.

5.6 Dados

Este trabalho se apresenta de uma forma qualitativa, portanto é necessário a extração de dados, onde estes dados se apresentam de forma observacional sobre um indivíduo complexo que tem o poder de se modificar rapidamente. Nesse ponto podemos fazer a grosso modo uma comparação com a mecânica quântica em momentos onde o observador pode interferir no resultado, dessa mesma forma o professor interfere no processo ensino-aprendizagem, mesmo tentando ser imparcial. Sendo assim, a extração de dados também ocorre de forma imparcial, mas levando em consideração a interferência do mediador.

A coleta de dados ocorre de algumas maneiras as quais nos permite dados confiáveis para análise, e por consequência realizamos avaliação da aprendizagem. Essas atividades realizadas que nos permitiu a coleta de dados foram: um Pré-teste como marco inicial do projeto, e um Pós-testes, determinando assim o fim das atividades, um teste avaliativo ao fim de cada experiência, onde o T1 representa o teste avaliativo ao final da experiência E1, e o T2 representa o teste avaliativo ao final da experiência E2, e ao término do projeto a aplicação de um pós-teste.

A aplicação do pré-teste, que representa um teste diagnóstico realizado antes do início das atividades justamente para podermos realizar uma análise prévia de como o aluno está chegando para o início das atividades tendo acesso assim aos conhecimentos prévios do aluno.

As realizações das atividades ao final de cada experimento nos permitem extrair uma quantidade maior de informações além de permitir que os alunos realizem uma auto avaliação, cria também uma oportunidade de retirar as dúvidas que eles já tinham ou adquiriram durante a construção dos experimentos.

E ao final do projeto a realização do pós-teste que tem o mesmo formato do pré-teste o que nos permite fazer um comparativo de como o aluno chegou para a realização das atividades e como essas atividades influenciaram na construção do novo conhecimento adquirido analisado posteriormente nas evoluções das respostas dos alunos

Cada experimento apresenta um tipo de avaliação diferente, que foi elaborado de acordo com os conteúdos abordados durante sua execução, trazendo questões dissertativas referentes aos conceitos explanados na atividade.

Outras formas de obtenção de dados foram consideradas, como por exemplo, a observação nas aulas, o empenho, e o interesse do aluno. No entanto, essas fontes não foram usadas na presente dissertação para se evitar a interferência do professor, deixando o aluno livre pra construir seu próprio conhecimento.

Apresentaremos a seguir uma tabela que mostra os procedimentos metodológicos, e os passos seguidos durante a execução do projeto, juntamente com o período gasto durante as etapas.

Tabela 5.2 Etapas e períodos do processo metodológico.

Atividade Realizada	Período de Tempo (aulas)
Pré-teste (teste diagnostico).	1
Apresentação em Power point.	1
Apresentação de vídeos.	1
E1 - Circuito Elétrico.	1
T1.	1
E2 - Placa Solar Fotovoltaica.	3
T2.	1
Pós-teste.	1
Total.	10

5.7 Função do Professor

O ensino de das matérias de exatas no ensino médio se apresenta como os maiores índices de reprovação, o que para muitos alunos representa algo muito difícil de

ser compreendido, e a Física não fica de fora dessa situação. Muitas das vezes o que leva o aluno a temer esta área está no tipo de aula que lhe é fornecida, geralmente são aulas tecnicistas expositivas, o que a transforma em aulas cansativas que pouco despertam o interesse do aluno, principalmente quando esse aluno não é focado, e apresenta dificuldades que não foram sanadas em anos anteriores.

Dessa forma, a metodologia empregada no presente trabalho tem como principal função tentar facilitar a aprendizagem dos alunos levando em consideração o que ele já sabe, para tentar entender um conteúdo específico, tendo o professor como o facilitador do conhecimento.

É nesse ponto, que queremos inserir a teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel conectando-a no desenvolvimento de cada experimento, levando em consideração o conhecimento do aluno em cada etapa do projeto, nessas condições teremos um aluno cada vez mais atuante fazendo com que o professor seja apenas o elo entre o saber e o aluno, e não sendo o sujeito que detém todo o conhecimento. Com isso, a atuação do professor é mostrar para o aluno outros caminhos de encontrar o conhecimento, e ainda, não responder as questões e sim inseri-las cada vez mais na cabeça do aluno, a fim de que o mesmo tente encontrá-las e resolve-las por si só.

E nesse processo a aprendizagem não ocorre somente para o aluno, a cada etapa o professor também troca experiências e aprendizado o que permite para o professor uma evolução profissional.

CAPÍTULO 6

Proposta para sequência de Ensino e Aprendizagem

Nossa proposta de Sequência Didática consiste em mostrar as etapas a serem seguidas por um professor durante o processo de construção de uma placa solar fotovoltaica dentro do assunto de eletricidade, propondo temas dentro da área ambiental e permitindo que o aluno tenha acesso mais aprofundado sobre o funcionamento de um semicondutor. Sendo assim este capítulo aborda a sequência didática criada e utilizada no projeto.

6.1 Sequência didática

Uma sequência didática representa um grupo de atividades de aprendizagem, definidas em uma ordem específica que leva em conta o progresso do aluno. Essas atividades devem seguir um sistema organizado. Isso significa que cada atividade tem seu propósito e todas trabalham juntas para alcançar um objetivo maior.

Segundo Ramos (2015), as sequências didáticas devem ter as seguintes características:

- Eles devem testar o conhecimento prévio dos alunos e adaptar a turma ao nível de conhecimento dos alunos.
- O conteúdo da aula deve ser significativo e representar um desafio para os alunos.
- Eles promovem a atividade mental e construção de novos conceitos.
- Eles promovem autonomia e encontram cognição.

A sequência didática deve desenvolver nos alunos conhecimentos, habilidades e atitudes. E deve ajudar o aluno a tirar suas habilidades fora da escola.

6.2 Estrutura

A sequência didática proposta foi planejada de acordo com a disponibilidade de horário que foi concedida pela escola o qual foi aplicada. Como já havia relatado no capítulo anterior a planejamos um total de 10 aulas que foram realizadas após o horário

matutino e que foram submetidas a 12 alunos voluntários os quais foram selecionados na semana que antecede o início do projeto com auxílio do professor de Física titular da escola. Cada aula teve um tempo médio de 50 minutos, realizadas entre os meses de setembro, outubro e novembro de 2017.

O desdobramento da primeira aula é composto por uma apresentação do professor, juntamente com a explanação de como será realizado as que compõem o projeto, seguido da aplicação de um teste diagnóstico (Pré-teste) com o objetivo de avaliar o conhecimento do aluno de maneira previa, de maneira a compreender quais as ideias e conceitos que o aluno tinha acerca do conteúdo (sejam eles corretos ou não), e seus respectivos conhecimentos prévios.

A segunda aula é uma apresentação em Power point falando sobre o conteúdo e experimentos que serão realizados, tendo como base o conhecimento prévio dos alunos e aberta para perguntas e questionamentos.

Na terceira aula é utilizada como recurso pedagógico cinco vídeos, onde três deles fazem parte da série “A História da Eletricidade” e um da série “Maravilhas Modernas – Eletricidade”, que mostra conceitos e pressupostos básicos dos estudos de eletricidade tais como: carga elétrica, corrente elétrica, campo elétrico, potencial elétrico e circuitos elétricos, e o último vídeo da série “Fontes Renováveis – Energia Solar Fotovoltaica”, que mostra conceitos sobre energia solar fotovoltaica. Os vídeos foram editados levando em consideração os termos mais pertinentes.

A quarta aula permite que o aluno reforce o conhecimento recebido nas aulas convencionais do terceiro ano, com um experimento que permite a construção de um circuito elétrico, colocando em prática seus conhecimentos sobre o tema. A aula seguinte ocorre a aplicação de um teste avaliativo referente a análise do circuito elétrico construído tendo assim uma noção da evolução do aprendizado do aluno.

A aula seis e as duas aulas seguintes temos a construção de uma placa solar fotovoltaica, e o primeiro contato dos alunos com os materiais que a constituem. Duas dessas aulas foram para a construção da placa solar, e uma aula para discussão sobre os conceitos físicos envolvidos, o funcionamento dos materiais utilizados e o processo de transformação de energia que foram observados durante a construção do experimento. Na aula de número nove temos a aplicação de um teste avaliativo referente a construção da placa solar fotovoltaica, tendo assim uma noção da evolução do aprendizado do aluno.

Por fim, as aulas de número dez e onze foi dedicado a aplicação de um pós-teste sobre todos os conteúdos abordados, a fim de se obter uma visão geral do que foi aprendido durante o projeto.

Tabela 6.1 Resumo de etapas da sequência didática.

Quantidade de Aulas	Atividades realizadas pelo professor	Atividades realizadas pelos alunos	Recurso didático utilizado
1	Apresentação do projeto e Aplicação de um teste diagnóstico (Pré-teste) envolvendo corrente elétrica, resistência elétrica, potencial elétrico, associação de geradores, circuitos elétricos e energia solar fotovoltaica.	Perguntas sobre a execução do projeto e responder o Pré-teste.	Pré-teste
1	Apresentação em Power point, baseada no Pré-teste de assuntos relacionados com eletricidade e energia solar fotovoltaica.	Assistir a aula de maneira participativa, relatando o que ele entende pelo tema abordado na apresentação.	Projeção em Power point
1	Apresentação em vídeo sobre a história e conceitos básicos da eletricidade e energia solar fotovoltaica.	Assistir os vídeos e fazer comparações com o Pré-teste aplicado e com os relatos abordados na aula de apresentação de slide.	Vídeos sobre os temas abordados no Pré-teste.

1	Realizar a aplicação do experimento E1, e orientar os alunos durante essa aplicação. Posteriormente discutir os conceitos físicos envolvidos.	Construir o experimento e responder os questionamentos feitos pelo professor.	Experimento E1. Construção de um circuito elétrico.
1	Aplicação de teste avaliativo sobre o experimento E1.	Responder a avaliação	Teste avaliativo (T1)
3	Aplica e orientar os alunos quanto a execução do experimento E2. Discutir conceitos físicos envolvidos.	Construir o experimento e responder os questionamentos feitos pelo professor.	Experimento E2. Construção de uma placa solar fotovoltaica.
1	Aplicação de teste avaliativo sobre o experimento E2.	Responder a avaliação	Teste avaliativo (T2)
1	Aplicação do (Pós-teste) envolvendo corrente elétrica, resistência elétrica, potencial elétrico, associação de geradores, circuitos elétricos e energia solar fotovoltaica.	Responder o Pós-teste	Pós-teste
1	Entrevistar os alunos sobre todo projeto	Responder as perguntas	Avaliação oral

6.3 Análise da Sequência didática

A eletricidade está presente em sempre no dia a dia do aluno, sendo extremamente importante para nossa sociedade moderna. Mas o uso da energia

eletricidade traz consigo meios de produção que degrada o meio ambiente, portanto buscar meios de produção renováveis e com baixo impacto ambiental é de fundamental importância na produção dessa energia que é fundamental. Essa é minha principal motivação para utilizar essa sequência didática de ensino e aprendizagem.

Desta forma, as atividades propostas nesta sequência didática têm duração de 10 aulas de na média 45 minutos cada uma. Baseando o direcionamento do professor na teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel, levando em consideração o conhecimento prévio do aluno em todas as atividades realizadas após o pré-teste.

CAPÍTULO 7

Aplicação da Sequência Didática de Ensino e Aprendizagem

Apresentarei neste capítulo como se realizou a aplicação da sequência didática de ensino e aprendizagem para os alunos da Escola Estadual Sant'Ana, e ainda todo desenvolvimento cognitivo no decorrer do projeto. Apresentaremos também aqui de forma resumida o que se passou durante as aulas, as principais dúvidas, indagações, como está acontecendo a evolução dos alunos e do projeto.

7.1 Descrição e análise das aulas

Aula 1 – Teste diagnóstico Pré-teste.

Essa primeira aula inicia-se com a apresentação do professor, já que como a escola não é a que trabalho esse é o primeiro contato que tenho com os alunos. Comecei falando que eles estavam participando está dentro do conteúdo de eletricidade, envolve a construção de uma placa solar fotovoltaica, assunto que despertou o interesse dos alunos onde dois alunos relataram que “tem interesse em construção de placa solar porque querem colocar em suas casas.” (A6 e A2). E todos os alunos mencionaram que “sempre tiveram interesse em saber como funciona uma placa solar.”

Logo em seguida foi aplicado um teste diagnóstico (Pré-Teste) onde o intuito da aplicação já fora dito anteriormente, consiste em ter uma ideia do que o aluno sabe sobre o tema que será abordado. O interesse é ter uma referência sobre o que aluno pensa de determinadas situações físicas que será abordada, se o mesmo nunca tivesse ouvido falar, ou ainda, tivesse ouvido vagamente.

Esse teste serve justamente para coletar os conhecimentos prévios do aluno e poder utilizá-los nas aulas posteriores com a finalidade de termos uma aprendizagem significativa.

Com isso, orientou-se aos alunos que fossem sinceros com a avaliação, que tentasse responder todas as questões da maneira que eles achassem correto, e como a avaliação não tinha nem um peso ou nota na matéria de física, não havia necessidade de eles se preocuparem em olhar a resposta de outro aluno, nem fazer uso de aparelhos eletrônicos. Um dos grandes problemas da educação atualmente, é que o aluno é movido por ponto, ou seja, ele somente faz alguma atividade se essa mesma atividade valer algum

ponto na matéria. Por isso que se buscou escolher alunos de maneira voluntária que realmente estivessem interessados em aprender o conteúdo e sentissem motivados a participar do projeto sem nenhum interesse, seja pedagógico ou algum outro tipo de benefício que não seja apenas a aquisição e novos conhecimentos.

O pré-teste é composto por questões dissertativas tal como encontrado no produto (Apêndice A) o que permite ao aluno explicar conceitos sobre: corrente elétrica, resistência elétrica, associações, energia solar fotovoltaica, entre outros.

Algumas questões foram deixadas em branco, sinalizando que os alunos não conseguiram entender essas questões ou não sabiam realmente o conceito ou o que escrever sobre o conteúdo. Isto estava dentro do planejado, uma vez que, o professor de física dos alunos havia relatado que ainda não tinha trabalhado todo conteúdo que estava sendo cobrado nas perguntas.



Figura: 7.1: Apresentação e Aplicação do Pré-teste

Fonte: Próprio autor

Aas respostas dos alunos podem ser observados na tabela 7.1, e as perguntas encontradas no produto educacional (Anexo A). Alguns alunos não realizaram o pré-teste devido à baixa assiduidade.

Tabela 7.1 Respostas dos alunos em relação ao Pré-teste

Pré-teste (teste diagnóstico)	
Questão de número 1	
Aluno	Resposta dos Alunos
A1	Corrente elétrica são várias fases de energia que interage com um fio.
A2	É um condutor de energia com cargas positivas e negativas.
A4	É um condutor de energia com cargas positivas e negativas.
A5	Um condutor de energia.

A6	Corrente elétrica é uma carga que move de um lado para outro
A7	Quando a eletricidade vai se expandindo matéria por matéria, tipo reação em cadeia.
A9	Movimentos de cargas em um condutor. E o condutor reage tentando impedir.
A10	Passa por condutores de energia para todos os lugares.
A11	É uma carga de energia que passa de um ponto para outro.
A12	É uma passagem de energia em algum lugar
Pré-teste	
Questão de número 2	
Aluno	Resposta
A1	Não respondeu.
A2	É um resistor que equivale a corrente, potência dissipada e resistência equivalente, isso barra a corrente.
A4	Quando um condutor de energia é ligado a certas redes elétricas, ali está a resistência elétrica, que é até onde aquele resistor aguenta.
A5	Não respondeu.
A6	Não respondeu.
A7	É quando a matéria resiste a uma quantidade bem alta de eletricidade.
A9	Referisse a potência de carga elétrica que um condutor consegue.
A10	Deve resistir a alguém que é a corrente.
A11	É a capacidade da corrente de resistir a alguns obstáculos que podem aparecer em meio ao circuito.
A12	É a resistência de energia em algum lugar.
Pré-teste	
Questão de número 3	
Aluno	Resposta
A1	Os geradores são utilizados quando vai embora a luz, ele que vai gerar luz nesse devido local.
A2	É um tipo de aparelho para que quando vai embora a energia e quando retornar, a energia não sofra nenhum dano.
A4	Aqueles que produzem energia, de certa forma será um gerador elétrico que gera energia.
A5	São geradores programados para suportar apenas seu limite de energia.
A6	Tem a função de diminuir ou neutralizar a alta tensão que se passa, então ele evita que geladeiras, ar-condicionado queime, acho que é isso.
A7	Não respondeu.
A9	Aparelho condutor de energia.
A10	Passa eletricidade para um local que gera muita energia.
A11	Seria uma máquina capaz de gerar energia como o próprio nome já diz, a hidroelétrica é um exemplo já que transforma energia pela força das águas.
A12	Meio de obter energia.
Pré-teste	
Questão de número 4	
Aluno	Resposta
A1	Não respondeu.
A2	Associação em série e paralelo, em série soma tudo e em paralelo divide 1 pelo resistor equivalente.

A4	Não respondeu.
A5	Não respondeu.
A6	Não respondeu.
A7	Não respondeu.
A9	Não respondeu.
A10	Precisam de geradores para fornecer energia para a sociedade.
A11	Associação em série, paralelo ou mista.
A12	Podem fazer muito mais energias melhores.
Pré-teste	
Questão de número 5	
Aluno	Resposta
A1	Não respondeu.
A2	É a tenção do resistor, exemplos: 120v, 110v, etc.
A4	Não sei. Deve ser a energia em volts ligada a algo.
A5	Não respondeu.
A6	Não respondeu.
A7	Não respondeu.
A9	Não respondeu.
A10	É algo de deve prender o pulso de eletricidade.
A11	É a intensidade de energia eléctrica que atravessa o condutor.
A12	É uma onda de energia que corre no fio.
Pré-teste	
Questão de número 6	
Aluno	Resposta
A1	Não respondeu.
A2	Tem a ver com ar-condicionado, é um semiconductor de energia.
A4	Não respondeu.
A5	Não respondeu.
A6	Não respondeu.
A7	Não respondeu.
A9	Não respondeu.
A10	Não respondeu.
A11	Não respondeu.
A12	Não respondeu.
Pré-teste	
Questão de número 7	
Aluno	Resposta
A1	Não respondeu.
A2	Não respondeu.
A4	É algo em segundo plano ligado a um condutor.
A5	Não respondeu.
A6	Não respondeu.
A7	Não respondeu.
A9	Não respondeu.
A10	Não respondeu.
A11	Não respondeu.
A12	Não respondeu.
Pré-teste	

Questão de número 8	
Aluno	Resposta
A1	Não respondeu.
A2	Não respondeu.
A4	Não respondeu.
A5	Não respondeu.
A6	Não respondeu.
A7	Não respondeu.
A9	Não respondeu.
A10	Não respondeu.
A11	Não respondeu.
A12	Transforma em energia os raios solares.

O Professor percebeu através do Pré-teste, que os alunos responderam com segurança até a questão de número 3. Por mais que a maioria das respostas não estejam corretas, a segurança em responder acontece porque o assunto aqui presente já havia sido estudado em sala de aula com seu professor de física, e os erros obtidos nas respostas mostra que os conceitos não estão muito bem organizados na mente dos alunos. O que pode ser identificado quando analisamos por exemplo, as respostas obtidas na pergunta 1, que se refere ao entendimento da corrente elétrica. Todas as respostas apresentam características estudadas na área de eletricidade, o que mostra que existe um conhecimento prévio do aluno a ser considerado. Os alunos que mais se aproximaram da ideia de corrente foram (A6) e (A9), para esses alunos o processo de ensino-aprendizagem foi mais direcionado, mas mesmos assim apresentam erros, o que deixa a turma praticamente no mesmo nível.

A partir da questão de número 4 se obteve poucas respostas, mostrando que conceitos mais aprofundados na área de eletricidade ainda não foram trabalhados ou não tiveram aprendizados por parte do aluno. E outros conceitos como o de semicondutores e energia solar fotovoltaica não são muito trabalhados no ensino médio.

Aula 2 – Aula de apresentação dos experimentos e discursão sobre conceitos sobre eletricidade e energia solar fotovoltaica.

Essa aula foi montada com o objetivo de fornecer ao aluno maiores informações sobre o conteúdo a ser trabalhado, e de como ocorrerá a construção de cada experimento. Levando sempre em consideração o conhecimento prévio dos alunos como conexão para inserir novos conhecimentos tendo Aprendizagem Significativa segundo Ausubel como base da nossa proposta de ensino-aprendizagem.

O professor começou a aula fornecendo algumas perguntas nos slides, com o objetivo de discutirmos o conteúdo a partir das respostas fornecidas pelos alunos, tendo como base suas experiências em relação ao tema abordado.

A primeira pergunta fornecida nessa aula para os alunos foi “o que você entende sobre eletricidade?”, já que é nosso tema central dentro dos estudos básicos dos alunos, o certo é que eles entendam bem cada conceito, obtive as seguintes respostas:

1. “É a mesma coisa que a energia elétrica.” (A1 e A4).
2. “Tem a ver com os elétrons e a corrente elétrica.” (A3 e A7).
3. “vem pelas redes elétricas até nossas casas.” (A2, A6, A8, A9, A10 e A12).
4. “é o que liga os aparelhos elétricos.” (A11).

Por ser um assunto muito amplo, os alunos não chegaram a um consenso do que representa a eletricidade, mas todas as respostas fazem parte do de algum conceito trabalhado pela eletricidade. Respondi que eletricidade é um termo muito amplo, mostrei imagens relacionadas ao tema, comentei que engloba todas as respostas deles e mais algumas coisas, que tem a ver com vários fenômenos referentes a presença e ou movimento de cargas elétricas, que é um assunto já estudado por eles nas aulas de física.

A próxima pergunta que foi mostrada para os alunos já era relacionada com a energia solar fotovoltaica, justamente para que eles tenham a oportunidade de debater sobre o tema, e novamente responder à pergunta a partir das respostas obtidas. A pergunta foi “como se constrói uma placa solar fotovoltaica?”. Nessa pergunta não tivemos muitas respostas dos alunos, já que é um assunto raramente trabalhado no ensino médio, e os alunos que responderam era porque já haviam pesquisado sobre o tema. As repostas foram:

1. “É formado por outras pequenas placas unidas.” (A2).
2. “É construído através de células de silício” (A6).

O aluno A6 comentou que tinha pesquisado sobre o assunto durante a semana anterior, perguntei para ele e os demais “o que era o silício?”, o aluno (A6, A2 e A8) responderam que “o silício é um elemento químico encontrado na tabla periódica.”. Falei que eles estavam corretos em relação ao silício e ainda que ele é um material semicondutor, e que seria o tema da nossa próxima pergunta. Ainda ressaltai que eles estavam certo quanto a construção de uma placa solar, mas que elas funcionavam

conforme uma pilha que colocamos em um controle de televisão, ou de um carrinho de controle remoto, e que cada placa ou célula funciona como uma pequena pilha.

A próxima pergunta já foi para força os alunos lembrarem a diferença entre condutores, semicondutores e isolantes. A pergunta mostrada para os alunos foi: “diga o que você entende sobre o funcionamento dos semicondutores.”. As respostas obtidas foram:

1. “não é nem um condutor e nem um isolante” (A1, A3, A4, A7, A1 e A12).
2. “são utilizados na construção de computadores” (A2, A5,).
3. “em um momento funciona como um condutor em outro funciona como um isolante” (A6).

Os outros alunos não souberam responder, mas falei a eles que os semicondutores estão muito próximos, em elementos como resistores, diodos, chips e outros, e que estão presentes em computadores, televisões, celulares, rádios e muitos outros eletroeletrônicos comuns nas residências. Mencionei que os semicondutores como o silício, germânio e carbono, que também são encontrados na tabela periódica, têm características em sua estrutura cristalina permite que ora ele funcione como um condutor ou como isolante, e que isso é único para esses elementos.

A última pergunta era se eles sabiam responder “como a energia solar se transformara em energia elétrica por meio da placa solar fotovoltaica?”. As respostas foram as seguintes:

1. “à luz sol atíça os elétrons dentro da placa, e depois é direcionado para os cabos.” (A2).
2. “os elétrons do sol entram na placa gerando energia elétrica.” (A1 e A4).
3. “a luz do sol entra na placa quebrando os eletros da placa gerando energia.” (A6 e A8).
4. “a luz do sol entra na placa gerando um efeito químico que nem o da pilha.” (A12).

Por ser uma pergunta bem especifica dentro da área de energia solar, alguns alunos não conseguiram responder. Falei que de certo modo a luz do sol atíça os elétrons da placa, que a luz do sol é formada por pequenas partículas de energia que ao atingirem a placa solar consegue retirar os eletros dos átomos de silício, sendo o elétron as cargas

negativas, e os locais ocupados pelos elétrons se comportam como cargas positivas, e a maneira com que a placa é construída faz com que nela gere uma diferença de potencial que induz o surgimento de uma corrente elétrica, tal como acontece numa pilha mas que não é um efeito químico mas um efeito fotovoltaico. Apresentei a imagem seguinte com ilustração ao que estava sendo explicado.

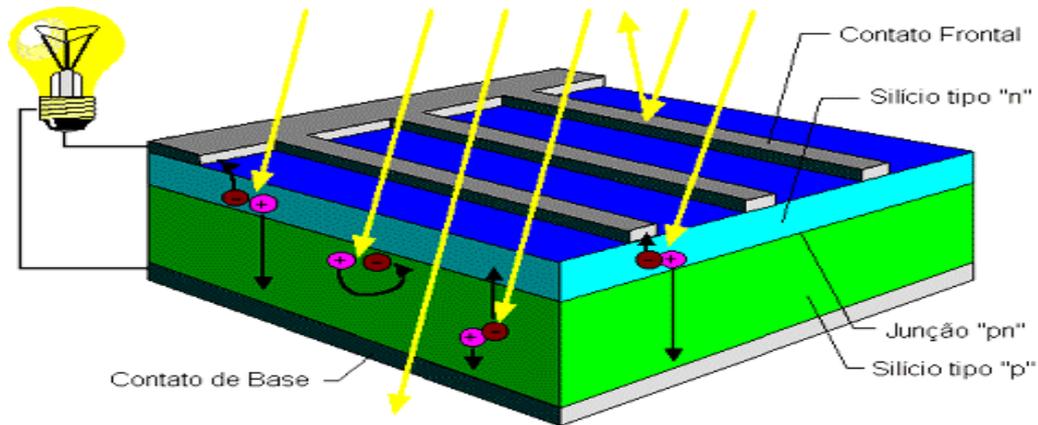


Figura 7.2: representação do efeito fotovoltaico

Fonte: CORTEZ, 2013

Na sequência foi explicado sobre os dois experimentos do projeto. Onde um deles seria a construção de um circuito elétrico conforme o esquema:

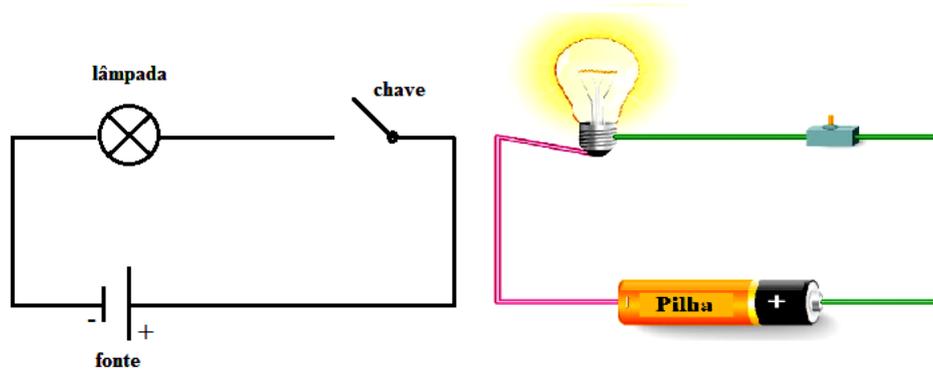


Figura 7.4: esquema circuito elétrico.

Experimento o qual servirá como auxílio na área de eletricidade e no manuseio de ferramentas como ferro de solda.

O outro experimento seria a construção de uma placa solar fotovoltaica, o que permitiria entender melhor a parte de eletricidade e geração de energia elétrica de maneira renovável.

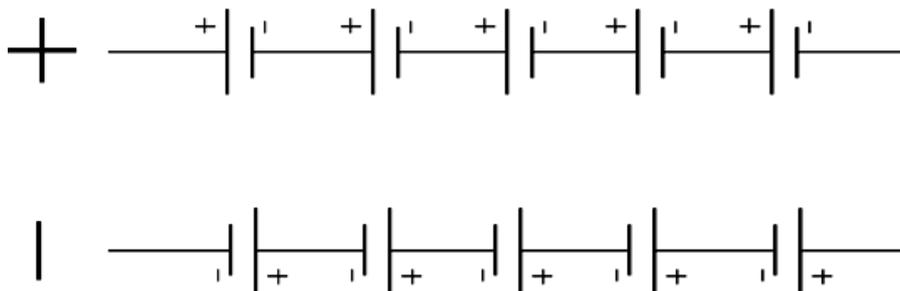


Figura 7.5: Esquema placa solar fotovoltaica.

Fonte: Próprio autor



Figura 7.6: Aula de discussão dos temas e experimentos do projeto.

Fonte: Próprio autor

Considerações do Professor

Esta aula serviu como esclarecimento de alguns conceitos já que o aluno foi estimulado a debater sobre algumas perguntas propostas pelo professor. E as orientações e direcionamento feito pelo professor nessa aula e nas demais sempre se dá em consideração as respostas dos alunos (conhecimentos prévios), de modo que o processo de ensino-aprendizagem esteja de acordo com a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Aula 3 – Exibição de Vídeos – Apresentação dos conceitos básicos.

Na semana seguinte, os alunos puderam aprender conceitos básicos do da eletricidade com a exibição de cinco vídeos, da série “A História da Eletricidade”, “Maravilhas Modernas – Eletricidade” e “Fontes Renováveis – Energia Solar

Fotovoltaica”, onde os vídeos foram editados mostrando apenas conceitos básicos da teoria de eletricidade e energia solar fotovoltaica. Os vídeos foram produzidos pela rede de tv Norte Americana BBC no ano de 2011 para o público em geral, pela rede de tv Norte Americana Discovery no ano de 2015 para o público em geral e pela tv USP de São Paulo em 2013. Sendo todos retirados do site Youtube (www.youtube.com).

O quadro 7.1 mostra o conteúdo de cada vídeo, a duração de cada um, e o endereço digital que foi encontrado. O porquê de se usar vídeos ao invés de uma aula normal é devido à tentativa de mostrar um novo método de ensino, fugindo da realidade usual do aluno.

Tabela 7.2: Descrição dos vídeos utilizados com os alunos.

Título	Duração (min)	Endereço Eletrônico
A história da eletricidade episódio 1	58:58	https://www.youtube.com/watch?v=rAqUvE97iCU&t=2731s
A história da eletricidade episódio 2	58:59	https://www.youtube.com/watch?v=t5m-9vjCe1g
A história da eletricidade episódio 3	58:57	https://www.youtube.com/watch?v=BkkoaXCLYGI&t=3042s
Maravilhas Modernas – Eletricidade	45:18	https://www.youtube.com/watch?v=8j0MogfP7hY

Fontes Renováveis – Energia Solar Fotovoltaica	17:20	https://www.youtube.com/watch?v=IAQD7NJjGvk
--	-------	---

Considerações do Professor

Ao final dos vídeos o professor observou uma maior curiosidade e também empolgação por parte dos alunos em querer realizar de maneira imediata as atividades experimentais. Apesar da impossibilidade de realizar as atividades naquela aula, os alunos assumiram o compromisso de conseguir alguns materiais necessários para montagem do experimento E1, e trazerem na aula seguinte.

Observou-se também que as algumas dúvidas que os alunos tinham, ou que foram respondidas de maneira errada, ou não respondidas no pré-teste, foi totalmente ou parcialmente esclarecidas pelos alunos durante a execução dos vídeos.

Ainda assim o professor obteve indagações de dois alunos falando que entenderam alguns conceitos, onde o aluno (A1) falou que “agora sim entendi o que é corrente elétrica”, e que “corrente elétrica é o movimento das cargas elétricas”. Resposta essa que pode ser observada na tabela 7.1, e que o aluno havia respondido de maneira errônea. Outro aluno foi o (A6), que demonstrou muito interesse de entender o funcionamento de da energia solar fotovoltaica, e disse: “vou colocar esse tipo de energia na minha casa”, e que gostou de aprender os tipos de transformação de energia existentes nas placas solares.

No final da aula orientei aos alunos que se aprofundasse mais sobre os assuntos relacionados ao projeto, e que vissem os vídeos na íntegra no Youtube. E como terceira atividade, já se pôde notar uma crescente evolução principalmente no interesse dos alunos em aprender, onde a maioria se mostrou mais empenhado e dedicado após a visualização dos vídeos.

Aula 4 – Montagem do experimento E1 – Circuito elétrico simples.

Esta aula apresentamos um experimento para os alunos que resultava na construção de um circuito elétrico, onde o esquema pode ser visto na figura 7.4 da aula 2.

Foram solicitados aos alunos para trazerem fios elétricos e leds que poderiam ser retirados de televisores, rádios e computadores velhos ou defeituosos. Levei para uso no experimento um ferro de solda, e outros materiais não citados, podem ser visualizados no produto educacional encontrado no Anexo A.

O desenvolvimento do experimento pode ser visto nas imagens a seguir juntamente com o circuito finalizado.

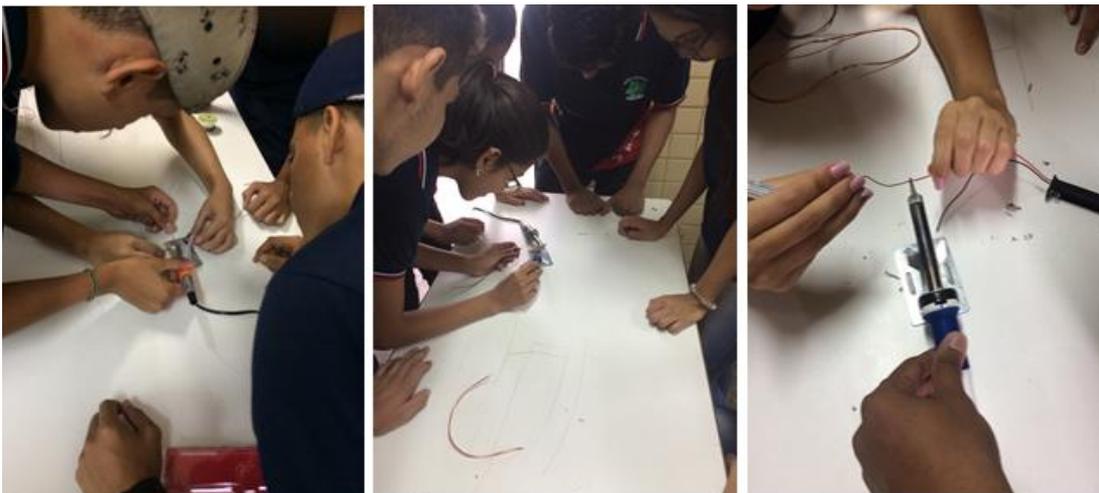


Figura 7.7: Experimento E1 sendo desenvolvido pelos alunos.

Fonte: Próprio.

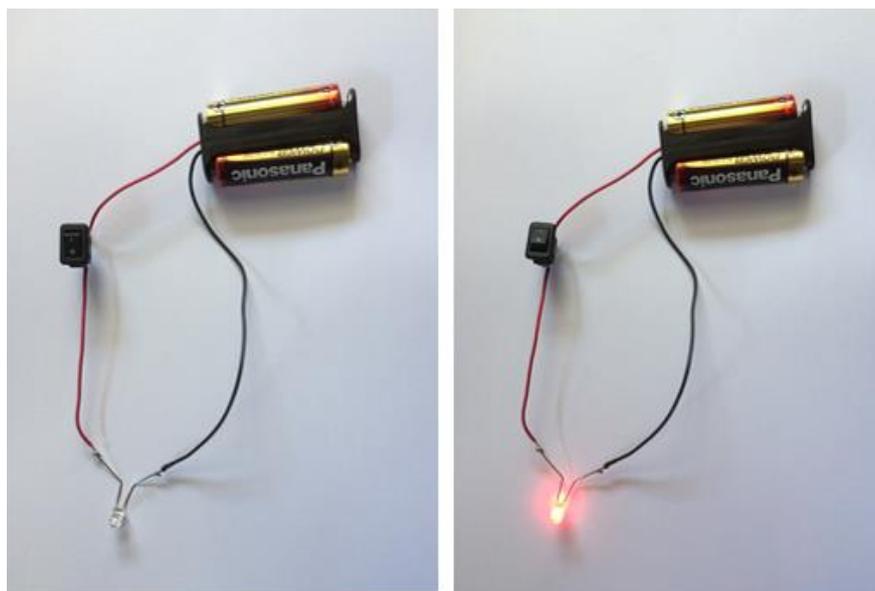


Figura 7.8: Circuito elétrico desenvolvido pelos alunos.

Fonte: Próprio autor.

Considerações do Professor

Essa é a primeira atividade experimental proposta pelo método de ensino-aprendizagem, pois este trabalho tem por objetivo auxiliar o ensino da física do terceiro ano do ensino médio. Nesta atividade tivemos como objetivo um maior contato dos alunos com elementos de circuito como geradores, leds, chave e outros.

Por ser o primeiro experimento os alunos tiveram algumas dificuldades em entender a ideia do que é um circuito elétrico e como ele funciona, e no uso de determinadas ferramentas tal como o ferro de solda, que no início foi difícil de manusear, mas logo depois eles pegaram a prática.

O maior problema encontrado pelo professor foi no momento da soldagem das chaves liga e desliga, pois, as mesmas eram feitas em grande parte de material plástico, o que derreteria se ficasse exposto por muito tempo a alta temperatura. E por se tratar do primeiro manuseio de um ferro de solda, perdemos cerca de duas chaves.

Após a montagem do experimento E1, iniciou-se uma discussão em sala de aula sobre os conceitos relacionados no processo de construção e funcionamento. O professor indagou a turma a responder questões sobre o funcionamento do circuito, para poder agora explicar os conceitos dos conteúdos abordados durante o experimento. O primeiro questionamento se fazia em relação ao uso do ferro de solda, fazendo com que os alunos lembrem de conceitos estudados na física do segundo ano. “o que promove o aquecimento do ferro de solda, e o derretimento do estanho?”. Observe algumas das respostas dos alunos em sala de aula:

1. “A energia que vem da tomada”. (A1).
2. “A transformação de energia, e o calor derrete o estanho”. (A4).
3. “A energia passa pelo fio e aquece o ferro, e esse calor derrete o estanho”. (A11).
4. “Funciona igual a um ferro de passar”. (A12).

As respostas foram um pouco dentro do esperado, apesar do assunto não ter sido trabalhado apenas no segundo ano, essa foi uma maneira de lembrar conceitos anteriormente já estudados. Outro questionamento era sobre o como funciona um circuito elétrico, alguns alunos responderam:

1. “Quando se liga a chave, a energia passa da pilha para a luz”. (A1) e (A2).
2. “A solda permite que a corrente passe pelo fio”. (A6).

3. “A energia é distribuída entre o lede e a pilha”. (A11).

Nesse momento o professor explanou sobre os processos físicos envolvidos no circuito e seu funcionamento, começando a explicação sempre a partir das respostas dos alunos, explicando que a diferença de potencial fornecida pela pilha faz fluir uma corrente elétrica no instante que a chave é ligada, permitindo que o lede brilhe.

Com isso, os alunos puderam ter uma aula teórica/prática de um tema relevante para Física do Terceiro Ano do ensino médio, e, de certo modo, puderam sanar dúvidas do pré-teste e descobrir o que é e como funciona um circuito elétrico.

Aula 5 – Aula destinada a aplicação do teste avaliativo T1 referente ao experimento E1.

A aula 5 foi destinada a aplicação de um teste avaliativo com o intuito de medir o nível de aprendizado do aluno referente ao experimento realizado na aula anterior. Levando em consideração que a aula referente a discussão dos temas do projeto, e a visualização dos vídeos também influenciam nas respostas, mas os temas abordados serão específicos para execução do experimento.

Foram elaboradas três perguntas específicas que podem ser encontradas no produto educacional (Apêndice A), e as respostas obtidas estão descritas na tabela 7.2 abaixo.

Tabela 7.3 Respostas dos alunos em relação a avaliação T1

Teste Avaliativo 1	
Questão de número 1	
Aluno	Resposta dos Alunos
A1	O circuito elétrico é tudo por onde passa energia.
A2	Quando uma lâmpada é ligada na energia ocorre o surgimento de um circuito.
A3	Ausente.
A4	É todo local por onde passa energia elétrica.
A5	Não respondeu.
A6	É todo local por onde flui energia elétrica.
A7	Quando ligamos uma pilha num lede através de um fio, a força envolvida gera um circuito elétrico.
A8	Ausente.
A9	Não respondeu.
A10	Não respondeu.
A11	É todo local por onde passa uma corrente elétrica.
A12	É a energia que sai da pilha na direção da lâmpada.
Teste Avaliativo 1	
Questão de número 2	

Aluno	Resposta
A1	Foi conectado com o calor do ferro de solda.
A2	O calor derrete um fio no outro, e une os fios junto com as pernas do lede.
A3	Ausente.
A4	Através do calor do ferro de solda.
A5	O calor une os fios.
A6	O ferro de solda derrete a solda e une o fio na lâmpada, na pilha e na chave.
A7	O calor une os a pilha na chave e no lede.
A8	Ausente.
A9	Não respondeu.
A10	A solda derretida une os materiais.
A11	A solda une tudo.
A12	O ferro de solda esquenta e cola a pilha na lâmpada.
Teste Avaliativo 1	
Questão de número 3	
Aluno	Resposta
A1	A corrente elétrica é a energia que vai da pilha para o lede.
A2	A corrente tem cargas positivas e negativas da pilha que passa pelos fios condutores se conectando e ligando a lâmpada.
A3	Ausente.
A4	Passa do lado negativo da pilha para o lede.
A5	Passa da pilha para o fio e liga o lede.
A6	Se movimenta da pilha em direção ao lede quando a chave é ligada.
A7	A corrente liga o lede quando a chave é ligada.
A8	Ausente.
A9	Não respondeu.
A10	É a energia que sai das pilhas para o lede.
A11	Ela se movimenta nos fios quando a pilha é ligada.
A12	Quando a pilha liga a energia passa na forma de corrente para o lede.

Considerações do Professor

Com a aplicação do T1 o professor pode perceber uma evolução em alguns pontos abordados no Pré-teste, que é o caso do entendimento sobre circuito elétrico e corrente elétrica. Abrindo um parêntese tanto na execução do E1 quanto na aplicação desse teste para relembrar assuntos estudados no segundo ano do ensino médio, mostrando que os conceitos físicos estão sempre presentes não importando o ano estudado.

Em relação ao entendimento sobre circuitos elétricos os conceitos estão quase se encaixando, é o que podemos perceber nas respostas da primeira questão da tabela 7.2 fornecida pelos alunos (A1), (A4) e (A11). O que mostra uma evolução comparando as respostas obtidas na tabela 7.1.

Quando se considera o funcionamento da corrente ainda temos alguns problemas de entendimento dos conceitos, mas já se nota uma certa complexidade no uso dos termos que envolvem o experimento, onde o aluno (A6) já consegue chegar próximo da resposta

ideal. No geral podemos notar que a interação da física teórica com a física experimental proporciona ao aluno um maior interesse no desenvolvimento e fixação dos conteúdos, e a evolução já pode ser percebida com as respostas obtidas no T1.

Aulas 6, 7 e 8 – Foram destinadas a montagem do experimento E2 – Placa solar fotovoltaica.

A energia solar fotovoltaica é o ponto forte desse projeto, e o contato dos alunos pela primeira vez com uma célula solar aumenta a curiosidade pelo tema. Queremos reforçar o ensino de eletricidade que faz parte do conteúdo programático desse aluno, o interesse no reaproveitamento da energia proveniente do sol na forma de energia elétrica e aprofundar o estudo de semicondutores que é pouco trabalhado no ensino médio. Com esse intuito fornecemos aos alunos até esse momento as ferramentas necessárias para a construção desse experimento. Onde cada equipe construiu sua própria placa solar.

A seguir mostraremos como foi a evolução desse experimento, onde os materiais utilizados estão disponíveis no produto educacional encontrado no Apêndice A.

Primeiro foi feita uma apresentação dos alunos aos materiais que eles iriam manusear, com um particular par a célula solar fotovoltaica devido ela não estar com nem uma camada protetora, e a facilidade que ela tem para quebrar. A seguir temos a imagem das células fotovoltaicas, onde o lado azul da placa tem potencial negativo, e o lado cinza positivo, tendo uma potência máxima de pico de 0.28w, e uma diferença de potencial de 0,5v fornecida pelo fabricante.

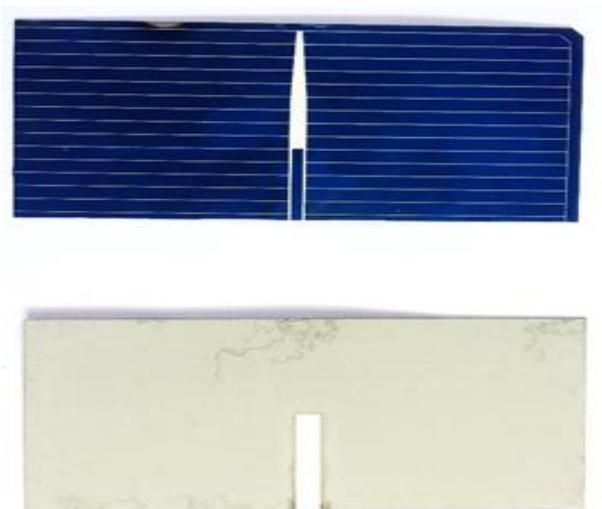


Figura 7.9: células solares fotovoltaicas.

Fonte: Próprio autor.

Na sequência os alunos começaram soldando fitas metálicas nos lados azul e cinza da placa, destacando as extremidades negativa e positiva, como pode ser observado na figura 7.10.

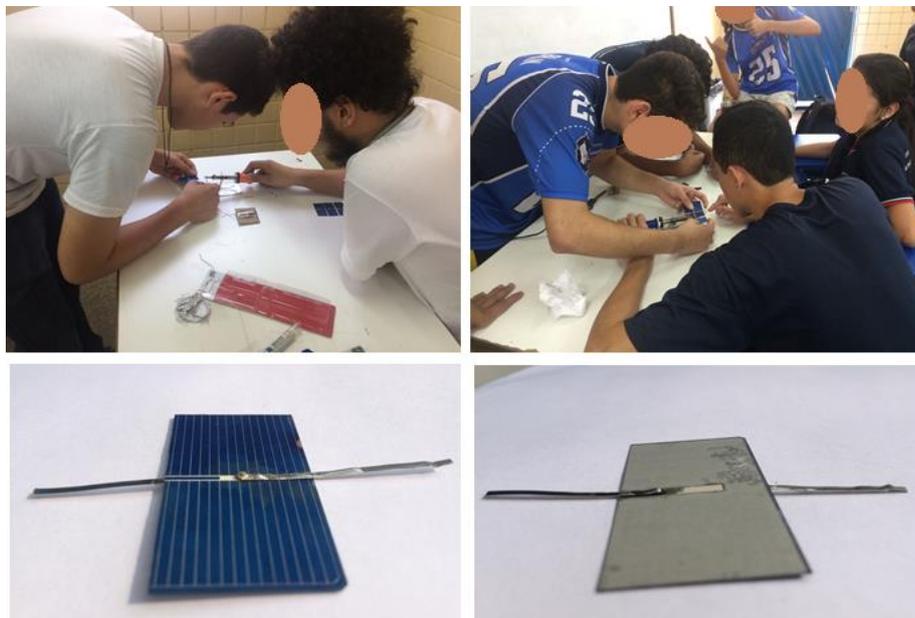


Figura 7.10: Alunos realizado as soldagens das fitas metálicas na célula solar fotovoltaica.
Fonte: Próprio autor.

Após a realização das soldagens nas células solares totalizando um total de dez células para cada equipe, era necessário realizar uma associação em série entre as células para termos uma placa solar onde a diferença de potencial esteja em torno de 5v. A montagem se deu baseado no esquema da figura 7.5, e o trabalho dos alunos pode ser observado na figura 7.11 a seguir.



Figura 7.11: Alunos realizado associação em serie das células fotovoltaicas.
Fonte: Próprio autor.

Após finalizarem as soldagens o aspecto da associação pode ser visualizado na figura 7.12, e quando exposto ao sol obtivemos uma ddp entorno de 5,3 volts.

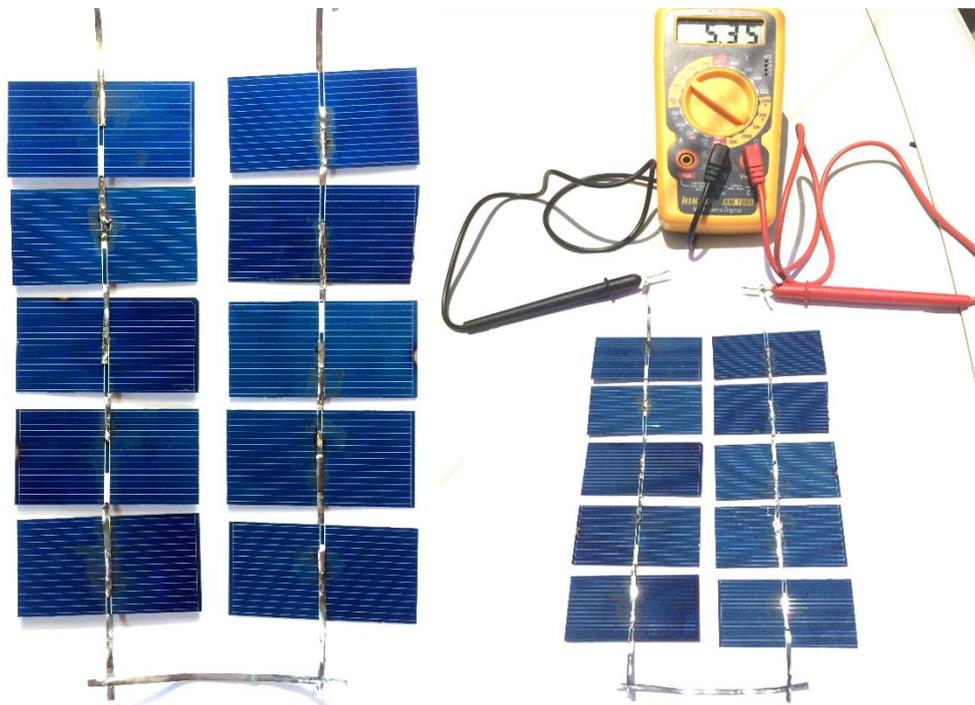


Figura 7.12: placa solar fotovoltaica construída pelos alunos.

Fonte: Próprio autor.

Para finalizar o experimento era necessário proteger a placa solar realizando a fixação da placa solar entre duas placas de vidro transparente como visto na figura 7.13.

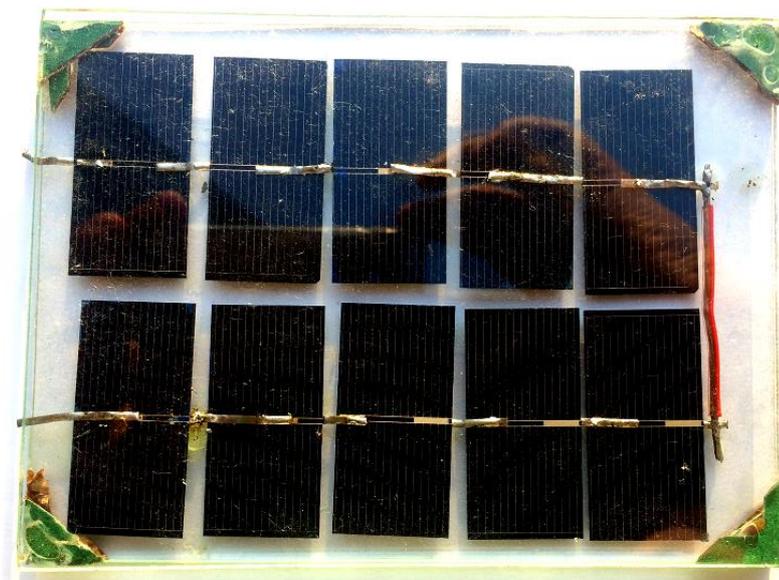


Figura 7.13: Placa solar fotovoltaica, produto finalizado.

Fonte: Próprio autor.

No final das atividades os alunos ainda tiveram a iniciativa de realizar o carregamento da bateria de um celular com a placa solar que eles haviam construído. Eles pegaram cabos de celulares, contaram, e ligaram nas fitas metálicas que estavam nas extremidades da placa solar fotovoltaica, e a expuseram ao sol. O resultado foi positivo e extremamente gratificante a todos.



Figura 7.14: Placa solar fotovoltaica construída pelos alunos realizando utilizada para carregar um celular. Fonte: Próprio autor.

Considerações do Professor

Essa foi a segunda atividade experimental e a atividade principal, onde podemos nos aprofundar em conceitos de semicondutores e energia solar fotovoltaica dentro do conteúdo de eletricidade, servido como auxílio para as aulas de física do terceiro ano. Essa foi uma atividade que apresentou alguns problemas na soldagem devido à complexidade de solda e a fragilidade de uma célula fotovoltaica. Perdemos algumas células durante o manuseio, mas foram repostas.

No momento que os alunos tiveram o primeiro contato com as células fotovoltaicas houve um momento de empolgação e interesse, nesse momento o professor realizou alguns questionamentos quanto ao material que as células são fabricadas, e se naquele momento elas estavam gerando energia elétrica. Algumas respostas obtidas foram:

1. “Parece que elas são feiras de vidro, e só gera energia quando são conectadas.” (A2).
2. “se colocar no sol ela gera energia, mas pequena.” (A4).
3. “É feita de silício, e gera energia quando são colocadas todas juntas no sol.” (A6).
4. “O vídeo falou que elas são de silício, mas sozinha não gera energia.” (A11)

As respostas obtidas estavam dentro do esperado já que na aula número 2 se pode debater sobre o assunto, e na aula número 3 os alunos obtiveram mais informações sobre o tema através dos vídeos. Durante as aulas o professor sempre realizou explicações levando em consideração as respostas obtidas dos alunos fazendo uma conexão de seus conhecimentos prévios com o novo conhecimento tendo assim uma aprendizagem significativa. Então primeiramente se utilizou das respostas dos alunos (A2) e (A4), para dizer que apesar das células parecerem com vidro e até quebrarem como se fossem pequenos pedaços de vidro, o material que elas são feitas podem ser encontradas em vários aparelhos eletrônicos como tvs, radio e celulares, material que os próprios alunos já tinham comentado sobre ele em aulas anteriores, que o material seria o silício. Nesse instante o aluno (A12) comentou: “lembrei que o silício é um semicondutor.”, o professor concordando com o aluno complementou que a célula solar fotovoltaica é formada por dois tipos de silício, um positivo e outro negativo, e são unidos como um bolo de duas camadas, e que quando a luz entra em contato com o a célula, ela faz com que os eletros dos átomos do silício fiquem “soltos”, e viagem na direção do lado positivo gerando assim uma diferença de potencial que permite o surgimento de uma corrente elétrica, esse procedimento é chamado de efeito fotovoltaico. Não sendo necessário unir as células, nem as colocar em contato direto com o sol para que haja produção de energia. O aluno (A11) indagou “então a célula solar é um gerador de energia.”, quando está exposta a luz sim.

Outro questionamento realizado foi sobre que tipo de ligação é feita quando conectamos as células, e no que isso resulta? As respostas obtidas foram:

1. “As ligações servem para aumentar a energia.” (A12), (A6) e (A8).
2. “Ligações em série, e sevem para aumentar energia.” (A11).
3. “As ligações sevem para aumentar a área de contato com o sol.” (A2).

Outros alunos não souberam que tipo de ligações estavam realizando quando estavam construindo o experimento, mas maioria tinha um consenso que aumentando a quantidade de células, a energia aumentaria. Sempre começando a explanação através do conhecimento do aluno, o professor começa dizendo que os tipos de ligações que são feitas quando colocamos pilhas em controle remoto, carros e drones são ligações em série, que serve para somar a diferença de potencial (tenção) das pilhas mantendo a potencia das mesmas de modo que o conjunto se adapte ao controle remoto, ou outro equipamento, e como a intenção era ter uma placa solar de 5 volts e que cada célula gera uma tenção de 0,5 voltes precisaríamos ligar em série um total de 10 células. O interesse aqui era igualar a tenção da placa solar fotovoltaica com a tenção necessária para se carregar uma célula, o que foi realizado e pode ser observado na figura 7.14.

O professor ainda fez mais um questionamento ao alunos quanto aos impactos que a energia solar pode fornecer ao meio ambiente, e as respostas foram generalizadas na condição de que esse tipo de energia não agride o meio ambiente, somente o aluno (A8) que disse, “para instalar as placas solares seria necessário derrubar as arvores,” mas logo ele retomou sua ideia e disse: “poderia ser usado os telhados de todas as casas também”. A ideia de que a energia solar fotovoltaica é uma energia limpa, é um consenso entre os alunos do ensino médio.

Aula 9 – Aplicação do teste avaliativo T2 referente ao experimento E2.

Como feito após o primeiro experimento, realizamos aqui mais uma avaliação sobre o conteúdo explanado no experimento anterior (E2). O tema do experimento está diretamente ligado a energia solar fotovoltaica, apesar de podermos observar outras transformações de energia. No entanto a finalidade desse teste foi proporcionar ao aluno um questionamento sobre o quanto ele aprendeu em relação a energia solar fotovoltaica, e sobre os fenômenos físicos identificados durante as aulas experimentais, mas sem fugir do foco principal do projeto que eram questões relativas ao conteúdo de Física do terceiro ano, que nesse caso está inserido dentro da parte de eletricidade.

Foram elaboradas três perguntas especificas que podem ser encontradas no produto educacional (Apêndice A), e as respostas obtidas estão descritas na tabela 7.3 a seguir.

Tabela 7.4 Respostas dos alunos em relação a avaliação T2

Teste Avaliativo 2	
Questão de número 1	
Aluno	Resposta dos Alunos
A1	Os eletros do sol interagem com a placa produzindo energia elétrica e corrente.
A2	Não respondeu.
A3	Ausente.
A4	O sol bate na placa produzindo uma corrente que viaja pela placa até o fio.
A5	A energia do sol chega na placa soltando os eletros gerando corrente.
A6	A energia do sol é transformada em corrente elétrica dentro da placa solar.
A7	Não respondeu.
A8	Ausente.
A9	Não respondeu.
A10	A luz do sol vira energia elétrica e corrente elétrica, e pode ligar um celular.
A11	A luz do sol liberta os eletros que se movimentam para o fio se transformando em corrente elétrica.
A12	a energia do sol se transforma em corrente elétrica.
Teste Avaliativo 2	
Questão de número 2	
Aluno	Resposta
A1	serie, para aumentar a energia elétrica.
A2	Em série, aumentando a tensão elétrica.
A3	Ausente.
A4	Série, para transformar de 0,5v para 5v.
A5	Série, com a finalidade de aumentar o potencial.
A6	Em série, com ao objetivo de chegar na tensão de uma bateria de celular.
A7	Não respondeu.
A8	Ausente.
A9	Em paralelo.
A10	Em série, para poder carregar um celular.
A11	Série, para transformar a tensão que era de 0,5v para uma tensão de 5v.
A12	Em série, para aumentar a tensão.
Teste Avaliativo 2	
Questão de número 3	
Aluno	Resposta
A1	A energia solar não é poluente enquanto as outras são.
A2	A energia solar pode ser colocada nas casas e substituir as energias poluentes diminuindo o desmatamento.
A3	Ausente.
A4	Não respondeu.
A5	A placa solar absorve a energia do sol que não polui o meio ambiente.
A6	Só temos vantagem se trocarmos as termoelétricas por energia solar.
A7	Não respondeu
A8	Ausente.
A9	Não respondeu.
A10	Se cada pessoa colocar energia solar em suas casas, vamos parar de usar a energia que vem da indústria, e para de poluir.
A11	Diminui a poluição quando usamos a energia solar.
A12	A energia solar não agride o meio ambiente.

Considerações do Professor

A avaliação T2 pode mostrar com clareza o entendimento dos alunos quanto ao funcionamento de uma placa solar fotovoltaica, as quais podemos destacar na questão número 1 as respostas dos alunos (A1), (A4) e (A11), que relata a grosso modo quais os passos decorridos para a produção de corrente dentro de uma placa solar fotovoltaica. O professor pode perceber a evolução do aluno quanto o conteúdo de física do terceiro ano e a empolgação dos alunos quando se trata de aulas experimentais.

Aula 10 – Pós-teste.

A aplicação do pós-teste se deu na aula 10, e as questões que faziam parte deste teste eram as mesmas que faziam parte do teste diagnóstico (Pré-teste) realizado na primeira aula. No entanto, agora os alunos já tinham um embasamento, adquirido ao longo do desenvolvimento do projeto, e assim podiam responder, teoricamente, o questionário com uma maior tranquilidade e segurança.

Tabela 7.4 Respostas dos alunos em relação ao Pós-teste

Pós-teste	
Questão de número 1	
Aluno	Resposta dos Alunos
A1	A corrente elétrica flui em um condutor.
A2	Seria para onde passa ou corre a corrente. Sendo dificultada por um condutor
A3	Ausente.
A4	É quando uma carga se movimenta de um lado para outro.
A5	Átomos de energia que se movimenta de maneira ordenada dentro de um fio. Interagindo com o mesmo.
A6	Corrente elétrica é uma carga que se move de maneira ordenada, interagindo com as moléculas de um condutor.
A7	São junções de cargas positivas e negativas se movimentando num corpo interagindo com os átomos.
A8	Ausente.
A9	São elétrons tentando se movimentar de maneira organizada em um condutor. E o condutor tentando parar esses elétrons.
A10	A energia se movimentando em um condutor.
A11	É uma carga de energia que percorre determinado caminho. Dentro de um condutor.
A12	É quando a eletricidade através dos elétrons percorre um meio somente para um lado, gerando uma corrente de eletricidade.
Pós-teste	
Questão de número 2	
Aluno	Resposta

A1	A resistência dificuldade quando uma carga tenta passa no material.
A2	É o meio que resiste a corrente de eletricidade, como o próprio material e sua resistência, como um cabo de cobre por onde passa também.
A3	Ausente.
A4	Aqueles que produzem energia, de certa forma será um gerador elétrico que gera energia.
A5	Não respondeu.
A6	Resiste a circulação dos elétrons.
A7	Resiste a circulação da corrente.
A8	Ausente.
A9	Oferece resistência a corrente, que promove calor.
A10	Oferece resistência a passagem da corrente elétrica.
A11	É a capacidade que um circuito tem de resistir a passagem da corrente.
A12	É a resistência dos eletros dentro de um condutor.
Pós-teste	
Questão de número 3	
Aluno	Resposta
A1	Geradores produzem a energia elétrica que usamos em nossas casas.
A2	São aparelhos que produzem energia como a placa solar, e são usado para ligar equipamentos elétricos.
A4	Produce energia elétrica.
A5	São programados para gerar energia elétrica para nossas casas.
A6	Funcionam como as hidroelétricas, gerando energias para casas e fabricas.
A7	Não respondeu.
A9	Aparelho que usa a energia como tv e ar-condicionado.
A10	São placas que transformam a energia do sol em energia elétrica.
A11	São maquinas como hidroelétricas, placas solares, que fornecem energia pra ligar uma lâmpada por exemplo.
A12	Maneira de obter energia. Para nossos equipamentos eletrônicos.
Pós-teste	
Questão de número 4	
Aluno	Resposta
A1	Os geradores como a placa solar pode ser ligada em serie para aumentar a energia.
A2	Podem ser associados em série e paralelo, que nem uma pilha ou placa solar.
A4	Geradores produzem energia.
A5	Os geradores geram energia e podem ser ligados uns nos outros.
A6	Podem ser ligados em série para aumentar a tensão.
A7	Não respondeu.
A9	Não respondeu.
A10	Geradores podem ser ligados em conjunto para aumentar a energia.
A11	É uma máquina que gera energia e que pode ser ligada em paralelo e em série como foi feito com a energia solar.
A12	Podem ser associados em série para aumentar a energia elétrica.
Pós-teste	
Questão de número 5	
Aluno	Resposta
A1	Não respondeu.

A2	É a diferença de energia elétrica entre dois pontos.
A4	É a voltagem ou potencial de uma bateria por exemplo.
A5	Não respondeu.
A6	É a energia elétrica capaz de gerar movimento nas cargas.
A7	Não respondeu.
A9	Não respondeu.
A10	É a voltagem que liga os aparelhos elétricos.
A11	É a energia que gera movimentos nos elétrons.
A12	É a diferença de potencial encontrada na tomada de nossas casas.
Pós-teste	
Questão de número 6	
Aluno	Resposta
A1	São materiais químicos que podem se comportar como condutores e isolantes, e servem para construção de produtos eletrônicos.
A2	São materiais como o silício que podem produzir energia solar.
A4	Podem ser condutores e isolantes.
A5	São condutores que podem gerar energia elétrica.
A6	São materiais que podem ser condutores e isolantes, e geram energia como a placa solar.
A7	Não respondeu.
A9	Não respondeu.
A10	Não lembro.
A11	São elementos como o silício que serve para gerar energia elétrica.
A12	É um material que podemos encontrar em produtos eletrônicos de nossas casas, e gerar energia elétrica.
Pós-teste	
Questão de número 7	
Aluno	Resposta
A1	Pode ligar aparelhos elétricos.
A2	É uma energia que surge quando colocamos uma placa solar no sol.
A4	Quando colocamos uma placa solar no sol, ela gera energia solar.
A5	Não respondeu.
A6	É uma energia que pode ser transformada por uma placa solar
A7	Não respondeu.
A9	Não respondeu.
A10	É uma energia vinda do sol que devemos aproveitar em nossas casas.
A11	Não respondeu.
A12	A luz do sol vira energia elétrica por meio da placa solar, e podemos ligar aparelhos como um celular.
Pós-teste	
Questão de número 8	
Aluno	Resposta
A1	Os elétrons do sol interagem com a placa produzindo energia elétrica e corrente.
A2	Os elétrons são liberados ao serem atingidos pela luz do sol dividindo a placa em um lado positivo e outro negativo, gerando então a corrente elétrica.
A3	Ausente.
A4	O sol bate na placa produzindo uma corrente que viaja pela placa até o fio.
A5	A energia do sol chega na placa solar, soltando os elétrons gerando corrente.
A6	A energia do sol é transformada em corrente elétrica dentro da placa solar.

A7	A energia solar ao entrar em contato com a placa libera os elétrons do silício gerando a corrente elétrica.
A8	Ausente.
A9	Não respondeu.
A10	A luz do sol vira energia elétrica e corrente elétrica, e pode ligar um celular.
A11	A luz do sol liberta os elétrons que se movimentam para o fio se transformando em corrente elétrica.
A12	a energia do sol se transforma em corrente elétrica.

Considerações do professor.

As principais formas de avaliação da aprendizagem do aluno durante o período de avaliação desse método foram os pré-teste e pós-teste. O pós-teste foi elaborado com as mesmas questões dissertativas encontradas no pré-teste, para justamente sabermos se o aluno continua com os mesmos entendimentos abordados no pré-teste no caso das questões que foram respondidas, e se já existe uma ideia formada em relação as questões que não tiveram respostas.

Sendo assim, pode-se fazer um comparativo entre as duas provas e analisar se tivemos alguma evolução, e qual o seu nível. A ideia central é identificar os conhecimentos prévios dos alunos e compreender se esses conhecimentos são aliados ou obstáculos para o seu desenvolvimento cognitivo, e permitir que o aluno compreenda esse projeto por meios desse conhecimento. Caso esse conhecimento prévio não se identifique com o tema abordado, a ideia é buscar condições no cotidiano escolar ou não do aluno para que possamos inserir situações novas de aprendizado, estando então de acordo com as teorias de aprendizagem de Ausubel.

O que podemos averiguar com a aplicação desse pós-teste foi que a maioria dos alunos mudaram a estrutura de pensamento quanto as perguntas as quais foram submetidos, e aquelas perguntas não respondidas passaram a ter um entendimento, tendo assim condições de responde-las, mostrando uma grande evolução. Por exemplo, as questões 6, 7 e 8, que tiveram baixo índice de respostas durante a aplicação do pré-teste, apresentam a gora no Pós-teste respostas bem coerentes e de acordo com o que foi trabalhado durante o projeto.

Outro ponto a ser comentado é em relação ao conceito de energia, visto que, no pré-teste a maioria dos alunos usou esse termo para explicar grande parte das questões que foram respondidas. Quando submetido ao pós-teste, os alunos foram mais coerentes quanto ao uso ao termo de energia, e energia elétrica.

Ao compararmos as questões o professor pode notar que os alunos tiveram um bom entendimento de todas as questões, e os que ainda deixaram questões em branco o fizeram por serem muito ausentes durante as aulas. É bem óbvio que algumas questões não foram respondidas de maneira extremamente correta, mas pode mostrar que de alguma forma as atividades propostas contribuíram o aprendizado do aluno, modificando seus conhecimentos prévios em um novo entendimento sobre a eletricidade do ensino médio.

CONCLUSÕES

O objetivo desta dissertação foi fazer um relato de como se sucedeu a aplicação de uma sequência didática que pudesse auxiliar em partes as dificuldades encontradas pelos alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio.

A primeiro momento quando surgiu a ideia de elaborar essa sequência didática, se pensou em desenvolver algo experimental que despertasse o interesse do aluno, saindo um pouco dos métodos tradicionais usuais. Pensamos em assuntos pouco explorados no ensino de Física, mas que fizesse parte do currículo escolar do aluno, por esse motivo escolhi como auxílio as aulas explorar a os conteúdos de eletricidade em um experimento que envolvesse energia solar fotovoltaica. Então procurou-se um referencial teórico que fosse adequado a essa metodologia, onde a Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel se mostrou bastante promissora já que a física se faz presente em todos os momentos da vida do aluno, e aproveitar seus conhecimentos prévios nos permitiu ter um ponto de partida para o desenvolvimento das atividades. E por esse motivo permitimos que o aluno construísse os experimentos utilizando seus próprios conhecimentos quanto aos materiais que iriam ser utilizados e procedimentos adotados, apenas recebendo algumas orientações do professor quando fosse necessário, e não somete explicar os experimentos e seu funcionamento para os alunos.

Como já discutido no capítulo anterior a evolução individual dos alunos que participaram até o fim foi muito significativa dentro do contexto ensino-aprendizagem, até mesmo os alunos que participaram das aulas esporadicamente tiveram sua parcela de aprendizado. Por mais que tenhamos dividido a turma em dois grupos, os mesmos foram trabalhados de maneira homogênea, onde a divisão ocorreu para que tivéssemos maior participação durante a execução das aulas experimentais. E essa turma teve um grande avanço no seu desenvolvimento cognitivo, principalmente, na questão do linguajar técnico-científico e na explanação dos conceitos discutidos durante o projeto, e quando comparamos as respostas do pré-teste e pós-teste.

Em todas as aulas levantamos questões referente aos experimentos e conteúdos trabalhados, estimulando o aluno a compreender o que estava sendo exposto através de seu próprio conhecimento, intervindo apenas quando as respostas estavam muito aquém do que se trabalhava naquele momento Intervenções essa que sempre partia de assuntos

comuns para o aluno ou das respostas que eles haviam proferido, com o objetivo de termos uma aprendizagem cada vez mais significativa.

O projeto ocorreu de maneira satisfatória para os alunos, mas, também para o professor que agiu como mediador, obtendo um grande crescimento profissional que pode aplicar uma metodologia ao qual trabalhou muito para que pudéssemos alcançar os objetivos. Com isso, espera-se que o produto criado nessa dissertação ajude outros professores a despertar o interesse em seus alunos quanto ao ensino de Física.

REFERÊNCIAS

- ALVARNGA, B.; MÁXIMO, A.; GUIMARÃES, C. **Física: Contextos & Aplicações**. Volume 3. 2ª Edição. Editora Scipione, 2017.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, p. 5 – 16, 2018.
- ARAUJO, D. L. O que é (e como faz) Uma Sequência Didática. **Revista Entrepalavras**, Fortaleza – ano 3, vol. 3, n, 1 p. 322 – 334, jan/jul 2013.
- ARAUJO, I. S.; MOREIRA, M. A. Simulação computacional na aprendizagem da Lei de Gauss para a eletricidade e Lei de Ampère em nível de Física geral. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências**, vol. 06, n. 3, p. 601-629. 2007.
- ARRUDA, S. M.; VILLANI, A.; UENO, M. H.; DIAS, V. S. Da Aprendizagem Significativa a Aprendizagem Satisfatória na Educação em Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 21, p. 194-223, ago. 2004.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo**. México: Trillas, 1983
- CASTRO, M. H.; **Percepção da qualidade na educação na perspectiva de três escolas particulares da cidade de Catalão (GO)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Gestão organizacional). UFG, 2015.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Situações de ensino – aprendizagem: Análise de uma sequência didática de física a partir da Teoria das Situações de Brousseau**. 2008. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, S. Paulo, 2008.
- BARRETO, B.; XAVIER, C. **Física Aula por Aula**. Volume 3. 3ª Edição. Editora FTD, 2017.
- BONJORNO, J. R.; CASEMIRO, R.; RAMOS, C. M.; PRADO, E. **Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. Volume 3. 3ª Edição. Editora FTD, 2017.
- BOSS, S. L. B.; SOUZA, M. P. F.; CALUZI, J. J. et al. Fontes Primárias e Aprendizagem Significativa: Aquisição de subsunçores para aprendizagem do conceito de carga elétrica. In: **VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS** – Florianópolis, 08 de novembro de 2009. ISSN: 21766940.
- BRUNER, J. (1996) *The Culture of Education*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 224 + xvi pages.

- CAMPOS, E. L. F. **Construção de um Caracterizador de Curvas de Painéis Solares Utilizado um Conversor Boost**. 2013. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Viçosa, 2013.
- CAMPOS, M. A. T. A formação de educadores ambientais e o papel do sistema educativo para a construção de sociedades sustentáveis. **Rev. Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 32, n. 2, p. 226-282, E-ISSN 1517-1256, Jul/dez. 2015.
- CORTEZ, R. J. **Sistema de Segmento Solar em Produção de Energia Fotovoltaica**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica de Computadores). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - FEUP, 2013.
- DISTLER, R. R.; Contribuições de David Ausubel Para a Intervenção Psicopedagógica. **Revista de Psicopedagogia**, vol. 32, n, 98 p. 191 – 199, 2017.
- DORNELES, P. F. T.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 28, n. 4, p. 487-496. 2006.
- FERNANDES, M. B. **Eletricidade: Uma sequência didática para o ensino médio integrado**. 2015, 163 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). UFP – Bagé/RS, 2015.
- FERNANDES, M. B.; HARTMANN, Â. M.; DORNELES, P. F. T. A Física no ensino médio integrado: uma sequência didática sobre eletricidade com aplicação do Arduino. **Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada**, vol. 1, n. 2, p. 19-34, dezembro de 2014.
- FONSECA, E. F. **O estudo de tópicos de eletricidade: Uma sequência didática para a educação de jovens e adultos**. 2015, 126f. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal do Pampa. Bagé, 2015.
- FUKE, L. F.; KAZUHITO, Y. **Física Para o Ensino Médio**. Volume 3. 4ª Edição. Editora Saraiva, 2017.
- GARCIA, S. B.; MOEHLECKE, A.; ZANESCO, I. et al. Análise de Células Solares P^+NN^+ Em Silício Grau Solar Com Emissor Obtido Por BBr. In: **VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR** - Gramado, 17 a 20 de abril de 2018.
- GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. Volume 3. 3ª Edição. Editora Ática, 2017.
- GONÇALVES, L. J. **Uso de Animações Visando a Aprendizagem Significativa de Física Térmica no Ensino Médio**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). UFGRS, 2005.

- GONÇALVES, A. F.; TOSCANO, C. **Física: Interação e Tecnologia**. Volume 3. 2ª Edição. Editora Leya, 2017.
- GONZALES, E. G.; ROSA, P. R. S. Aprendizagem Significativa de Conceitos de Circuitos Elétricos Utilizando um Ambiente Virtual de Ensino Por Alunos da Educação de Jovens e Adultos. **Investigação em Ensino de Ciências**, vol. 19, n. 2, p. 477-504, 2014.
- GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. Volume 3. 2ª Edição. Editora Ática, 2017.
- HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. Volume 3. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. Editora LTC, 2018.
- KEMERICH, P. D da C.; FLORES, C. E. B.; BORBA, W. F.; SILVEIRA, R. B.; FRANÇA, J. R.; LEVANDOSKI, N. Paradigmas da Energia Solar no Brasil e no Mundo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, vol. 20, n. 1, p. 241-247, jan.-abril. 2016.
- KLAUSEN, L. S. Aprendizagem Significativa: Um Desafio. **VI Seminário Internacional Sobre Profissionalização Docente (SIPD/CÁTEDRA UNESCO)**, 2017. ISSN 2176-1396.
- LIMA, M. S. L.; BRAGA, M. M. S. de C.; Relação ensino-aprendizagem da docência: traços da Pedagogia de Paulo Freire no Ensino Superior. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n, 61 p. 71 – 88, 2016.
- MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**, vol. 7, n. 1, p. 126-143, out. 2014.
- MACHADO, K. D. **Teoria do Eletromagnetismo**. Volume 1. 2ª Edição. Editora UEPG, 2013.
- MAGGI, L. E.; Tecnologias na Educação. **SOUTH AMERICAN jornal of Basic Education**, vol. 1, n, 2 p. 1-3, ISSN 2446-4821, 2017.
- MARTINI, G.; SANT'ANA, B.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. **Conexões com a Física**. Volume 3. 3ª Edição. Editora Moderna, 2017.
- MELO, I. J. F.; ROLIM, A. L. S.; CARVALHO, R. S. et al. A tecnologia como organizador prévio: uso de objetos de aprendizagem no ensino da eletricidade. In: **I SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – Pernambuco**, 2009. ISBN: 978-85-7014-048-7.

MENEGAT, T. M. C. **Textos de divulgação científica como solução de problemas visando a Aprendizagem Significativa dos conceitos de Eletricidade no Ensino Médio**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e Matemática). CUF – RS, 2007.

NETO, A. B.; ZAGO, A. P. P.; SILVA, M. H.; MOREIRA, M. S.; LOPES, J. E. F. et al. O Ensino Sobre Energias Renováveis nos Cursos de Graduação em Engenharia Elétrica nas Universidades Brasileiras. In: **VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR** - Gramado, 17 a 20 de abril de 2018.

NEVES, S. C.; RODRIGUES, L. M.; BENTO, P. S.; MARANHÃO, S. A.; JUNIOR, I. N. Aprendizagem significativa por descoberta: uma reflexão da problematização sob a abordagem de Ausubel. **Investigação Qualitativa da Educação**, vol. 1, p. 719 – 724, Atlas CIAIQ2017.

PASSINHO, F. R. **Proposta de sequência didática estruturada nos três momentos pedagógicos para o ensino de ondas eletromagnéticas**. p228, 2018. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Física). Universidade Estadual De Santa Cruz, Ilhéus, 2018.

PINTO, J. A. F.; SILVA, A. P. B.; FERREIRA, E. F. B. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1: p. 176-196, abr. 2017.

PNLD; **Orientações gerais Escolha do Plano Nacional do Livro Didático, 2018**. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/pnld/apresentacao/>>. Acesso em: 06 de dez. 2018.

POGIBIN, A.; PIETROCOLA, M.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. Q. **Física em Contextos**. Volume 3. 1ª Edição. Editora do Brasil, 2017.

RAMINELLI, U. J. **Uma sequência didática estruturada para integração do smartphone às atividades em sala de aula: desenvolvimento de um aplicativo para a eletrodinâmica**. 2016. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), S. Paulo, 2016.

RAMOS, F. Z.; JUNIOR, A. L.; SILVA, L. H. A. et al. Contribuições de uma sequência didática como modelo de referência pedagógica para formação prática de professores de Ciências/Biologia. In: **X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - XENPEC**, Águas de Lindóia, SP - 24 a 27 de novembro de 2015.

RAMOS, I. R. O.; BRAGA, J. P. M.; SILVA, J. W. C.; LIMA, A. P.; HOLANDA, L. M. Sobre a indução do campo eletromagnético em referenciais inerciais mediante transformações de Galileu e Lorentz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, n. 2, e2306-2 – e2306-6, 2017.

REN21, 2018. “Energias Renováveis 2017”. Disponível em: < http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf > Acessado: 15/12/2018.

SANTOS, G. H.; ALVES, L.; MORET, M. A. Modellus: Animações Interativas Mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. **Sitientibus Série Ciências Físicas**, vol. 2, p. 56-67, 2006.

SANTOS, M. E. M.; SILVA, E. L. Aspectos sócio-históricos relativos à Eletricidade e Pilha: Contribuições para a Formação de Professores. **SIENTIA PLENA**, v. 11, n. 3: 067216-1, 2015.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 7 de dezembro de 2018.

SILVA, S. de C. R.; SHIRLO, A. C. Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel: Reflexões para o ensino de Física ante a nova realidade social. **Revista Imagens da Educação**, vol. 4, n, 1 p. 36 – 42, 2014.

SONAI, G. G.; MELO, M. A.; NUNES, J. H. B.; MEGIATTO, J. D.; NOGUEIRA, A. N. Células Solares Sensibilizadas por cortantes naturais: Um Experimento Introdutório Sobre Energia Renovável Para Alunos de Graduação. **Revista Química Nova**, v. 38, n. 10, p. 1357-1365. 2015.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Revista Ciência & Cognição**, vol. 13, p. 94-100, ISSN 1517-1256, mar. 2008.

TIRONI, C. R.; SCHMIT, E.; SCHUHMACHER, V. R. N. et al. A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea. In: **IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS** – Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de novembro de 2013.

TONIDANDEL, D. A. V.; ARAÚJO, A. E. A.; BOAVENTURA, W. C. História da Eletricidade e Magnetismo: Da Antiguidade a Idade Média. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, n. 4, e462. 2018.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. J.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M. **Física – Ciência e Tecnologia**. Volume 3. 4ª Edição. Editora Moderna, 2017.

APENDICE A**Produto educacional**

SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA
COMO AUXILIO AO ENSINO DE FÍSICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Alê de Souza Cruz

Produto Educacional associado à dissertação do aluno Alê de Souza Cruz apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física polo 4.

Orientador: Prof. Dr. José Anglada Rivera

Manaus

2019

ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR

Caro professor, este guia servirá como subsídio para aplicação do produto educacional de maneira a responder possíveis dúvidas sobre a sequência didática. Desta forma, a presente guia vem apresentando a duração de cada atividade, seus objetivos e de que forma o professor deve atuar para obter o melhor aproveitamento.

O objetivo deste material é apresentar uma sequência didática cujo tema é O uso de célula fotovoltaica no ensino de física para o terceiro ano do ensino médio. Além disso, esta sequência didática tem como intuito mostrar ao professor como ensinar o tema proposto, onde encontrar células solares com baixo custo financeiro e ainda incentivar o discente a utilização de energias renováveis e o aproveitamento de parte da energia solar de nossa região. Vale ressaltar que o professor que utilizar este guia é autônomo para modificar as etapas da sequência (ordem ou até mesmo incluir ou excluir etapas), e ainda escolher uma teoria que tenha mais facilidade para avaliar o aprendizado dos alunos.

A aplicação de experiências visa um melhor entendimento dos alunos na abordagem de conceitos como: carga elétrica, corrente elétrica, campo e força elétrica, resistência e potencial elétrico, semicondutores, energia solar, calor, temperatura, entre outros. Dessa forma, o ideal é que o professor aplique esta sequência em alunos da terceira série do ensino médio, o qual já tiveram contato com a maioria dos conteúdos listado acima, sendo concomitante com o conteúdo trabalhado em sala de aula. Lembrando que não necessariamente o aluno precisa conhecer esses conceitos antes da aplicação do projeto, podendo, portanto, ser aplicado em outras séries do ensino médio.

Professor Alê de Souza Cruz

SUMÁRIO

UNIDADE 1	94
FUNDAMENTOS PARA ENEGIA SOLAR FOTOVOLTÁICA	94
UNIDADE 2	98
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA ENEGIA SOLAR FOTOVOLTÁICA...98	
UNIDADE 3	104
CONCEITOS BÁSICOS PARA A ENEGIA SOLAR FOTOVOLTÁICA...104	
UNIDADE 4	106
APRESENTAÇÃO DOS CONCEITOS BÁSICOS PARA A ENEGIA SOLAR FOTOVOLTÁICA.....	106
UNIDADE 5	108
MONTAGEM E APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO 1: CIRCUITO ELÉTRICO SIMPLES	108
ROTEIRO DE CIRCUITO ELÉTRICO	109
CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE	111
UNIDADE 6	113
MONTAGEM E APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO 2: PLACA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	113
ROTEIRO DE PLACA SOLAR FOTOVOLTÁICA.....	114
PLACA SOLAR FOTOVOLTÁICA	118
UNIDADE 7	120
CONCEITOS BÁSICOS PARA A ENEGIA SOLAR FOTOVOLTÁICA POS-TESTE.....	121
REFERENCIAS	122

UNIDADE 1

FUNDAMENTOS PARA A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Estaremos iniciando esse capítulo com uma abordagem dos conceitos físicos da energia solar fotovoltaica, levando em conta que o público alvo são turmas do terceiro ano do ensino médio.

Desse modo o discutiremos aqui o que o professor deverá entender para que o mesmo esteja apto a aplicar a sequência didática de ensino e aprendizagem que será apresentada mais a diante.

Deixando claro que não que não apresentaremos todos os conceitos e nem formulações matemáticas, trabalharemos conceitos mais voltados para a prática apresentada a qual é voltada para o lado experimental e fenomenológico.

A energia solar fotovoltaica envolve a produção de energia elétrica a partir da energia proveniente do sol, então veremos uma introdução passando pela eletricidade e chegaremos projeto a ser produzido.

Conceitos Básicos da eletricidade.

Eletricidade é um termo geral que abrange uma variedade de fenômenos resultantes da presença e do fluxo de carga elétrica. Esses incluem muitos fenômenos facilmente reconhecíveis, tais como relâmpagos, eletricidade estática, e correntes elétricas em fios elétricos. Além disso, a eletricidade engloba conceitos menos conhecidos, como o campo eletromagnético e indução eletromagnética.

A seguir temos alguns conceitos que estão inseridos na eletricidade, que pode fornecer mais clareza referente a seu entendimento.

Carga elétrica.

A carga elétrica é uma propriedade básica da matéria da mesma forma que a massa, onde elas geram duas das quatro forças fundamentais da Física. A carga elétrica pode ser positiva ou negativa. A unidade de carga elétrica nos SI é o coulomb, equivalente à quantidade líquida de carga elétrica que flui através de uma seção transversal de um condutor.

Corrente elétrica.

Uma corrente elétrica é um fluxo de carga elétrica, onde em um circuito elétrico, esta carga é frequentemente transportada por elétrons em movimento em um fio. Também pode ser transportada ou por íons, como em um gás ionizado. A unidade SI para medir uma corrente elétrica é o ampere, que pode ser traduzida como o fluxo de carga elétrica através de uma superfície na taxa de um coulomb por segundo. A corrente elétrica pode ser medida usando um dispositivo chamado amperímetro.

Correntes elétricas causam aquecimento conhecido como efeito Joule, o que permite o surgimento da luz em lâmpadas incandescentes. Eles também criam campos magnéticos, que são usados em motores, indutores e geradores. (HALLIDAY, 2018).

Campo Elétrico

O entendimento do campo elétrico está diretamente ligado ao entendimento da Força elétrica, que surge das interações entre cargas elétricas quaisquer, e essas interações ocorrem pela troca de fótons entre as cargas, onde cada carga gera uma “nuvem” de fótons que é uma propriedade associada as cargas elétricas denominada campo elétrico. O campo elétrico que atua entre duas cargas, age de maneira similar ao modo como o campo gravitacional atua entre duas massas, e como ele, se estende em direção ao infinito e mostra uma relação inversa quadrada com a distância.

Uma segunda forma de se definir o campo elétrico é aquela descrita pela lei de indução eletromagnética de Faraday, onde ele formulou que a força eletromotriz produzida em torno de um caminho fechado é proporcional à taxa de mudança do fluxo magnético através de qualquer superfície delimitada por esse caminho.

Variar um campo magnético em uma superfície fechada produz um campo elétrico induzido. Após ser modelada matematicamente por James Clerk Maxwell, a Lei de Faraday tornou-se uma das equações de Maxwell, que desde então evoluiu para a teoria de campo. (MACHADO, 2013).

Energia Potencial Elétrica

Como dito anteriormente a força elétrica é uma das quatro forças fundamentais da Física, e surge da interação entre as cargas elétricas através da troca de fótons entre

elas, sendo essa força considerada conservativa, podemos definir uma energia potencial elétrica associada a essa força. O que se assemelha a Física Newtoniana onde energia potencial gravitacional está associada a força gravitacional. Essa energia potencial elétrica está relacionada ao trabalho realizado pela força elétrica no deslocamento de uma carga de prova. (MACHADO, 2013).

Potencial Elétrico

O potencial elétrico é uma propriedade característica das cargas geradoras, assim como acontece com o campo elétrico. Pode ser definido como o trabalho realizado por uma força externa ao trazer, em equilíbrio, uma carga de prova q situada no infinito para uma posição r_q , dividido pela carga q , estando essas sobre ação das forças elétricas produzidas por cargas geradoras. (MACHADO, 2013).

Circuito elétrico.

Um circuito elétrico é uma conexão entre componentes elétricos de tal forma que a carga elétrica é feita para fluir ao longo de um caminho fechado, geralmente para realizar alguma tarefa útil.

Existem uma grande variedade de circuitos elétricos, que podem ser utilizados como soluções para uma infinidade de problemas, existem circuitos abertos, fechados, circuitos em série, em paralelo, curto-circuito, etc. Os componentes de um circuito elétrico podem assumir várias formas, que podem incluir elementos como resistores, capacitores, interruptores, transformadores, entre outros, elementos que podem ser formados por materiais condutores onde os mais usuais são o cobre, alumínio e ouro, e por materiais semicondutores como o silício e o germânio que são usados na fabricação de diodos, transistores e processadores. (GONZALES, 2014).

Condutores semicondutores e isolantes.

As classificações dos materiais ocorrem de acordo com a facilidade com que as cargas elétricas se movem em seu interior. O comportamento dos condutores e não condutores ocorrem de acordo com a estrutura e propriedades elétricas dos átomos. Quando os átomos de um material condutor são unidos para formar um sólido, alguns elétrons que estão, mas afastados do núcleo desses átomos (que estão submetidos a uma força de atração menor) se tornam livres para vagar pelo material, e são chamados de

elétrons de condução. Podemos dizer que esse material tem uma boa condutividade elétrica. Já em materiais isolantes esses elétrons de condução não existem, ou existem em quantidades muito inferiores.

Um material semicondutor é um intermediário entre os condutores e isolantes, e tem um valor de condutividade elétrica entre o de um material condutor, como cobre, ouro, etc., e um isolante, como o vidro. Sua resistência diminui à medida que a temperatura aumenta, comportamento oposto ao de um metal. Suas propriedades condutoras podem ser alteradas de maneiras úteis pela introdução deliberada e controlada de impurezas na estrutura cristalina, o que chamamos de dopagem. Quando duas regiões que foram dopadas de maneira diferente são unidas em um mesmo material temos uma junção semicondutora. O comportamento dos portadores de carga que incluem elétrons, íons e buracos de elétrons nessas junções são a base de diodos, transistores e todos os eletrônicos modernos. Alguns exemplos de semicondutores são o silício, o germânio e o gálio. (HALLIDAY, 2018).

UNIDADE 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Um breve histórico da energia solar fotovoltaica

Em CORTEZ (2013), podemos observar que a utilização da energia gerada pelo sol, seja como fonte de calor ou de luz, é uma das alternativas energéticas mais promissoras para se enfrentar os desafios energéticos do novo milênio, sendo o sol praticamente responsável pela origem de todas as outras fontes de energia, e em apenas uma hora, o Sol fornece à terra uma quantidade de energia superior ao que aqui se consome durante um ano inteiro.

Sendo assim, Quando William Grylls Adams e seu aluno, Richard Evans Day, em 1876 descobriram que uma corrente elétrica poderia surgir no selênio (semicondutor) quando exposta a luz, eles se sentiam confiantes de que haviam descoberto algo completamente novo. Werner von Siemens, um contemporâneo cuja reputação no campo da eletricidade o classificou ao lado de Thomas Edison, chamou a descoberta de “cientificamente da maior importância”. Esse trabalho pioneiro sustentou a mecânica quântica muito antes que a maioria dos químicos e físicos aceitasse a realidade de átomos. A experiência realizada com células solares de selênio apesar de não gerar corrente suficiente para alimentar equipamentos elétricos, elas eram a prova que materiais sólidos poderiam transformar luz em eletricidade.

De acordo com KEMERICH (2016), esse efeito fotovoltaico observado está proximamente relacionado ao efeito fotoelétrico. Em qualquer um dos casos, a luz é absorvida, causando a excitação de um elétron ou outro portador de carga para um estado de energia mais alta. A principal diferença é que o termo efeito fotoelétrico é normalmente usado quando o elétron é ejetado para fora do material quando o mesmo é exposto a uma radiação eletromagnética cuja frequência coincide com a frequência de corte do material, e o efeito fotovoltaico é usado quando o portador de carga excitada permanece contido no material. Em ambos os casos, um potencial elétrico (ou voltagem) é produzida pela separação de cargas, e a luz precisa ter energia suficiente para superar a barreira potencial de excitação. A essência física da diferença é geralmente que a emissão fotoelétrica separa as cargas por condução balística e a emissão fotovoltaica as separa por difusão, mas

alguns conceitos de dispositivos fotovoltaicos de "portadora quente" apagam essa distinção.

As Células Solares Fotovoltaicas

A chave para a energia solar fotovoltaica é a célula solar, ou célula fotovoltaica. A energia solar é uma das formas mais viáveis e limpas de energia renovável, porque podemos usar a energia proveniente do sol para produzir eletricidade, isso por meio das células solares.

A célula solar opera de acordo com o que é chamado de efeito fotovoltaico, onde foto significa luz e voltaica está relacionada com a eletricidade. As células solares são tecnicamente chamadas células fotovoltaicas.

Essas células fotovoltaicas são dispositivos semicondutores em sua maioria produzidos a partir do silício semelhantes aqueles encontrados em produtos eletrônicos como diodos e transistores. A energia fotovoltaica produz eletricidade convertendo a energia solar proveniente do sol em uma corrente direta ou corrente contínua usando a ação fotovoltaica da célula sem o uso de qualquer bateria ou produto eletrônico. (MACHADO, 2014)

A luz solar é limpa, fácil de aproveitar e está disponível gratuitamente em todo o mundo, com o único custo envolvido sendo o custo de um painel solar, tornando a energia solar a escolha ideal para a geração de eletricidade doméstica local. A eletricidade solar também é muito ecológica, já que não produz poluição ou desperdício de subprodutos, nem poluição do ar ou da água, e é completamente silenciosa, tornando-a ideal para um futuro saudável do planeta. Um dos tipos mais comuns de células solares fotovoltaicas é feito de semicondutores de silício especialmente tratados e, portanto, é conhecido como célula solar fotovoltaica de silício. (SILVA, 2015).

Convertendo a luz solar em energia elétrica

A geração fotovoltaica de energia solar começa com a célula solar. As células fotovoltaicas são dispositivos semicondutores feitos de placas de silício altamente purificado dopado com impurezas especiais, que lhe permite uma abundância de "elétrons" e "buracos" dentro de sua estrutura de treliça. As células solares convertem a energia solar em corrente elétrica, mas não tem a capacidade de armazenamento, mas

podem ser consideradas como uma pequena bateria, produzindo uma tensão de saída fixa, dependendo do tipo de célula solar ou da quantidade de energia recebida.

As células solares fotovoltaicas produzem uma corrente contínua de saída que é proporcional ao seu tamanho e à quantidade de radiação solar que cai sobre a placa de silício.

Para os dispositivos semicondutores de silício, eles consistem de uma camada positiva do tipo P e uma camada negativa do tipo N unidos para formar uma “junção PN” como ilustrado na figura.

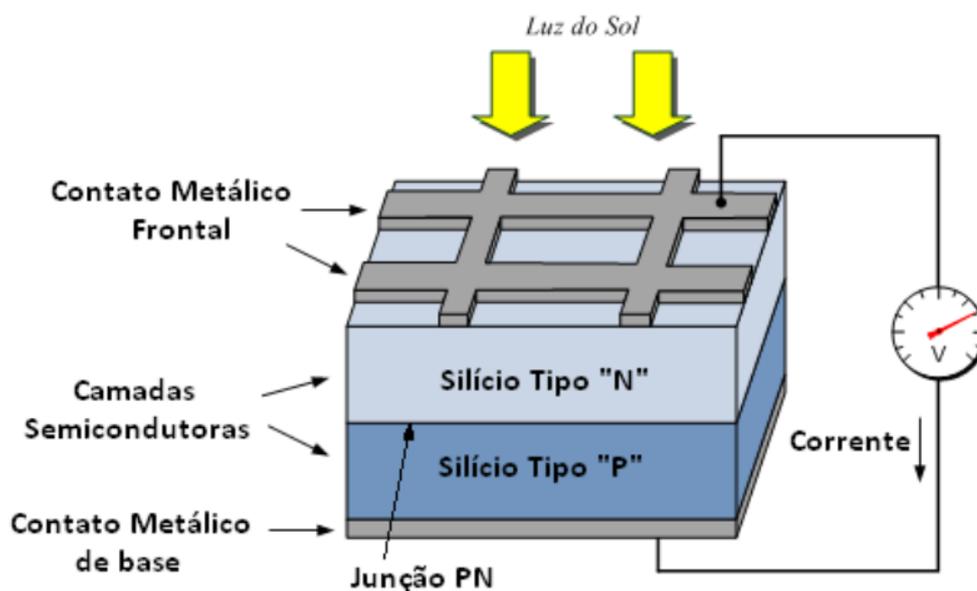


Figura 2.1: Corte transversal de uma célula fotovoltaica mostrando a junção PN.

Fonte: CORTEZ, 2013.

Semicondutores fotovoltaicos tipo N

Para que o nosso cristal de silício conduza eletricidade, precisamos introduzir um átomo de impureza como o fósforo (P) na estrutura cristalina, tornando-o extrínseco (impurezas são adicionadas). Os átomos de fósforo têm cinco elétrons externos em seu orbital externo para compartilhar com átomos vizinhos e são comumente chamados de impurezas "pentavalentes" (5 elétrons). Isso permite que quatro dos cinco elétrons

orbitais se unam aos átomos de silício vizinhos, deixando um "elétron livre" flutuando ao redor do cristal dopado.

Quando expostos à luz solar, os elétrons liberados dos átomos de silício são rapidamente substituídos pelos elétrons livres disponíveis dos átomos de fósforo dopados (fluxo de elétrons). Mas esta ação ainda deixa um elétron extra (o elétron liberado) flutuando em torno do cristal dopado, tornando-o carregado negativamente. Em seguida, um material semiconductor é classificado como tipo N quando tem um excesso de elétrons, criando assim um polo negativo. Como cada átomo de impureza “doa” um elétron, os átomos pentavalentes são geralmente conhecidos como “doadores”. (SONAI, 2015).

Semicondutores fotovoltaicos tipo P

Se formos para o outro lado e introduzirmos uma impureza "Trivalente" (3 elétrons) na estrutura cristalina, como o Boro (B), que tem apenas cinco elétrons dispostos em três cascas em torno de seu núcleo, com o orbital mais externo tendo apenas três elétrons, a quarta ligação fechada não pode ser formada. Portanto, uma conexão estável completa não é possível, dando ao material semiconductor uma abundância de transportadores carregados positivamente conhecidos como "buracos" na estrutura do cristal onde os elétrons estão efetivamente ausentes.

Como agora existe um buraco no cristal de silício, um elétron vizinho é atraído para ele e tentará se mover para dentro do buraco para preenchê-lo. No entanto, o elétron que preenche o buraco deixa outro buraco atrás dele enquanto se move. Isso, por sua vez, atrai outro elétron que, por sua vez, cria outro buraco atrás dele, e assim por diante, dando a aparência de que os buracos estão se movendo como uma carga positiva através da estrutura cristalina semicondutora. Este movimento de furos representa o fluxo de corrente convencional.

O movimento dos buracos resulta em uma falta de elétrons no silício, transformando todo o cristal dopado em um polo positivo. Portanto, um material semiconductor do tipo P tem mais buracos que os elétrons e, como cada átomo de impureza gera um furo, as impurezas trivalentes são geralmente conhecidas como “Aceitadores”, pois estão continuamente “aceitando” elétrons extras ou livres.

Sozinhos, os materiais semicondutores do tipo N e do tipo P são eletricamente neutros, mas quando esses dois materiais semicondutores são reunidos pela primeira vez, alguns dos elétrons livres movem-se pela junção para preencher os orifícios no material

tipo P, produzindo negativos. Íons, mas porque os elétrons se moveram eles deixam para trás íons positivos no lado N negativo e os buracos se movem através da junção na direção oposta para a região onde há um grande número de elétrons livres. Este movimento de elétrons e buracos através da junção é conhecido como difusão. (GARCIA, 2018).

Esse processo continua até que o número de elétrons que cruzaram a junção tenha uma carga elétrica grande o suficiente para repelir ou impedir que mais transportadores cruzem a junção. Eventualmente, ocorrerá um estado de equilíbrio (situação eletricamente neutra) produzindo uma zona de " Barreira Potencial " ao redor da área da junção, à medida que os átomos doadores repelem os buracos e os átomos aceitadores repelem os elétrons. Uma vez que nenhuma operadora de carga livre pode descansar em uma posição onde há uma barreira potencial, ela é "esgotada" de qualquer operadora móvel gratuita, e essa área ao redor da junção é agora chamada de Camada de Depleção.

Energia proveniente do sol

Quando a luz do sol brilha em uma célula fotovoltaica, os fótons de luz atingem a superfície do material semicondutor e liberam elétrons da estrutura do átomo dos materiais.

Isso cria um fluxo de elétrons formando uma corrente elétrica que começa a fluir sobre a superfície da célula solar fotovoltaica. Tiras metálicas são colocadas na superfície da célula fotovoltaica para coletar esses elétrons que formam a conexão positiva. A parte de trás da célula fotovoltaica, o lado distante da luz solar entrante, consiste de uma camada de alumínio ou metal que forma a conexão negativa com a célula. Então, uma célula solar fotovoltaica tem duas conexões elétricas para fluxo de corrente convencional, uma positiva e outra negativa. (CORTEZ, 2013).

O tipo de energia solar produzida por uma célula solar fotovoltaica é chamado de corrente contínua ou DC, o mesmo que de uma bateria. A maioria das células solares fotovoltaicas produz uma tensão de circuito aberto "sem carga" (nada conectado a ela), quando não há nenhum circuito externo conectado.

Curva corrente - tensão de uma placa fotovoltaica

A curva que caracteriza uma célula Solar, tem o objetivo de mostrar a corrente e tensão de uma determinada célula, ou módulo fotovoltaico, fornecendo uma descrição detalhada de sua capacidade de conversão e eficiência de energia solar.

As curvas são basicamente uma representação gráfica da operação de uma célula solar ou módulo mostrando uma relação entre a corrente e a tensão nas condições existentes de irradiância e temperatura. (CAMPOS, 2013).

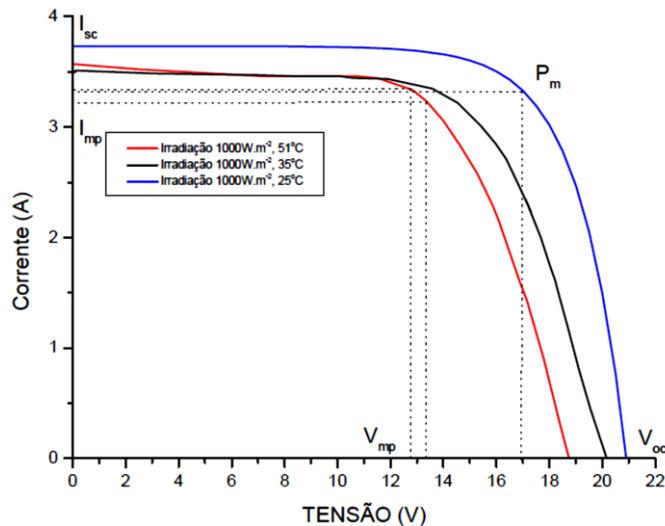


Figura 2.2: curva característica de uma placa fotovoltaica

Fonte: CAMPOS, 2013

Podemos observar no gráfico as características da tensão e da corrente de uma célula fotovoltaica de silício comum operando sob condições normais. A energia fornecida por uma célula solar é o produto da corrente e tensão. Se a multiplicação é feita, ponto a ponto, para todas as tensões em uma condição de circuito aberto, teremos uma curva de potência definida para cada nível de irradiância.

UNIDADE 3

CONCEITOS BÁSICOS PARA A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.

- **Duração da Unidade:** 1 aula de aproximadamente 50 minutos
- **Objetivo da Unidade:** Nesta iremos avaliar o conhecimento prévio dos alunos dentro do contexto da Eletricidade a partir dos conceitos como: carga, campo e força elétrica, corrente resistência e potencial elétrico.
- **Instrumento pedagógico:** Pré-teste.
- **Papel do professor:**

Nesta unidade que é o primeiro contato com os alunos selecionados e ou voluntários, tem como objetivo de descobrir qual o nível de conhecimento que o aluno chega ao início do projeto, se o mesmo está ou não preparado para as atividades, e ainda, podemos observar quais as dificuldades que o aluno apresenta referente ao tema que será abordado dando ao professor condições prévias de planejar aulas que sejam direcionadas.

O papel do professor nesta unidade é bem simples, tem que ser fiscal no pré-teste, e solicitar aos alunos que respondam o mesmo de maneira sincera, explicando com suas próprias palavras os conceitos que conhecem ou já ouviram falar, e deixando em branco as questões que não tem conhecimento. Um ponto importante é que o professor tem que deixar claro para os alunos a função do teste diagnóstico, explicitando ainda que o mesmo não vale nota. Essa explicação sobre o teste é justamente para que o discente seja responsável enquanto responde o teste.

É necessário também salientar que os mesmos não utilizem nenhum tipo de consulta tais como: livros, celular, notebook, internet e nem os colegas, justamente para manter a veracidade nas respostas e o direcionamento que será feito pelo professor nas aulas seguintes atue exatamente na dificuldade do aluno.

Não se esqueça de deixar os alunos bem à vontade para responder o questionário, sempre mostrando para os alunos que o questionário não é uma prova, fazendo com que se tire o peso comum das avaliações. Explique sempre o motivo do questionário para que os discentes sempre estejam motivados e tentando deixar o seu melhor.



Pré-teste

Mestrado/Professor: Alê de Souza Cruz

Nome: _____

Série: _____ Turma: _____

1. O que você entende sobre corrente elétrica, e como ela interage com um condutor?
2. Explique de que maneira a resistência elétrica interfere na corrente elétrica?
3. Descreva o que você entende sobre geradores elétricos. E onde são utilizados.
4. Que tipos de associações podem ser realizadas com geradores elétricos e quais são as características de essas associações?
5. Explique usando argumentos Físicos, o que você sabe sobre diferença de potencial elétrico.
6. O que você entende sobre semicondutores? E como eles podem funcionar em um circuito elétrico?
7. Descreva o que você entende sobre energia solar fotovoltaica.
8. De que maneira uma placa solar fotovoltaica pode gerar uma corrente elétrica?

UNIDADE 4

APRESENTAÇÃO DOS CONCEITOS BÁSICOS PARA A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA ATRAVÉS DE VÍDEOS

- **Duração da Unidade:** 1 aula de aproximadamente 50 minutos
- **Objetivo da unidade:** Estaremos aqui apresentando conceitos básicos de eletricidade e energia solar fotovoltaica onde foi identificado no pré-teste essa necessidade para o andamento do projeto.
- **Instrumento pedagógico:** Vídeos didáticos sobre o tema.
- **Papel do professor:**

A escolha dos vídeos será relacionada com as dificuldades identificadas no pré-teste. Aqui os alunos assistirão os vídeos propostos e tentarão comparar com o que eles responderão ou não no pré-teste tentando compreender e esclarecer possíveis dúvidas e curiosidades.

Nessa aula apresentaremos vídeos que poderão ser substituídos de acordo com a necessidade ou interesse do professor que irá utilizar essa sequência didática dependendo também da dificuldade apresentada pelo aluno e o ano escolar trabalhado.

Essa aula poderá também, caso haja falta e equipamentos ou os recursos de vídeo não estejam à disposição, ser substituída por uma aula dinâmica com o próprio professor debatendo sobre os conceitos, e fazendo conexões com o conhecimento prévio do aluno, e estimulando o mesmo a debater sobre o tema trocando informações entre si.

Outro caso seria fornecer aos alunos o vídeo em mídia, ou armazenado em nuvens como o DropBox e outros, para que possam assistir em casa através de computador ou celulares.

Nessa atividade o professor usa a sala de aula para apresentar os vídeos, de modo, que teste os equipamentos (projetor, computador, caixas de som) previamente.

Se necessário, o professor pode fazer interrupções durante a exibição dos vídeos para explicar algo que acredite ter ficado vago ou mal explanado, o mesmo pode acontecer caso o aluno tenha alguma dúvida durante as exibições.

Nessa sequência didática utilizaremos parte dos vídeos da série “A História da Eletricidade” produzido pela rede de tv Norte Americana BBC no ano de 2011 para o público em geral.

Outro vídeo utilizado foi da série “Maravilhas Modernas – Eletricidade” produzido pela rede de tv Norte Americana Discovery no ano de 2015 para o público em geral.

E por fim trabalharemos o vídeo da serie “Fontes Renováveis – Energia Solar Fotovoltaica” produzida pela tv USP de São Paulo em 2013.

Os vídeos foram editados devido sua duração. Utilizando as partes necessárias para trabalhar as dificuldades identificadas no pré-teste.

O quadro abaixo mostra o conteúdo de cada vídeo, a duração de cada um, e o endereço digital que foi encontrado.

Título	Duração (min)	Endereço Eletrônico
A história da eletricidade episódio 1	58:58	https://www.youtube.com/watch?v=rAqUvE97iCU&t=2731s
A história da eletricidade episódio 2	58:59	https://www.youtube.com/watch?v=t5m-9vjCe1g
A história da eletricidade episódio 3	58:57	https://www.youtube.com/watch?v=BkkoaXCLYGI&t=3042s
Maravilhas Modernas – Eletricidade	45:18	https://www.youtube.com/watch?v=8j0MogfP7hY
Fontes Renováveis – Energia Solar Fotovoltaica	17:20	https://www.youtube.com/watch?v=IAQD7NJjGvk

MONTAGEM E APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO 1: CIRCUITO ELÉTRICO SIMPLES

- **Duração da Unidade:** Duas aulas de aproximadamente 50 minutos cada
- **Objetivo da unidade:** Mostrar ao aluno como construir um circuito elétrico explicitando o funcionamento do gerador e como surge a corrente elétrica, destacando também as características de um led-diodo.
- **Instrumento pedagógico:** Experimento com utilização de materiais fornecido pelo professor.
- **Papel do professor:**

Esse experimento servirá para o aluno se ambientar na montagem de circuitos elétricos, e na utilização de equipamentos como solda de estanho e ferro de solda.

O professor nessa parte muito atento quando a manuseio de material para que não ocorra acidentes pelo fato do ferro de solda funcionar em alta temperatura, e a partir dessa unidade o professor já irá trabalhar conceitos de eletricidade através de experimentos, com isso, o professor terá que também se atentar a toda e qualquer atitude dos alunos referentes a atividade experimental realizada. Dessa forma, perguntas bobas, atitudes curiosas (como não saber usar alguma ferramenta, não conhecer algum equipamento ou elemento do circuito e não ter prática manual) devem ser vistas, relatadas e avaliadas ao fim dessa atividade experimental. É importante a explanação do professor sobre os conceitos que estão sendo vistos na prática instigando os alunos a responderem o que acham que está acontecendo e dando-lhes o ponto de vista Físico do fenômeno observado.

Temos aqui um experimento bem simples e fácil de produzir e com baixo custo onde a maioria dos materiais podem ser encontrados em pequenas lojas de eletrônicos. Caso não haja dinheiro para aquisição de materiais, os mesmos podem ser encontrados e retirados de computadores velhos e queimados, televisores queimados.

Vale salientar que este experimento é puramente qualitativo, não podendo ser retiradas medidas físicas numéricas. Dessa forma, é imprescindível a observação do fenômeno e as suas possíveis causas e efeitos.

ROTEIRO PARA O CIRCUITO ELETRICO SIMPLES

Objetivo: Construir e analisar o funcionamento de um circuito elétrico simples utilizando materiais reutilizados ou de baixo custo, servindo como experimento base para destacar os elementos de um circuito, e aprender a utilizar equipamentos que servirão como auxílio na construção da placa solar fotovoltaica.

Materiais Necessários:

- 1 ferro de solda de 10wat;
- 1 rolo de solda de estanho;
- 1 led de 3volts;
- 1 chave liga/desliga de 0,5 ampères;
- 20cm de fio de 1mm preto;
- 20cm de fio de 1mm vermelho;
- Pedaco de papelão;
- 1m de arame tipo recozido;
- 2 pilhas pequenas;
- 1 suporte para 2 pilhas;

Ferramentas:

- Alicate de bico fino e de corte;
- Fita isolante;
- Tesoura;
- Estilete;

Esquema de montagem:

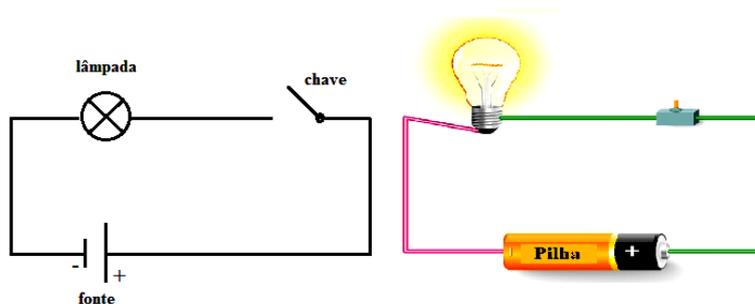


Figura 5.1: Esquema circuito simples. Fonte: Próprio autor.

Montagem do experimento:

Inicie o experimento cortando os dois fios preto e vermelho utilizando o alicate, em tamanhos iguais de 20cm (esse tamanho já possibilita possíveis erros na hora que os alunos forem desencapar os fios), na sequência desencape as extremidades do fio deixando amostra o material metálico cujo fio é formado.

Ligue o ferro de solda e utilize junto com o rolo de solda para conectar os pedaços de fios nas extremidades (pernas) do led. Ligando o fio preto no lado negativo do led (perna menor), e o vermelho no lado positivo do led (perna maiores). Essas cores representam na eletrônica e eletrotécnica os lados positivos e negativos dos elementos de um circuito. Nesse procedimento o professor tem que ensinar o aluno a manusear o ferro de solda, e estanha as extremidades do fio para que a solda possa ser realizada com maior facilidade.

Na sequência faça a união, através do ferro de solda e a solda, ente do fio vermelho do lede com uma das conexões da chave que vai ligar e desligar o circuito.

Recomendo que o professor tente adquirir uma chave que seja resistente ao calor, devido a proximidade que a mesma irá estar do ferro de solda.

Por fim faça as ligações do suporte para pilha (que já vem com os fios das cores preto e vermelho, representando positivo e negativo), o fio preto do suporte com o outro fio preto conectado ao led, e o fio vermelho na outra conexão da chave.

Fixe o circuito no papelão com pedaços do arame que pode ser cortado com o alicate, coloque as pilhas e teste se o circuito está funcionando.

Caso o professor não saiba manusear o ferro de solda, o mesmo poderá consultar previamente vide aulas disponíveis na internet.

Uma outra alternativa é a não utilização do ferro de solda e apenas fazer a conexão dos fios com o led por meio de torção usando o alicate de bico.

É importante notar que a maioria dos materiais é de fácil acesso e bem simples de serem montado, sendo possível fazer em sala de aula. O horário de aplicação fica a critério do professor, mas tendo melhores resultados em um horário extraclasse. Outra situação é a substituição de materiais por outros ao qual o professor tenha maior acesso ou acredite que tenha um melhor rendimento científico, como no caso da tira de borracha, que no experimento foi trocada inúmeras vezes para encontrar um material que realizasse o efeito desejado.

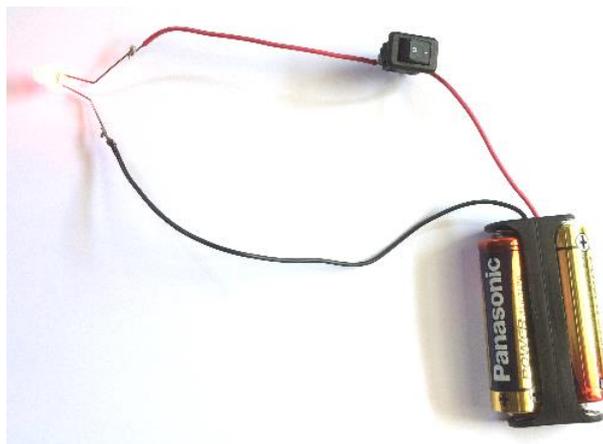


Figura 5.2: Circuito simples desenvolvido pelos alunos.

CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE

- **Duração da Unidade:** 1 aula em torno de 50 minutos.
- **Objetivos da Unidade:** Avaliar o conhecimento prévio dos alunos dentro do contexto de circuitos partir da montagem do Experimento denominado “Circuito Elétrico simples”.
- **Instrumento pedagógico:** Teste avaliativo.
- **Papel do Professor:**

Esta unidade tem como intuito avaliar o conhecimento adquirido pelos alunos dentro da atividade experimental realizada na Unidade 5. Com isso, o professor vai lhes questionar, sob a forma escrita, os conceitos abordados na atividade anterior.

Do mesmo modo que ocorreu no pré-teste, o professor solicitará aos alunos que sejam honestos com a resolução do questionário, explicando com suas próprias palavras os conceitos que puderam visualizar na parte prática. Além disso, é necessário lembrar que os mesmos não utilizem nenhum tipo de consulta como: livros, celular, notebook, internet e nem os colegas.

Fale da importância do teste avaliativo para os alunos, deixando claro que o mesmo não vale nota e sim uma forma de o professor saber o que realmente se pôde aprender na atividade realizada.



Teste Avaliativo

Mestrado/Professor: Alê de Souza Cruz

Nome: _____

Série: _____ Turma: _____

1. O que você entendeu sobre circuito elétrico no experimento anterior.
2. Como foi possível fazer a conexão dos fios com a pilha, a chave e o lede?
3. Explique como a corrente elétrica age no circuito que você montou com sua equipe.

UNIDADE 6

MONTAGEM E APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO 2: PLACA SOLAR FOTVOLTAICA

- **Duração da Unidade:** 4 aulas de aproximadamente 50 minutos cada
- **Objetivo da unidade:** Mostrar ao aluno como construir uma placa solar fotovoltaica a partir de células fotovoltaicas explicitando o os processos físicos que permitem o seu funcionamento.
- **Instrumento pedagógico:** Experimento que permita a construção de uma placa solar fotovoltaica.
- **Papel do professor:**

Esse experimento é a principal parte da sequência didática, pois, além de fechar todas as unidades, ele também engloba todos os tópicos utilizados nas unidades anteriores. Dessa forma, o aluno precisa ter ciência dos conceitos de carga, campo, corrente, circuitos e associações, também tem que já ter uma boa noção do funcionamento da célula fotovoltaica. Então, o professor nesta etapa precisa observar e instigar mais os alunos, pois de certo modo, os mesmos já estariam ambientados com o projeto, chegando a esta etapa mais autônomos em relação ao processo ensino-aprendizagem.

Por mais que os alunos já estejam inteirados em relação ao projeto, será possivelmente a primeira vez que os mesmos irão manusear uma célula fotovoltaica.

Independente da Teoria utilizada para avaliar o conhecimento dos alunos, nesta unidade o professor precisa ser mais mediador do que nas outras, ou seja, o professor não precisa dar todas as respostas e sim apenas mostrar o caminho para o aluno enxergar ou descobrir tais respostas.

Este experimento é bem mais complexo de se montar, exige mais paciência e mais detalhes. Desta maneira, o tempo limite de 4 aulas pode ser ultrapassado ficando a cargo de o professor adaptar para o tempo que lhe convém.

Outro tipo de problema que pode ser destacado está na fragilidade das células fotovoltaica, principalmente se as que forem adquiridas não tiverem proteção o que

aconteceu no meu caso, onde os alunos quebraram algumas durante a execução da montagem.

Quanto aos materiais que serão utilizados não são de muito fácil acesso, e para que não custe muito caro seria mais aconselhável o professor adquiri-los em sites internacionais.

A tabela a seguir mostra alguns sites, preços e tempo de chegada. Atualizado em 29/08/2018.

Produto	Site	Preço (R\$) a cada 10 unidade	Tempo médios dos correios (dias)
Célula solar	www.dx.com	18,00	30
	www.dhgate.com	10,00	45 a 60
	www.wish.com	9,00	45 a 60

ROTEIRO PARA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Objetivo: Construir e analisar o funcionamento de uma placa solar fotovoltaica, compreender os conceitos físicos que permitem a transformação de energia solar em elétrica. E ainda poder utilizar a placa solar construída como um carregador de celular.

Materiais Necessários:

- 10 células fotovoltaicas de 0,5v;
- 1m Fita de estanho;
- 2 placas de acrílico 5cmx20cm;
- 1 rolo de Solda de estanho;
- 20cm de fio de 1mm vermelho;
- 20cm de fio de 1mm preto;
- Cola instantânea;
- 1 cabo carregador de celular;

Ferramentas:

- Alicate de bico fino e de corte;
- Fita isolante;
- Tesoura;
- Estilete;

- Ferro de solda;
-

Esquema de montagem:

A célula solar fotovoltaica funciona quando sujeita a uma irradiação constante, funciona como uma bateria de corrente contínua. Dessa maneira podemos representar esquematicamente cada célula como uma pequena bateria.

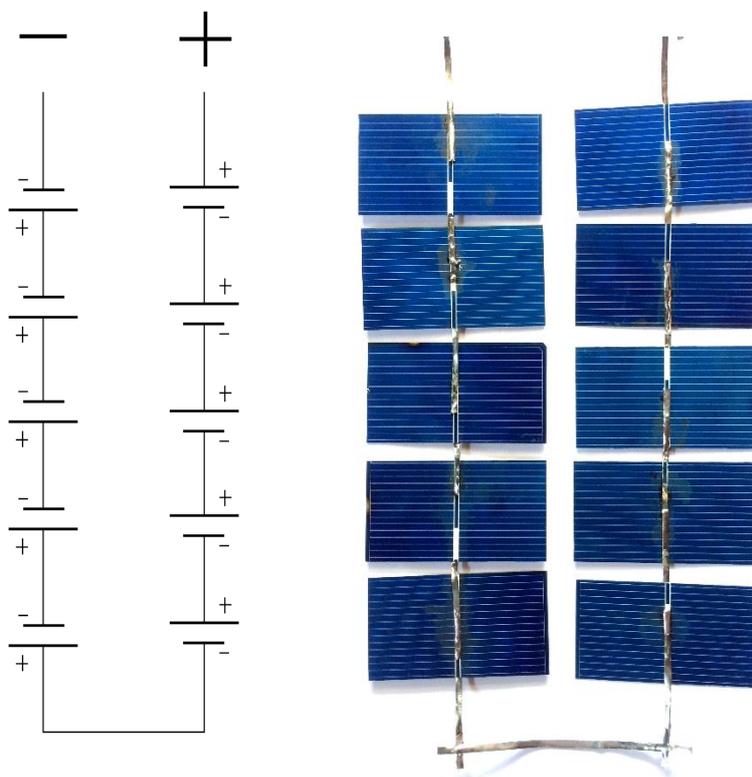


Figura 6.1: Esquema de montagem para placa solar fotovoltaica.

Montagem do experimento:

Temos aqui um experimento onde a placa solar substituirá o carregador do celular, onde o ponto de saída para um carregador tem uma tensão em torno de 5volts e uma corrente de 2 amperes. Portanto a placa solar precisa preencher essas características tendo assim um experimento com boa eficiência. Então a quantidade de células fotovoltaicas que o professor fornecerá para os alunos dependerá do circuito o qual a placa solar será conectada.

Nesse processo de montagem, ligaremos as dez células fotovoltaicas em serie para atingirmos a voltagem necessária.

Primeiro ligue o ferro de solda e deixe ele esquentar, enquanto isso corte a fita de estanho em tamanhos de 3 a 5 centímetros e com auxílio do alicate de bico solde a fita de estanho na placa solar fotovoltaica tanto na parte da frente (lado azul negativo) como a de traz (lado cinza positivo) da placa, conforme visto na figura 6.2 a seguir.

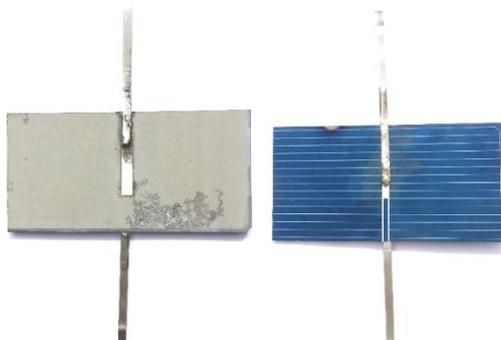


Figura 6.2: Células fotovoltaicas soldadas a fita de estanho.

Após todas as células estarem devidamente soldadas com a fita de estanho, solde umas às outras em série, de modo que as voltagens de todas as placas sejam somadas. O que pode ser visualizada na figura 6.3.

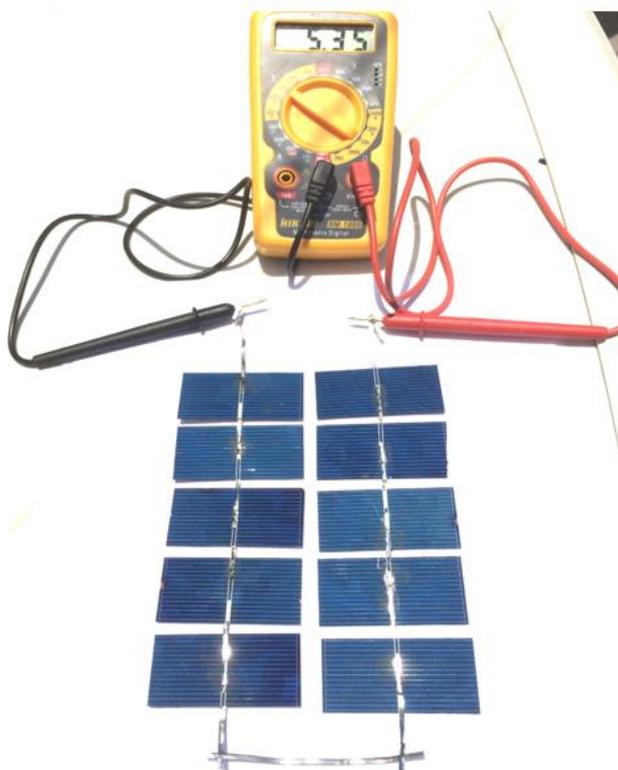


Figura 6.3: células fotovoltaicas em um esquema de ligação em série.

Use a cola e as placas de acrílico para fixar e proteger a placa solar fotovoltaica construída, de modo que ela fique fixa, mas com as pontas das fitas de estanho que estão nas extremidades estejam amostra para podermos soldar os fios do carregador de celular ou algum equipamento que se tenha interesse que funcione por meio das placas solares. Ver figura 6.4.



Figura 6.4: Placa solar fotovoltaica. Produto final.

O professor sempre tem que estar atento em todo processo de construção da placa solar, devido ao nível de dificuldade do experimento, a sensibilidade dos equipamentos que serão manuseados e as perguntas que serão feitas pelos alunos.

O mais aconselhado é que o professor sempre responda as perguntas fazendo uma conexão com o que o aluno já tenha aprendido para que o novo conhecimento adquirido seja moldado na mente do aluno reforçando assim o aprendizado.

Quanto a dificuldade que se apresenta no manuseio de um ferro de solda, no caso das células fotovoltaicas. As mesmas podem ser substituídas por outros modelos que

existem no mercado que já vem protegido e com as afiações soldadas. Com isso podemos eliminar o processo de soldagem, sendo que o custo será mais elevado.

PLACA SOLAR FOTOVOLTAICA

- **Duração da Unidade:** 1 aula em torno de 50 minutos.
- **Objetivos da Unidade:** Avaliar o conhecimento prévio dos alunos dentro do contexto de circuitos e energia solar fotovoltaica a partir da montagem do Experimento denominado “Placa Solar Fotovoltaica”.
- **Instrumento pedagógico:** Teste avaliativo.

- **Papel do Professor:**

Esta unidade tem como intuito avaliar o conhecimento adquirido pelos alunos dentro da atividade experimental realizada na Unidade 6. Com isso, o professor vai lhes questionar, de forma escrita, os conceitos abordados na atividade anterior.

Do mesmo modo que ocorreu nos testes anteriores, o professor solicitará aos alunos que sejam honestos com a resolução do questionário, explicando com suas próprias palavras os conceitos que puderam visualizar na parte prática. Além disso, é necessário lembrar que os mesmos não utilizem nenhum tipo de consulta como: livros, celular, notebook, internet e nem os colegas.

Fale da importância do teste avaliativo para os alunos, deixando claro que o mesmo não vale nota e sim uma forma de o professor saber o que realmente se pôde aprender na atividade realizada.



Teste Avaliativo 2

Mestrado/Professor: Alê de Souza Cruz

Nome: _____

Série: _____ Turma: _____

1. Como a corrente elétrica é produzida em uma placa solar fotovoltaica?
2. Que tipo de ligações foram feitas quando as células fotovoltaicas são conectadas e porquê?
3. Qual as vantagens de usarmos a energia solar para o meio ambiente?

UNIDADE 7

CONCEITOS BÁSICOS PARA A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.

- **Duração da Unidade:** 1 aula em torno de 50 minutos.
- **Objetivos da Unidade:** Avaliar o conhecimento adquirido dos alunos durante a aplicação da sequência didática proposta, analisando a sua evolução em relação a seus conhecimentos prévios
- **Instrumento pedagógico:** Pós-teste.

- **Papel do Professor:**

Esta é a última etapa da sequência didática sendo uma das mais importantes. O professor terá que avaliar os alunos na forma de teste avaliativo (Pós-teste), que tem as mesmas perguntas feitas no pré-teste, e verificar qual a evolução do aluno para perguntas que o mesmo aluno respondeu no início do projeto. O docente tem que avaliar se houve evolução da linguagem do aluno para uma linguagem mais próxima da científica. Verificar ainda se o aluno aprendeu realmente os conceitos básicos da teoria.

Outro objetivo desta avaliação é averiguar se a sequência didática alcançou as metas propostas inicialmente, e se ainda é necessária alguma modificação para haver melhorias no processo ensino-aprendizagem. Desta forma, a necessidade de os alunos terem maior atenção e dedicação nesta última avaliação é primordial para a verificação da funcionalidade do projeto.



Pos-Teste

Mestrado/Professor: Alê de Souza Cruz

Nome: _____

Série: _____ Turma: _____

1. O que você entende sobre corrente elétrica, e como ela interage com um condutor?
2. Explique de que maneira a resistência elétrica interfere na corrente elétrica?
3. Descreva o que você entende sobre geradores elétricos. E onde são utilizados.
4. Que tipos de associações podem ser realizadas com geradores elétricos e quais são as características de essas associações?
5. Explique usando argumentos Físicos, o que você sabe sobre diferença de potencial elétrico.
6. O que você entende sobre semicondutores? E como eles podem funcionar em um circuito elétrico?
7. Descreva o que você entende sobre energia solar fotovoltaica.
8. De que maneira uma placa solar fotovoltaica pode gerar uma corrente elétrica?

REFERENCIAS

- CAMPOS, E. L. F. **Construção de um Caracterizador de Curvas de Painéis Solares Utilizado um Conversor Boost**. 2013. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Viçosa, 2013.
- CORTEZ, R. J. **Sistema de Segmento Solar em Produção de Energia Fotovoltaica**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica de Computadores). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - FEUP, 2013.
- HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. Volume 3. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. Editora LTC, 2018.
- KEMERICH, P. D da C.; FLORES, C. E. B.; BORBA, W. F.; SILVEIRA, R. B.; FRANÇA, J. R.; LEVANDOSKI, N. Paradigmas da Energia Solar no Brasil e no Mundo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, vol. 20, n. 1, p. 241-247, jan.-abril. 2016.
- GARCIA, S. B.; MOEHLECKE, A.; ZANESCO, I. et al. Análise de Células Solares P⁺NN⁺ Em Silício Grau Solar Com Emissor Obtido Por BBr. In: **VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR** - Gramado, 17 a 20 de abril de 2018.
- GONZALES, E. G.; ROSA, P. R. S. Aprendizagem Significativa de Conceitos de Circuitos Elétricos Utilizando um Ambiente Virtual de Ensino Por Alunos da Educação de Jovens e Adultos. **Investigação em Ensino de Ciências**, vol. 19, n. 2, p. 477-504, 2014.
- MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**, vol. 7, n. 1, p. 126-143, out. 2014.
- MACHADO, K. D. **Teoria do Eletromagnetismo**. Volume 1. 2ª Edição. Editora UEPG, 2013.
- SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 3 de fevereiro de 2015.
- SONAI, G. G.; MELO, M. A.; NUNES, J. H. B.; MEGIATTO, J. D.; NOGUEIRA, A. N. Células Solares Sensibilizadas por cortantes naturais: Um Experimento Introdutório Sobre Energia Renovável Para Alunos de Graduação. **Química Nova**, v. 38, n. 10, p. 1357-1365. 2015.