



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE

CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Dissertação de Mestrado

**Produção de maquete fotovoltaica como alternativa de formação
continuada para professores de Educação Básica**

Por

João da Cruz

Natal

2023

Produção de maquete fotovoltaica como alternativa de formação continuada para professores de Educação Básica

João da Cruz

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

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cavalcante da Silva Filho

Coorientadora: Prof^a. Dra. Andrezza Maria B. do Nascimento Tavares

Produção de maquete fotovoltaica como alternativa de formação continuada para professores de Educação Básica

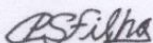
João da Cruz

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cavalcante da Silva Filho

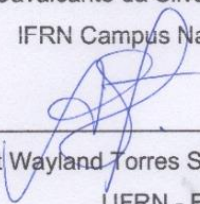
Coorientadora: Prof^a. Dra. Andrezza Maria B. do Nascimento Tavares

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

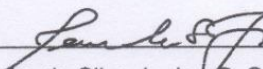
Aprovada por:



Prof. Paulo Cavalcante da Silva Filho, D. Sc, Presidente
IFRN Campus Natal Central



Prof. André Stuart Wayland Torres Silva, D. Sc, Examinador Externo
UFRN - EAJ



Prof. Jose Ferreira da Silva Junior, D. Sc, Examinador Interno
IFRN Campus Natal-Central

Cruz, João da.

C957p Produção de maquete fotovoltaica como alternativa de formação
continuada para professores de Educação Básica / João da Cruz. –
2023.

136 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

Orientador: Paulo Cavalcante da Silva Filho.

Catálogo na Publicação elaborada pela Bibliotecária Sandra Nery S. Bigois – CRB-15/439
Biblioteca Central Sebastião Fernandes (BCSF) – IFRN

Dedico esse trabalho aos meus pais,
irmãos e familiares, com muito amor
e admiração.

Agradecimentos

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.

Agradeço primeiramente a Deus, por eu ter conseguido concluir esse trabalho com êxito.

À minha família, em especial a minha mãe (Maria José), que sempre esteve apoiando-me em todos os momentos que passei no decorrer desse curso.

Em memória ao meu pai (Manoel José), que já partiu para a vida eterna.

A minha esposa (Verinalva), que sempre me deu apoio nos momentos mais difícil nessa trajetória.

Aos meus irmãos Tereza, Antônio e José, que sempre estiveram ao meu lado quando precisei.

Ao programa de Pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF.

Aos meus orientadores, Prof. Paulo e Profa. Andrezza, pela paciência, atenção e disponibilidade para me atender sempre que precisei.

Aos coordenadores do curso de mestrado, Prof. Tibério e Prof. Calistrato, pelo apoio quando precisei ao longo dessa caminhada.

A equipe de professores do curso de mestrado que estiveram conosco durante esse período.

Aos amigos de turma que fiz ao longo desse período no curso, pelos momentos de distração e conselhos para continuar nos momentos mais difíceis na minha carreira acadêmica.

Resumo

A pesquisa de Mestrado contempla um ciclo de formação continuada destinado para professores de Educação Básica, desenvolvida durante o período de pandemia, que consistiu na oficina “Energia Renovável Fotovoltaica Pedagógica”. O objetivo da pesquisa foi propor um ciclo de formação continuada para docentes a partir da produção de uma maquete fotovoltaica como alternativa para facilitar a aprendizagem sobre eletricidade básica, perspectivado na teorização construtivista de Piaget. A oficina se dividiu em três momentos: um momento síncrono através do *Google Meet* e dois assíncronos com o auxílio do *Google Forms*, desenvolvido no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) polo 10. Com a pesquisa, concluiu-se que o ciclo formativo por meio da oficina mencionada ampliou as aprendizagens sobre os temas específicos de Física e colaborou para o alargamento do repertório de Piaget para os professores. Ademais, concluiu que a oficina também contribuiu para promover o fascínio de estudantes pelo ensino das Ciências Naturais mediante atividades experimentais e demonstrativas realizadas.

Palavras-chave: ensino de física, energia renovável, energia fotovoltaica, maquete fotovoltaica, interdisciplinaridade.

Abstract

This Master's research contemplates a cycle of continuing education for Basic Education teachers, developed during the pandemic period, that consisted on the workshop "Renewable Photovoltaic Energy Pedagogical". The objective of the research was to propose a cycle of continuing education for teachers from the production of a photovoltaic model as an alternative to facilitate learning about basic electricity, based on Piaget's constructivist theorization. The workshop was divided into three stages: being a synchronous moment through Google Meet and two asynchronous with the help of Google Forms, developed within the scope of the National Professional Master in Physics Education (MNPEF) Center 10. The research concluded that the training cycle through the mentioned workshop expanded the learning on the specific topics of Physics and contributed to the expansion of Piaget's theorization for teachers. In addition, it concluded that the workshop also contributed to promote the fascination of students for the teaching of Natural Sciences through experimental and demonstrative activities carried out.

Keywords: physics teaching, renewable energy, photovoltaic energy, photovoltaic model, interdisciplinarity.

Lista de figuras

- Figura 2.1 – (a) Curva de energia potencial para o hidrogênio. (b) variação de e_0 (energia do orbital do átomo de hidrogênio sem junção) e a (termo de ligação) versus a distância entre os dois átomos de H. _____ 36
- Figura 2.2 – Mudança de níveis distintos dos átomos isolados em bandas de energia, em materiais constituído pela a proximidade de n átomos, surgindo n situação em cada banda. _____ 37
- Figura 2.3 – Gráfico esquemático de bandas de energia dos metais Na, Mg e Al. _ 38
- Figura 2.4 – Gráfico da banda de energia característico dos materiais isolantes. __ 38
- Figura 2.5 – Gráfico da bandas para um material semiconductor (a) à temperatura de 0 K e (b) a temperatura maior que 0 K. _____ 39
- Figura 2.6 – Modelo de ligação eletrônica para a condução elétrica no silício intrínseco: (a) antes da excitação; (b) e (c) após a excitação. _____ 40
- Figura 2.7 – Semicondução extrínseca do tipo N. (a) um átomo de fósforo, representando um átomo de silício. (b) excitação para forma de elétron livre. ____ 42
- Figura 2.8 – Gráfico representando os níveis de energia de um cristal de germânio (Ge) envolvendo os átomos de impurezas doadoras (as), com variação de energia de 0,013 ev entre os níveis de impurezas e a banda de condução. _____ 43
- Figura 2.9 – Semicondução extrínseca do tipo P. um átomo de Boro, representando um átomo de Silício. _____ 43
- Figura 2.10 – Gráfico representado os níveis de energia de um cristal de germânio (Ge) compreendendo os átomos de impurezas aceitados, com alteração de energia de 0,011 ev entre os níveis de impurezas aceitados e a banda de valência. ____ 44
- Figura 2.11 – Demonstração dos elétrons e dos buracos para uma junção pn antes da difusão. _____ 45
- Figura 2.12 – (a) alteração final de equilíbrio das aglomerações de lacunas e elétrons (Swart, 2008). (b) localização de diminuição construída entre cristais de silício do tipo p e do tipo N após a difusão. e a interpretação da corrente de difusão (I_d) e da corrente de deriva (I_s). _____ 46
- Figura 2.13 – Tipos de transição de dopantes em uma junção PN. _____ 46
- Figura 2.14 – Exemplificação dos elétrons e dos buracos para os acontecimentos (a) uma polarização direta e (b) uma polarização reversa. _____ 47

Figura 2.15 – Exemplificação de um retificador, quando submetido a uma corrente alternada.	48
Figura 2.16 – Temos alguns materiais onde existe silício.	50
Figura 2.17 – Junção semicondutora de Silício dopado P e N.	51
Figura 2.18 – Vista em corte de uma célula fotovoltaica.	52
Figura 2.19 – Modulo monocristalino que representa à primeira geração desta tecnologia.	53
Figura 2.20 – Modulo policristalino que corresponde à segunda geração desta tecnologia.	54
Figura 2.21 – Modulo amorfo (não cristalino) que representa à terceira geração desta tecnologia.	55
Figura 3.1 – Percurso metodológico adotado.	57
Figura 4.1 – Bateria elétrica selada.	63
Figura 4.2 – Paine solar fotovoltaico.	64
Figura 4.3 – Controlador de Carga.	65
Figura 4.4 – Inversor.	66
Figura 4.5 – Disjuntor.	67
Figura 4.6 – Lâmpada de LED.	68
Figura 4.7 – Receptáculo de Lâmpada.	69
Figura 4.8 – Plugue.	70
Figura 4.9 – Tomada.	71
Figura 4.10 – Interruptor Externo.	72
Figura 4.11 – Fios de Ligação para a Placa Fotovoltaica.	73
Figura 4.12 – Fios de Ligação.	74
Figura 4.13 – Grampos de Conexão.	75
Figura 4.14 – Fita Isolante.	76
Figura 4.15 – Paine de Madeira.	77
Figura 4.16 – Maquete Usina Fotovoltaica Pedagógica.	78
Figura 4.17 – Usina fotovoltaica pedagógica com a lâmpada de led acesa.	79
Figura 4.18 – Usina fotovoltaica pedagógica com o carregamento de um celular.	79

Lista de gráficos

Gráfico 5.1 – Resposta dos professores para o apêndice A questão 1.	84
Gráfico 5.2 – Resposta dos professores para o apêndice A questão 2.	85
Gráfico 5.3 – Resposta dos professores para o apêndice A questão 3.	85
Gráfico 5.4 – Resposta dos professores para o apêndice A questão 4.	86
Gráfico 5.5 – Resposta dos professores para o apêndice A questão 5.	87
Gráfico 5.6 – Resposta dos professores para o apêndice A questão 6.	88
Gráfico 5.7 – Resposta dos professores para o apêndice A questão 7.	89
Gráfico 5.8 – Resposta dos professores para o apêndice A questão 8.	89
Gráfico 5.9 – Resposta dos professores para o apêndice B questão 1.	90

Lista de quadros

Quadro 3.1: Plano de atividade referente à atividade prévia. _____	58
Quadro 3.2: Plano de atividade referente à atividade pós-oficina.. _____	60

Lista de tabela

Tabela 2.1 – Materiais e suas próprias largura da banda proibida e especificação como isolante ou semicondutor. _____ 39

Sumário

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	Breve descrição do trabalho	21
1.2	Objetivo Geral	21
1.3	Objetivos Específicos	22
1.4	Organização do Trabalho	22
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	23
2.1	REFERENCIAL TEÓRICO EDUCACIONAL	23
2.1.1	Formação de Professores e a Identificação de Necessidades Formativas	23
2.1.2	Teorias de Aprendizagens	27
2.2	REFERENCIAL TEÓRICO ESPECÍFICO	35
2.2.1	Condutores, isolantes e semicondutores	35
2.2.2	Energia Fotovoltaica	48
3	METODOLOGIA	56
3.1	Contexto da pesquisa	56
3.2	Sujeitos da pesquisa	56
3.3	Percurso metodológico	57
3.4	Fase exploratória	58
4	ELABORAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	61
4.1	Maquete Usina Fotovoltaica Pedagógica	62
4.2	Guia de aplicação da Usina Fotovoltaica Pedagógica	79
5	APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	81
5.1	Procedimentos	81
5.2	Questionários	83

5.3	Discussões dos resultados	83
6	Conclusões	91
	Referências	93
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO PRÉVIO	98
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PÓS-OFICINA	100
	APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL	102
	ANEXO 1 – USINAS FOTOVOLTAICA NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE (IFRN)	138

1 Introdução

1.1 Breve descrição do trabalho

A problematização sobre energia elétrica em sala de aula é uma mediação interdisciplinar ligada às áreas de conhecimentos: tecnologia, economia e social, entre outras. O estudo da Física se desenvolve com o propósito de explicar os fenômenos naturais. Se trata de uma Ciência que está diretamente relacionada ao cotidiano social (Referencial curricular do ensino médio potiguar, 2021).

A presente dissertação traz um produto educacional, desenvolvido no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que tem como propósito auxiliar os professores de Educação Básica em suas aulas, como alternativa de ampliar seu conhecimento sobre eletricidade básica, através da oficina “Energia Renovável Fotovoltaica Pedagógica”, perspectivado na teorização construtivista de Piaget.

A mencionada oficina consiste na produção de uma maquete fotovoltaica como alternativa para ampliar o conhecimento sobre eletricidade básica desenvolvida durante o período de pandemia, no qual o programa flexibilizou a sua implementação para docentes da educação básica. Ela se divide em três momentos: um momento síncrono com o apoio da plataforma *Meet* e dois assíncronos.

A experiência do ciclo de formação por meio da oficina visou contribuir com os professores de Educação Básica quanto à melhoria da prática pedagógica, estimulando a aprendizagem dos discentes por meio de atividades experimentais demonstrativas que garantissem a experiência próxima dos estudantes com o Ensino das Ciências.

1.2 Objetivo Geral

Propor um ciclo de formação continuada para docentes a partir da produção de uma maquete fotovoltaica como alternativa para facilitar a aprendizagem sobre eletricidade básica (energia renovável fotovoltaica), perspectivado na teorização construtivista de Piaget.

1.3 Objetivos Específicos

- Analisar a produção do conhecimento no campo do ensino de física sobre eletricidade básica (energia renovável fotovoltaica) e a teorização de Piaget;
- Elaborar e aplicar um ciclo de formação continuada sobre a construção de uma maquete fotovoltaica;
- Produzir com os professores uma maquete de usina de energia renovável fotovoltaica para facilitar o ensino de eletricidade básica;
- Avaliar o ponto de vista dos professores participantes do ciclo formativo sobre o grau de colaboração do experimento para a ampliação de suas aprendizagens sobre os conteúdos trabalhados.

1.4 Organização do Trabalho

O trabalho está organizado em 4 seções. A primeira, apresenta a introdução que se desenvolve por meio da descrição da pesquisa em que se apresenta: o objetivo Geral, os Objetivos Específicos e a Organização do Trabalho.

A segunda seção consiste na sistematização dos fundamentos teóricos onde se analisa a produção do conhecimento sobre o referencial teórico educacional, a formação de professores, a identificação de necessidades formativas e as teorias de aprendizagens.

Ainda, na segunda seção, realça o referencial teórico específico do ensino de física por meio do estado do conhecimento sobre: Condutores, isolantes, semicondutores e a energia fotovoltaica.

Na seção três, desenvolve-se a metodologia. E, na seção 4, apresenta-se o produto educacional que consiste em uma maquete de usina fotovoltaica pedagógica com um guia para a sua aplicação.

Na seção 5, apresenta-se os passos da aplicação do produto educacional destacando os procedimentos, questionários e discussões dos resultados.

Finalmente, a seção 6 que sistematiza as conclusões e as considerações finais da dissertação.

2 Fundamentos teóricos

O presente capítulo será dividido em duas partes: referencial teórico educacional e referencial teórico específico.

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO EDUCACIONAL

O objetivo do referencial teórico educacional presente neste trabalho é contribuir na formação de professores de Educação Básica, baseado em fundamentos teóricos (autores e suas teorias) que coloca em indagação o conhecimento como ferramenta importante para o desenvolvimento do professor.

2.1.1 Formação de Professores e a Identificação de Necessidades Formativas

No Brasil, o ponto de vista histórico da formação de professores ocorre vinculada a um problema superior que agrega potente habilidade à ausência de professores capacitados no espaço da Educação, como reitera (Machado, 2013) ao mencionar o caminho oposto que enfatizou tais particularidades dos elementos formativos.

Dando importância a argumentação da formação de professores que mostra a fragilização e a redução do processo formativo, determinados momentos requerem importância, ficando divididos em dois momentos denominados de: “movimentos iniciais” a partir da década de 40 com as políticas de formação preconizadas pelo primeiro curso de aperfeiçoamento de professores do Ensino Industrial no Rio de Janeiro até a década de 80 com o desaparecimento das instituições consagradas, formação docente para o ensino técnico; e “movimento recentes” a partir da criação da vigente Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB 9.394/96 em conjuntura da estrutura democrática promovida pela Constituição Federal de 1988, até as políticas da década 2000, de acordo com o apresentado a seguir:

A formação inicial tem um papel fundamental na formação de professores, uma vez que pode fornecer uma base sólida de conhecimentos para a atuação nos contextos de trabalho da educação, além de constituir uma certificação legal para o exercício da docência. No entanto, a formação não se esgota na formação inicial e, nesse sentido, assume cada vez maior relevância a formação continuada Giordan e Hobold, (2015).

É interessante destacar que tais intermédios visam o professor sem licenciatura para sala de aula com destaque histórico no Brasil desde de a política burguesa limitada de acordo com (Brandão, 2013) ao argumentar a formação intermediária apresentada pelo surgimento dos cursos superiores de tecnologia, decorrente da Lei 5.540/68, que ao implantar a reforma universitária, forma também cursos de curta duração, com capacidade intercalado de grau superior, em confrontação a graduação plena, surgindo assim, mais um tipo de formação superior e que neste momento compõe elemento do grupo específico de conhecimentos considerados para docência nos Institutos Federais.

Com relação ao ponto de vista desenvolvido sobre os saberes docentes, com fundamento na realidade durante o processo formativo, Tavares e Medeiros, (2016) reconhecendo as características dos programas de formação inicial resultantes dos programas, tais como:

[...] para pensarmos os processos de desenvolvimento profissional dos professores e de sua formação significa compreender os motivos e as necessidades como fontes motrizes desse processo, uma vez que a atividade surge de necessidades que impulsionam motivos orientados à formação, esta última como forma de satisfazer as necessidades Ramalho e Núñez, (2011).

As expectativas dos professores seguem além da formação inicial, visto que as necessidades laborais existentes nas unidades escolares e sala de aula não foram favorecidas nos segmentos definitivos que diplomou os docentes, existindo as necessidades dos processos formativos integrantes do quadro de professores.

Usando como referência os conhecimentos de (Romanowski, 2007; Ramalho e Núñez, 2011; Di Giorgi et al, 2011 e Passalacqua, 2017) certas particularidades essenciais nesse discurso, por discutir os elementos fundamentais perspectivados em várias concepções que discutem as exigências de formações continuadas para professores no decorrer de seu exercício em sala de aula.

Ainda, de acordo com (Romanowski, 2007) concede o merecimento a prática diagnóstica indispensável às necessidades formativas dos docentes com o propósito de um planejamento de formação continuada com sucesso, “ou melhor, um dos melhores programas de formação de professores compreendido para oferecer resultados as necessidades de desenvolvidas determinadas por eles”.

Segundo Ramalho e Núñez, (2011) ao apropriar-se a Teoria da Atividade de Aléxei Nikoláevich Leontiev como propósito epistêmico para compreender a formação docente e suas semelhanças relacionadas às necessidades formativas, expressam que

Para o professor, a formação continuada passa a ser uma atividade quando ele assume a sua formação de forma consciente, como projeto que corresponde a uma necessidade particular, mas que também tem caráter social. A formação deixa de ser a mera participação formal num curso e se transforma em uma atividade para a qual as ações de aprendizagem estão voltadas Ramalho e Núñez, (2011).

Nesse contexto, o desempenho responsável passa por profunda importância na formação durante a atividade em que o professor toma posse de conhecimento técnico por meio de interferências externas pedagogicamente organizadas Ramalho e Núñez, (2011).

Conforme a Teoria da Atividade de Leontiev e da expectativa histórico-cultural, Ramalho e Núñez, (2011) mostraram que não deve separar as concepções de atividade e consciência. Essa conquista de conhecimento que estabelece uma demanda se consiste

[...] num mecanismo psicológico de motivação, que resulta no motivo, na causa que impulsiona a ação do professor a satisfazer a necessidade de formação. Assim, uma condição interna para se ativar a atividade mental do professor é a existência de necessidades emotivas para a formação Ramalho e Núñez, (2011).

Desta forma, acredita-se que há uma exigência de formação baseada em objetivos concretos fundamentados em conhecimentos pedagógicos, não concedido ao longo da formação inicial havendo necessidade para o docente à medida que surgem as demandas encontradas concentrando as perspectivas de eliminar as necessidades como incentivos para o desempenho em volta de procedimento que colaborem para a formação continuada.

(Di Giorgi et al, 2011) ao verificar as necessidades de formação de professores, define que essas carências surgem da prática de formação podendo ter natureza geral, institucional ou pedagógica.

[...] geral, quando se referem às competências e aos requisitos necessários para o exercício da profissão; [...] institucional, quando dizem respeito às disciplinas a serem aprendidas pelos formandos, as

quais se encontram nos programas das instituições de formação; [...] pedagógico, quando se referem às situações com as quais os profissionais se deparam no exercício da profissão (Di Giorgi et al, 2011).

Nessa situação, a formação continuada, desde as necessidades colocadas pelas práticas em sala de aula que surgem como ponto de investigação desta atividade, visto que para Ramalho e Núñez, (2011) a formação continuada é um método de aperfeiçoamento responsável que possuem as necessidades formativas como bases estruturais por intermédios de condições escolares exercida pela profissão docente, ou melhor, “Representa uma atividade norteadas por objetivos e motivos, relacionada às novas exigências da atividade profissional”.

Na realidade de sala de aula que se despertar a importância para a necessidade de qualificações cada vez mais do que as oferecidas pelos cursos de formações iniciais de acordo com (Passalacqua, 2017) atribuindo com a condição social e histórico onde a profissão docente se constrói “em que a consolidação de um repertório profissional e de identidade vai se constituindo nesse campo de relações embrenhado de conflitos.

Alguns obstáculos surgem em diferentes formas, desde a vivência física em sala de aula até a criação das práticas docentes interpostas pelos representativos que orientam a formação de professores e a respectiva escola durante a construção de conhecimento exigindo novas aparências de práticas de acordo com suas demandas. Assim,

O professor, no contexto das exigências das reformas curriculares, pode sentir necessidade de melhorar sua prática profissional. Tal necessidade tem um motivo relacionado à formação: aprender e se apropriar de novas ferramentas da cultura profissional, que configuram a base de conhecimento da profissão docente. Esse processo confere um fim consciente para a formação, que passa a ter significação na medida em que o professor relaciona aquilo que o incita a agir (motivos) com aquilo para o qual a sua ação se orienta, ou seja, a finalidade da ação Ramalho e Núñez, (2011).

Dessa forma, compreende que há necessidades de formação contínua podendo ser entendido como parte fundamental no decorrer ocupacional do docente, visto que são várias características encontradas em sala de aula que dificultam as atividades do professor.

Conforme a situação especificada, assume uma postura de conhecimento para os processos justificar as necessidades formativas e todo funcionamento, intencionado ou não, que proporcione maturidade do professor sobre as insuficiências formativas decorrentes para início de formação deste, destacando-se por meio de várias salas de aula e ambiente escolar fazendo com o professor em atividade perceber como é fundamental a formação continuada, não dependendo dos anos de trabalhos exercidos por ele.

2.1.2 Teorias de Aprendizagens

Em seguida, conduzimos uma conversa sobre as teorias de aprendizagens: i. a Teoria da Atividade; ii. Teoria da Aprendizagem Significativa; iii. Aprendizado autônomo (autonomous learning); iv. A Teoria da Relação com o Saber e v. Teoria de Piaget que são teorias importantes para o nosso aprendizado, como podemos descrever.

i. Teoria da Atividade

Previamente elaborada por Leontiev desfrutou interesse em verificar a tarefa própria do indivíduo; Em seguida, surgiu produzida com ênfase no desenvolvimento coletivo e amplo; e seguidamente por Engeström, com as comunicações dos métodos participativos dos desenvolvimentos.

A teoria da atividade tem contribuição importante para o desenvolvimento interdisciplinar em atividades culturais e cognitivas. Seu comportamento é amplo e inovador para o pensamento, produzindo medidas investigativas para atender diversos problemas teóricos e metodológicos que provocam as ciências atuantes. (Engeström,1999). Na realidade dessa ideia tem como princípio a tarefa humana, que precisa conservar sua natureza, complexidade, determinação competente e transformadora. Desse modo, toda atribuição será verificada em suas afinidades sistêmicas e históricas como um acontecimento culturalmente intermediário entre indivíduos e sociedade: “O conceito de mediação e de relação triangular é observado como uma particularidade produzida por atividade humana.” (Engeström, 2016).

ii. Teoria da Aprendizagem Significativa

Encontram-se diversas teorias sobre a aprendizagem, conjunta que consegue interesse por suas proporções teóricas de conhecimentos. Sendo a teoria da aprendizagem significativa vista com sensação e definição para o discente, transforma-se importante no processo de instrução e prática.

Com relação a (Ausubel, 2000) o pensamento é significativo por determinação percebendo que o autor chama o conceito específico do sujeito de “ideia-âncora” ou teoria construída denominada pelo autor de “subsunção”, que consente oferecer uma definição a um novo pensamento, que lhe é concedido ou por ele exposto. Ou melhor, os novos conhecimentos precisam da vivência de entendimento antecipados importantes e que compartilhem entre si, transferindo assim um conhecimento, compreensível ou conservador do entendimento de forma considerável.

Segundo o autor, a aprendizagem de recebimento significativa compreende basicamente a obtenção de novos sentidos dos instrumentos de aprendizagem assimilados. Exigindo um grupo de conhecimento significativo e a exibição de material consequentemente considerável para o aluno. (Ausubel, 2000).

A aprendizagem significativa, por determinação, abrange a conquista de novos conhecimentos. Novos significados, por outra perspectiva, são as concepções conclusivas da aprendizagem significativa. Ou seja, o princípio de novos conceitos no discente reproduzindo o procedimento anterior e a consequência de um método de aprendizagem significativo.

O autor esclareceu que refletir a ideia de aprendizagem significativa, no ensinamento é uma particularidade do processo em que o conceito é uma consequência ou efeito da aprendizagem, ao invés de uma atribuição do argumento do que deve ser estudado. É este procedimento, e não a importância do assunto, ou seja, o que é assimilado define a aprendizagem significativa.

O escritor posicionou que normalmente acredita que a provocação do desenvolvimento em espaços escolares não tem sentido de retratar uma força individual ou consistente. Há pelo menos três partes distintas. Uma dessas que descobrimos recentemente é o impulso cognitivo – que requer conhecimentos e solução de obstáculos do tipo universitário com finalidades em si próprias. Essa força, sem dúvida, está no apoio da exigência do desenvolvimento discente na dimensão

em que tal sucesso a conquista do conhecimento que ele busca conseguir. É completamente ensinado para a função, na percepção de que a causa para se envolver na situação em indagação (ou seja, conseguir um definido fragmento de aprendizagem) é característico à atividade particular; é espontaneamente a exigência de aprender. Em consequência, a conquista (o alcance concreto deste aprendizado) do mesmo modo é pertinente integralmente à atividade em si, visto que é competente para atender completamente o motivo subjacente (AUSUBEL, 2000).

Segundo (Ausubel, 2000) no ser humano, o impulso cognitivo (a vontade de aprender como um resultado em si mesmo) é mais satisfatório no aprendizado significativo do que na aprendizagem prática ou técnica.

É, pelo menos decorrente, do modo de incentivação mais interessante no aprendizado em sala de aula. Isso acontece pelo motivo de sua capacidade própria e por causa do aprendizado significativo, ao invés desses outros modos de estudo humano, produz espontaneamente sua particular gratificação. Ou melhor, como semelhante a todos os estímulos próprios, a gratificação que alegra o incentivo é própria ao desempenho da atividade.

Além disso, o incentivo pode favorecer o conhecimento de outros modos de estimular a conduta e fortalecer diversos bem-ocorridos por intermédio da conquista do impulso. Portanto, desempenha um resultado precisamente cognitivo, distinguindo ou destacando o que se pretende aprender atribuindo resposta correta e positiva. Isso é claro de tal forma no aprendizado por descoberta significativa como na aprendizagem por recepção significativa, em que a opção por questões corretas é correspondida e a opção por questões falsas não.

Embora a herança possível do impulso cognitivo para a ensinamento em ambiente escolar, é fato que em nossa cultura prática, competitiva e voltada para a execução de tais importâncias superficiais de forma que o acréscimo do eu, o controle do desejo e promoção na profissão, transforma-se, com a progressão do conhecimento, gradativamente mais significativas fontes de valores para o aprendizado escolar. Iniciando com os primeiros quatro anos de vida na escola, as organizações do entendimento e conduta conseguem identificar a persistência suficiente constantes. Eles são possivelmente pronunciados de modo semelhante

durante a juventude e no começo da vida adulta. As próprias gratificações instrumentais visam se transformar menos propositalmente em si mesmos do que sinais de condições acadêmicas, produzindo competição competitiva. Seus resultados são referenciados pelas exigências próprias do aluno (Ausubel, 2000).

Sendo assim, o autor proclama que, para assimilar de maneira significativa, o recente assunto precisa associar-se com o entendimento antecipado do aluno.

Segundo Moreira a aprendizagem significativa é vista em mente alusiva de modo fundamental e facultativa com aquilo que o aluno já conhece, não considerando o sentido literal da escrita, é prescindível expressa que a ideia não é com cada pensamento anterior, mas sim com algum conhecimento especificamente importante já mencionado na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira, 2011).

(Moreira, 2011) ao explicar o conceito teórico empregado por Ausubel, propôs que “é melhor considerar o subsunçor como um conhecimento prévio especificamente importante para uma nova aprendizagem e não necessariamente um conceito”. Em outros discursos, “através de constantes comunicações, um dado subsunçor vai, de forma progressiva, conseguindo novos conhecimentos, levando ao permanente progressivo mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e capaz de servir de ancoradouro para as novas aprendizagens significativas” (Moreira, 2011).

(Moreira, 2011) sinaliza que o conhecimento prévio é, na perspectiva de Ausubel, a variada separação significativa para o aprendizado significativo de novos conhecimentos. De outra maneira pertinente sobre a aprendizagem significativa é relativo à linguagem. Nessa situação, “a linguagem é fundamental na compreensão da aprendizagem significativa” (Moreira, 2011). De acordo com (Novak, 1984) conceituou sobre a relevância dos mapas mentais ou mapas conceituais, como ferramentas bastante importantes incorporadas à aprendizagem significativa.

Afirmamos sobre o conhecimento dos autores mencionados, que na aprendizagem significativa acontece uma ideia entre o novo conhecimento e o já mencionado, em que os dois se transformam. Assimilar consideravelmente resulta em conceder significados, e estes possuem geralmente elementos próprios.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel nos oferece um conhecimento para refletirmos o produto em nossa dissertação: a aprendizagem dos conhecimentos de energia renováveis fotovoltaicas como melhoria para o

conhecimento e a inclusão dos jovens alunos no panorama atual. Consentimos que para acontecer um conhecimento precisa ser relacionada com base em conhecimento prévio dos alunos, dos quais já se compreende que, com a implantação da maquete usina fotovoltaica pedagógica em contato com os discentes, presente em sala de aula inserindo os estudantes no ambientes favoráveis à aprendizagem sobre o tema abordado, competindo aos professores, além do que se podem ensinar em sala de aula contribuindo juntos aos estudantes percebendo os conceitos de energias renováveis como estratégia para a sua inclusão em aulas de ciências exatas, tornando o aprendizados mais significativo e, ainda, contribuir no desenvolvimento dos alunos a se tornarem, de modo adicional e ativo do conhecimento independente.

iii. Teoria do Aprendizado Autônomo (Autonomous Learning)

O aprendizado autônomo relaciona-se a uma categoria no qual os discentes são conscientes da sua aprendizagem. Eles se destacam no seu próprio aprendizado e encontram-se fortemente comprometidos, conquistando definições próprias de combinação com suas obrigações ou prioridades com ênfase nos propósitos que pretende conseguir.

Segundo (Benson, 2003) os estudantes autônomos são aqueles preparados para desenvolver função atuante em sua respectiva aprendizagem. O próprio esclarece que a autonomia possivelmente seja mais bem caracterizada com agilidade que deve ser avançada com o propósito dos discentes desenvolverem e estejam comprometidos no comando do conhecimento. Ou melhor, competências que consentem que os alunos preparem suas respectivas tarefas de aprendizagem, fiscalizem seu crescimento e examinem seus rendimentos (Benson, 2003).

Para (Holec, 1981) do mesmo modo determina que a autoridade do aluno é a competência de desempenhar o comando de sua respectiva aprendizagem.

Da mesma forma (Harmer, 2001) aconselhou a prática do estudante, conquistando definição em ambiente escolar e aprendizagem distante dela. Para (Harmer, 2001) ainda que um docente seja um professor competente e preparado, os acadêmicos em nenhum momento assimilaram um conhecimento, ao menos que conquistem em instrumentos de aprendizagem dentro ou fora da sala de aula. Para

conseguir resultado os problemas dos períodos de classe são contraditórios à vulnerabilidade, os alunos precisam desempenhar seus próprios planos de desenvolvimentos para conseguir seus objetivos futuros, tornando os acadêmicos autônomos. Portanto, contrária espontaneamente, a maior parte dos alunos necessita de motivação e treinamento para se tornarem esses estudantes.

Nesta parte observamos importância no conceito “mobilização”, teorizado por (Charlot, 2000). Segundo ele, o incentivo característico não é suficiente, sendo preciso uma motivação própria para que o discente escolha aprender individualmente. O aprendizado autônomo não avança em relação ao interesse do personagem estudante para seu conhecimento, posicionado na (BNCC, 2019). Desse modo, conseguimos acreditar que, nesse entendimento, o docente intermediário comandará, mostrando os passos e meios a serem protagonizados pelos discentes no conhecimento autônomo distante do ambiente escolar.

iv. Teoria da Relação com o Saber

A teoria da relação com o saber foi conduzida por (Charlot, 1996, 2000, 2013). O mesmo prosperou conhecimentos relacionado à relação com o saber, familiarizando com o saber, associado com a escola e a temática associadas à regionalização das políticas educativas.

O autor, Charlot, preserva que a relação com o saber é associada com o universo e a si própria, de um indivíduo que possui uma confrontação com a obrigatoriedade de estudar. A Relação com o saber é um grupo sistematizado das vinculações que um indivíduo preserva com todas as pessoas que existir associado com o “aprender” (Charlot, 2000). Na relação com o saber existe uma coleção de sentidos e ambientes de estudo do personagem em um intervalo de tempo.

O assunto relacionado com o saber deve ser posicionado assim que for constatado um adequado sujeito, adolescentes ou de maior idade, com vontade de adquirir conhecimento, ao mesmo tempo que outros não tem interesse em aprender. Alguns aparenta estar preparado em assimilar coisas novas, fascinados por esta ou por aquela forma de saber, ao menos, manifesta um certo tempo para aprender. Enquanto outros apresentam pouco interesse em adquirir conhecimentos, ou assimilar isso ou aquilo, e, às vezes, recusam-se explicitamente a fazê-lo (Charlot, 2001).

É importante focarmos neste momento a “vontade de aprender”, “o entusiasmo para assimilar coisa nova” e “liberdade para estudar” com principal importância na concepção da relação com o saber, destacada por Charlot.

O escritor destaca que o indivíduo possui ideias do saber e, por isso, o mesmo é seu próprio conhecedor do saber. Prevalecendo-se da concepção da psicologia e da sociologia para destacar que não há frustração escolar e, sim, discentes em condições de fracasso, o que significa para os alunos que não conseguem assimilar o que os professores e bases currículos recomendam.

Um ponto importante nessa dissertação que se destaca é o argumento proposto em relação ao ensino por meio de experimento demonstrativo, com o uso de uma maquete usina fotovoltaica pedagógica auxiliando os professores de educação básica no desenvolvimento de suas atividades práticas experimentais, tornando o ambiente escolar mais agradável para o ensino-aprendizagem.

Entre os assuntos fundamentais destaca a necessidade do uso de experimentos em sala de aula pelos docentes como ferramentas de ensino-aprendizagem, cuja aplicação é comandada pelo próprio profissional realizador da demonstração, solucionando o problema em estudo. Desta forma, introduziu-se a necessidade do uso de experimento, assim, ganhando confiança profissional mais adequada à sua prática.

Desse modo, outro grande problema encontrado pelos professores – destacados em diversos estudos e também neste – é a necessidade de materiais e qualificação didáticas, portanto, as inovações tecnológicas mencionadas nessa dissertação, são importantes para auxiliar o ensino de ciências exatas. Dessa maneira, o experimento contribui de forma diferenciada para o desenvolvimento dos professores colaborando na preparação das aulas, além dos livros didáticos.

Dessa forma salienta para a influência da atividade experimental demonstrativa como alternativas de transformação dessa situação frente a necessidade de solução de alguns problemas, pois segundo (Charlot, 2013, 2001, 1996) os docentes preparados são fundamentais para a contribuição dessa perspectiva de desistência.

A provocação colocada por (Charlot, 2013) está diretamente desvendada a compreender o lamento: revelando o conhecimento dominante do qual os discentes mais pobres são obrigatoriamente suspeitos de estudarem os assuntos curriculares em maior parte dado por essa colocação.

Estas temáticas nos auxiliam na argumentação de outras perspectivas teóricas da nossa dissertação, como alternativas de estímulo ao professor e do respectivo aluno conforme apresentado na usina fotovoltaica pedagógica o conhecimento do exposto. Além disso, nos colaboram com a concepção do pensamento importante das TIDCs para que a metodologia de ensino e aprendizagem relacionada a contestação investigada nos conhecimentos adquiridos nesta dissertação.

Por isso, nosso aprendizado procura mostrar a relevância do conhecimento adquirido por meio de experimento através da Usina Fotovoltaica Pedagógica para o aluno de educação básica da rede pública de ensino para o crescimento responsável e pretendido para sua profissão, da mesma forma buscar alcançar seus objetivos como os professores. Nesse entendimento, torna-se fundamental adquirir o conhecimento de eletricidade básica.

v. Teoria de Piaget

Jean Piaget (1896-1980) foi psicólogo, biólogo e filósofo suíço, nasceu na cidade suíça de Neuchâtel, no dia 9 de agosto de 1896, onde passou sua infância ao lado de seus pais, Artur Piaget e Rebecca Suzane. Muito interessado, aos 10 anos publicou seu primeiro artigo. Sua teoria e pensamentos colaboraram para a compreensão do crescimento da própria criança e da aprendizagem dos adolescentes.

Várias contribuições favoreceram a teoria do conhecimento de Piaget para o ensino em diferentes áreas de aprendizagem no passar do tempo até a atualidade. As expectativas interligadas às críticas e aos progressos que dispõem frequentemente, expressaram o movimento Construtivista que representa uma habilidade interpretativa capaz de verificar os processos didático-pedagógicos, através de superações de pensamentos próprios do senso comum. Desta forma, por intermédio de convivência em atividades docentes do cotidiano e levantando possibilidade que não seja diferente

a percepção do incentivo teórico de Piaget, como referencial teórico capaz de atender situações que abrangem principalmente crianças e o início da adolescência.

Na teoria de Piaget, a concepção de que aprendizagem é produzida pelo discente favorece o convívio no processo do conhecimento para a construção de forma mais fundamentada em seus saberes na interação com o ensino, promovendo atividades desafiantes que estimulem a aprendizagem consecutivas, assim, proporcionando descobertas e a construção dos conhecimentos.

Para adquirir conhecimentos, as perspectivas infantis estabelecem às concepções provenientes do meio, de modo que o conhecimento não seja conhecido, mais apenas descoberto espontaneamente pela criança (ou aluno), nem transferido de forma mecânica pelo meio exterior ou pelos adultos, mas sim, como consequência de uma interação, no qual ele é geralmente um elemento ativo. Assim, ele busca efetivamente compreender o mundo ao seu redor e procura as interrogações que o mundo promove, através de suas inteligências sobre os objetos que transformam seus próprios conjuntos de pensamentos de maneira que estabeleça seu universo.

2.2 REFERENCIAL TEÓRICO ESPECÍFICO

Esta parte tem como principal objetivo contribuir na formação de professores de Educação Básica, baseada em fundamentos teóricos específicos na área de eletricidade básica, que traz o conhecimento específico como ferramenta importante para o desenvolvimento do professor.

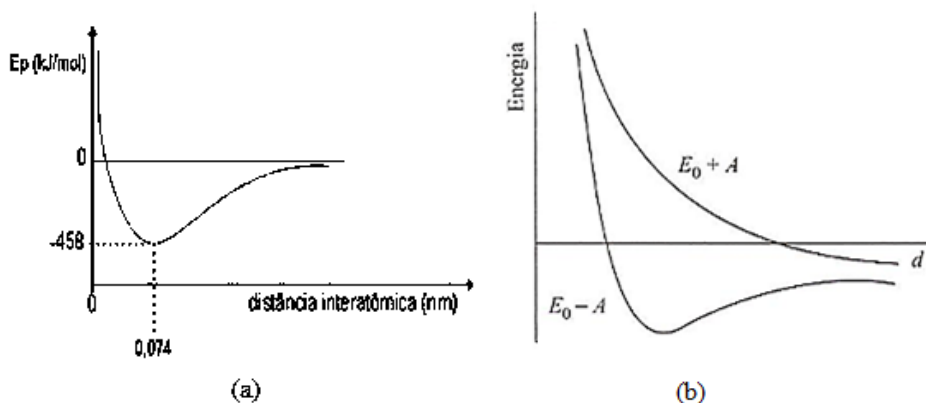
2.2.1 Condutores, isolantes e semicondutores

Várias teorias apresentaram explicações de como acontece a condução de corrente elétrica em materiais rígidos, sendo uma das teorias proposta por Arnold Sommerfeld em Bassalo, (1993), chamada de *Teoria do Elétron Livre*, conforme o mesmo os elétrons estão completamente livres no interior do metal (Swart, 2008). Portanto, essa teoria adequa-se para compreender o motivo da excelente condutividade dos metais, porém não esclarecem os acontecimentos analisados nos materiais isolantes e semicondutores, bem como, não é aceita em uma ampla porção de possibilidades experimentais. Para completar tais problemáticas, o físico suíço-

norte-americano Felix Bloch, em 1928 publicou um artigo precursor e fundamentado em uma nova teoria, denominada de *Teoria de Bandas* (Bassalo, 1994).

De acordo com a literatura (Swart, 2008; Eisberg e Resnick, 1979; Halliday, 2010), em que se contempla dois átomos (como o de Hidrogênio, por exemplo) separados, os dois tipos diferentes de autovetores que dispõem da mesma energia, ver Figura 2.1 (a). De modo que, os átomos são aproximados e suas utilidades de ondas iniciam a se sobrepor, de imediato não se comenta mais em átomos isolados sabendo-se que considerando o sistema formado por dois átomos, transforma na duplicação do nível de energia em dois níveis de energia distintas, que podem ser representadas por $(E_0 - A)$ e $(E_0 + A)$, como mostrado na Figura 2.1 (b).

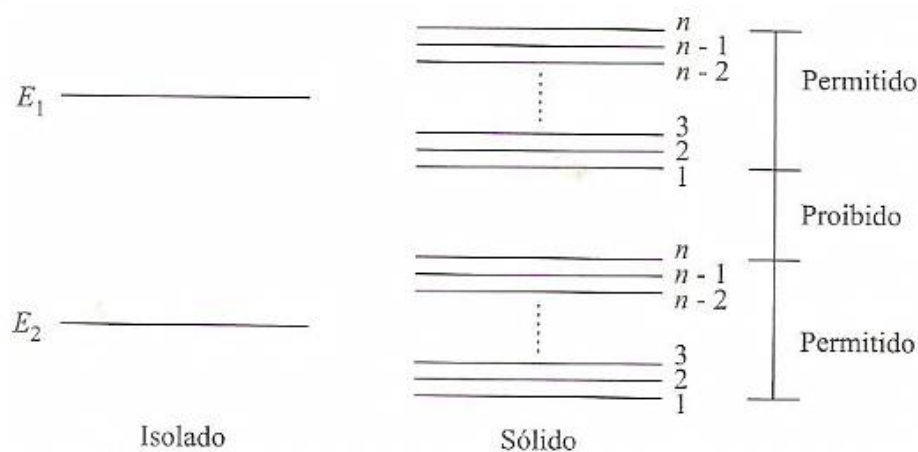
Figura 2.1 – (a) Curva de energia potencial para o hidrogênio. (b) Variação de E_0 (energia do orbital do átomo de hidrogênio sem junção) e A (termo de ligação) versus a distância d , entre os dois átomos de H.



FONTE: SWART, (2008).

Portanto, essa eficiência idêntica acontece quando aproximam n átomos de algum elemento químico, ou melhor, cada nível desses átomos surgem um nível do agrupamento n vezes adulterado (própria energia), constituindo um ajuste periódico. Com a proximidade dos átomos, cada nível de energia se multiplica formando n níveis, ou seja, se a malha cristalina mostra n átomos cada nível do átomo isolado se estende em n níveis, como apresentado na Figura 2.2.

Figura 2.2 – Mudança de níveis distintos dos átomos isolados em bandas de energia, em matérias constituído pela proximidade de vários átomos, surgindo n situação em cada banda.

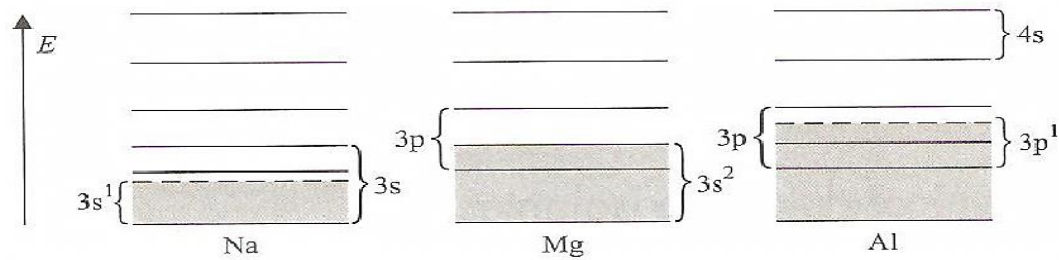


FONTE: SWART, (2008).

Cada banda constituída mostra uma quantidade grande de estados possíveis, no entanto, uma banda deve ficar distante uma da outra por uma faixa de *energia proibida*, como é mostrado na figura 2.2 acima. A largura desta banda proibida varia bastante para cada elemento químico (Swart, 2008). Bem como, essa desigualdade não precisa consideravelmente do número de átomos do agrupamento, se for preservada a mesma separação entre os átomos. Geralmente, as bandas de baixa energia são mais aproximadas do que as de alta energia, por causa da aproximação do núcleo atômico (Halliday, 2010).

A colocação dessas autofunções será capaz de especificar se um material é *isolante* ou não. De acordo com Eisberg e Resnick, (1979) se uma banda for completamente completada na condição de sobrepor a uma banda integralmente vazia, conforme as ponderações de valência, acontecerá, portanto, duas bandas parcialmente completadas (em conformidade com os elementos sódio e alumínio na figura 2.3), e esse material será classificado como um *material condutor*. Bem como, se mostrar sua última banda totalmente completa, tais como uma coincidência de uma banda subsequente (em conformidade com o magnésio), também conforme apresentado na Figura 2.3.

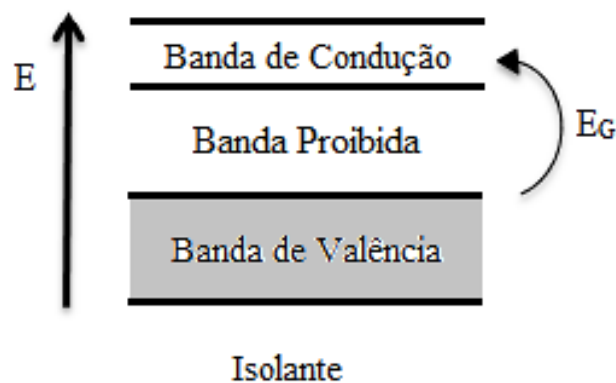
Figura 2.3 – Gráfico esquemático de bandas de energia dos metais Na, Mg e Al.



Fonte: Swart, (2008).

Caso um material apresente sua última banda de energia totalmente completada, não levando em conta a banda de energia subsequente, e uma banda proibida de valor aceitável entre a banda de valência (local compreendendo as orbitais completadas) e a banda de condução (local das orbitais moleculares vazias ou incompletas), classificada como *material isolante* como na Figura 2.4.

Figura 2.4 - Gráfico da banda de energia característico dos materiais isolantes.



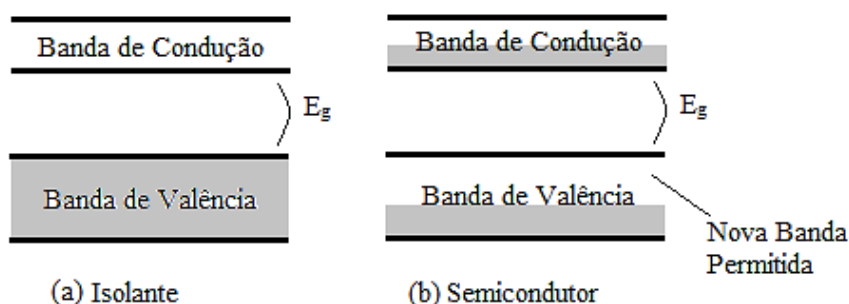
FONTE: SWART, (2008).

A maior parte dos materiais covalentes tais como o diamante, ou cristais iônicos como o cloreto de sódio, apresentam um número par de elétrons de valência por célula única.

Com temperatura superior a zero absoluto (0 K), é provável que uns elétrons consigam receber energia térmica da rede considerável para pular sobre o intervalo de energia da banda proibida até a banda de condução, surgindo um “buraco” na banda inferior e voltando a disposição uma nova banda concedida. Assim, é chamada de uma situação no qual tanto os elétrons da camada de valência como o da camada de condução são capazes de conduzir corrente elétrica. Porém, esse acontecimento não acontece em materiais isolantes que tenham uma banda proibida de valor muito

elevado, se esta for inferior ou até da ordem de 3 eV, o material será considerado como *semicondutor*. À temperatura de 0 K, o material semicondutor irá se comportar como material isolante, ver Figura 2.5.

Figura 2.5 – Gráfico das bandas para um material semicondutor (a) à temperatura de 0 K e (b) a temperatura maior que 0 K.



Fonte: Swart, (2008).

Na Tabela 2.1 abaixo, são apresentados alguns exemplos dos materiais com sua própria largura da banda proibida e sua especificação com relação a sua condutividade elétrica.

Tabela 2.1 – Materiais e suas próprias largura da banda proibida e especificação como isolante ou semicondutor.

MATERIAL	E_g (eV) à 300 K	Classificação
Germânio (Ge)	0,66	Semicondutor
Silício (Si)	1,12	Semicondutor
Arseneto de gálio (GaAs)	1,42	Semicondutor
Carbono (Diamante)	5,47	Isolante
Óxido de Silício (SiO_2)	9,0	Isolante
Nitreto de Silício (Si_3N_4)	5,0	Isolante

Fonte: Swart, (2008).

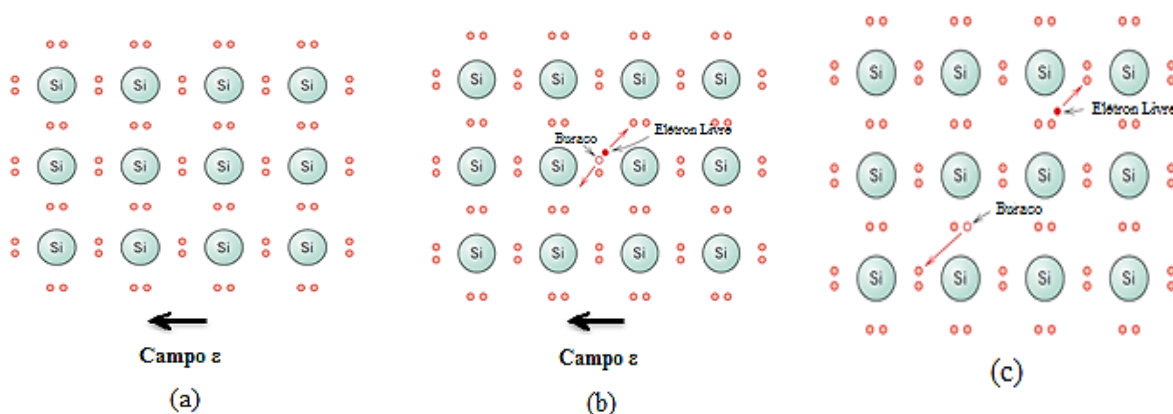
Agora, com a nova definição de condutores, isolantes e semicondutores fica interessante ter uma visão mais ampla sobre os materiais semicondutores de nosso interesse em placas de energia fotovoltaica.

i. Lacunas ou Vacâncias e Dopagem

À medida que a energia externa promove um elétron de valência para um nível mais elevado, o elétron que se desloca deixa um vazio na órbita mais externa, chamado de *lacuna* ou *buraco*. Na verdade, a lacuna não existe como partícula isolada, mas sim como resultado do movimento dos elétrons em um potencial periódico (Swart, 2008).

De acordo com (Enderlein, 1992), sendo utilizado uma diferença de potencial em um material semiconductor, os elétrons da banda de valência serão removidos com deslocamento ao polo positivo, no entanto, isso só será capaz se acontecer em um lugar vago à disposição. Sendo este acontecimento conforme observado na Figura 2.6, onde a existência de um campo elétrico faz o elétron se movimentar, preenchendo em seu local um buraco, por esse motivo se movimenta em sentido contrário.

Figura 2.6 – Modelo de ligação eletrônica para a condução elétrica no silício intrínseco: (a) antes da excitação; (b) e (c) após a excitação.



Fonte: Callister, (2002).

Dessa forma, o elétron livre consegue se deslocar para o polo positivo e o buraco em direção contrária, em orientação ao polo negativo, de maneira que existisse uma partícula com carga positiva.

Portanto, consegue-se comprovar que a condução através dos elétrons de uma banda de valência aproximadamente cheia de um cristal, e correspondente à condução através das partículas falsas, que se comportam como partículas de carga de sinais positivos. Desse modo, o semiconductor desfrutará de uma corrente elétrica

aplicada no campo elétrico, aplicada pela soma da condução dos elétrons na banda de condução e das lacunas na banda de valência (Swart, 2008).

Uma maneira de aumentar a condutividade dos semicondutores é pela adição de “impurezas” no próprio, substituindo alguns átomos do semicondutor por átomos de outro elemento químico, que contenham aproximadamente o mesmo tamanho, mas com valência diferente. Essa metodologia de substituição é chamada de *dopagem* Eisberg e Resnick, (1979). Uma amostra de como esse acontecimento sucede quando substitui um átomo de silício (valência 4) por um átomo de fósforo (valência 5), o quinto elétron do fósforo é excluído das ligações químicas, permanecendo à disposição na banda de condução do silício (Enderlein, 1992).

ii. Semicondução Intrínseca

De acordo com (Callister, 2002) os dois semicondutores mais comuns são o silício (Si) e o germânio (Ge), em que a baixa temperatura destes elementos, expressam a banda de valência completamente preenchida, dispondo de quatro elétrons de valência constituindo ligações covalentes. Entretanto, a condutividade do semicondutor aumenta aceleradamente com a temperatura, por causa da agitação eletrônica da banda de condução provocando um buraco na camada de valência, que atua como portador de carga positiva, colaborando para a condutividade dessa classe de materiais Eisberg e Resnick, (1979), de modo que a condutividade precise de temperatura, são chamados de semicondutores intrínsecos.

Além desses elementos, existe um grande grupo de materiais semicondutores compostos que possuem comportamento intrínseco, constituídos pelos elementos dos Grupos 13 e 15 e dos Grupos 12 e 16 da tabela periódica, como exemplos: arsenato de gálio (GaAs), antimoneto de índio (InSb), sulfeto de cádmio (CdS) e o telureto de zinco (ZnTe).

iii. Semicondução Extrínseca

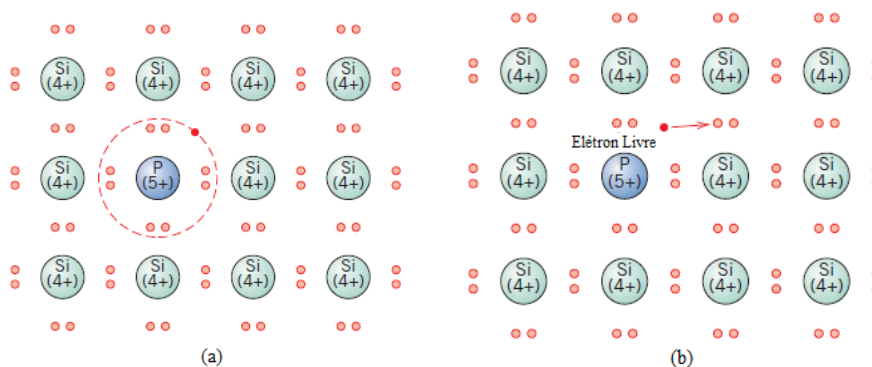
De outra forma é possível aumentar a condutividade de um material a baixas temperaturas (como a temperatura ambiente), usando o processo de dopagem no material, ou melhor, substituindo alguns átomos do semicondutor por átomos de outro

elemento. Assim, as duas formas são: semicondução extrínseca do tipo n e semicondução extrínseca do tipo p .

iv. Semicondução Extrínseca do Tipo n

No momento em que pretende aumentar o número de elétrons livres na banda de valência de um material semicondutor, conforme o silício, é necessário adicionar átomos pentavalentes, em conformidade com os elementos do grupo 15 da tabela periódica (P, As e Sb). Tornando-se o átomo de silício um elemento tetravalente, suficiente para formar quatro interligações covalentes com átomos próximos. Portanto, a impureza incorporada conseguirá produzir o mesmo número de interações, transformando em um elétron fracamente ligado à impureza, em conformidade com a Figura 2.7. De modo que, naturalmente os elétrons são excluídos do dopante, convertendo-se em um elétron livre para a banda de condução (Callister, 2002; Malvino, 1987).

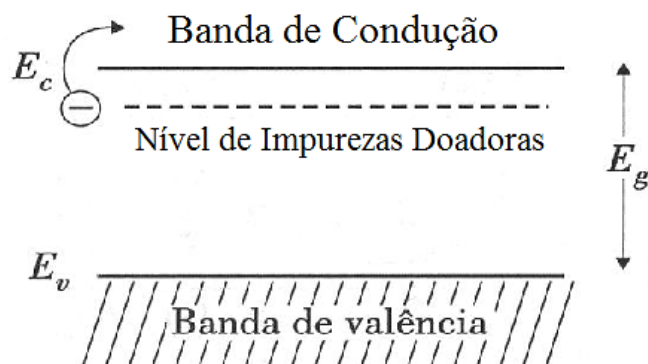
Figura 2.7 – Semicondução extrínseca do tipo n . (a) Um átomo de fósforo, representando um átomo de silício. (b) Excitação para forma de elétron livre.



Fonte: Callister, (2002).

Verificando-se na Figura 2.7 que os elétrons livres, oferecido pelos elementos doadores, não permite nenhum buraco equivalente na camada de valência de um material chamado de semicondutor extrínseco do tipo n (Callister, 2002). No caso dos materiais, os elétrons livres em excesso ocuparão alguns níveis discretos de energia, localizado abaixo da banda de condução, sendo facilmente excitados termicamente para a banda de condução (Eisberg e Resnick, (1979), conforme a figura 2.8.

Figura 2.8 – Gráfico representando os níveis de energia de um cristal de germânio (Ge) envolvendo os átomos de impurezas doadoras (As), com variação de energia de 0,013 eV entre os níveis de impurezas e a banda de condução.

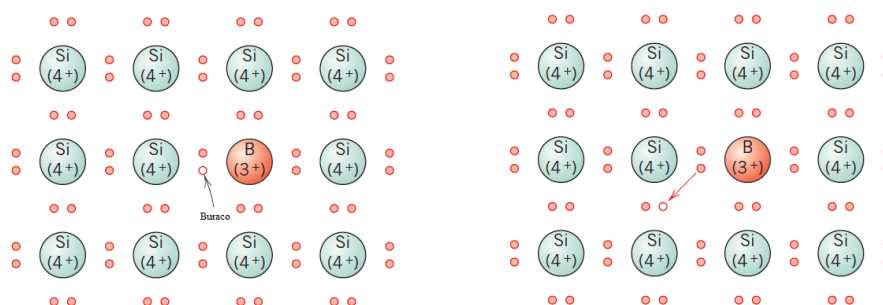


Fonte: Adaptado de Rezende, (2004).

v. Semicondução extrínseca do tipo *p*

Equivalente ao processo de dopagem explicado no parágrafo anterior, em que é permitido acrescentar elétrons livres na camada de valência e, assim, como num buraco possível de ser acrescentado. Para tal situação, é necessário dopar o material semicondutor com um elemento trivalente, da mesma forma que os elementos da família 13 da tabela periódica (Al, B, Ga). Neste caso, estará faltando um elétron por átomo na composição das ligações covalentes, constituindo um “buraco” fracamente ligado ao átomo de impurezas, como comprovado na Figura 2.9 (Callister, 2002; Malvino, 1987).

Figura 2.9 – Semicondução extrínseca do tipo *P*. um átomo de Boro, representando um átomo de Silício.

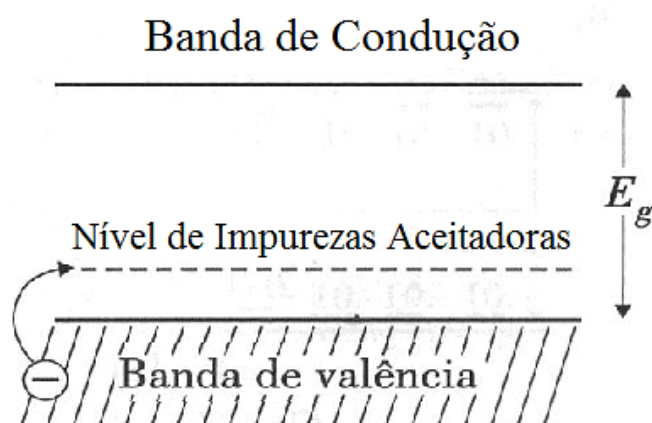


Fonte: Callister, (2002).

Observando-se na Figura 2.9, em que o “buraco” é provável ser facultado do dopante pela impureza de um elétron da ligação adjacente, ou melhor, o elétron e o buraco substituem de posições.

Os “buracos” constituídos pelas impurezas admitidas estarão sobre o topo da banda de valência, possibilitando que os elétrons de valência estejam naturalmente agitados para os níveis de impureza, ocasionando um buraco na banda de valência, como demonstrado na Figura 2.10.

Figura 2.10 – Gráfico representado os níveis de energia de um cristal de germânio (Ge) compreendendo os átomos de impurezas aceitados, com alteração de energia de 0,011 eV entre os níveis de impurezas aceitados e a banda de valência.



Fonte: Adaptado de Rezende, (2004).

vi. Junções em semicondutores

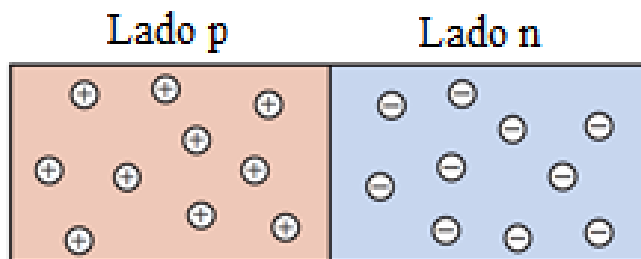
A união de materiais semicondutores de vários tipos, renasce os denominados dispositivos semicondutores, que são capazes de ser considerados como homojunção (Junção *pn*), heterojunção e junção MOS (metal-óxido-semicondutor). Para o nosso trabalho, em específico, vamos relembrar apenas a junção *pn* (homojunção).

A junção *pn* é o dispositivo mais compreensível dos dispositivos semicondutores, constituídos pela conjunção de um bloco semicondutor do tipo *p* e outro bloco semicondutor do tipo *n*, denominados de “diodo”.

De acordo com Sedra & Smith, (2004) na atualidade as bandas *p* e *n* são componentes de um mesmo semicondutor, pela formação da banda com dopagem distintas. Com exceção da utilização de diversos potenciais no decorrer da

amostragem pn , os buracos serão principalmente na banda p , enquanto os elétrons estarão na banda n , como caracterizado na Figura 2.11 (Callister, 2002).

Figura 2.11 – Demonstração dos elétrons e dos buracos para uma junção pn antes da difusão.



Fonte: Callister, (2002).

Portanto, com a repulsão bilateral nascente em cada banda do diodo os elétrons livres na banda n se espalham em todos os sentidos, facilitando o escoamento de um elétron da banda n para a banda p , formando um íon positivo na banda n e, portanto, uma lacuna ausente e o dopante converte-se carregado negativamente na banda p , surgindo um par de íons para cada elétron transferido.

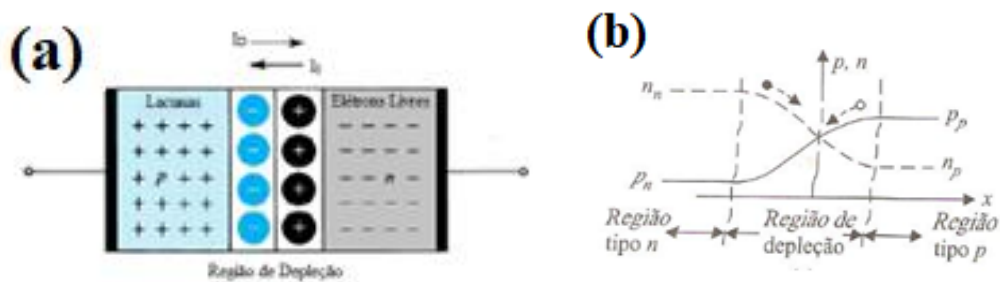
O somatório dos elementos da corrente, assim o processo de disseminação dos elétrons livres da banda n para a banda p e a corrente no sentido contrário à das lacunas, formando a conhecida corrente de difusão (I_d), do qual o sentido é da banda p para a banda n (Figura 2.12a).

Conforme o número de íons aumentam, a superfície aproximada a junção procede permanecendo progressivamente mais reduzida os elétrons livres e lacunas, por causa da alteração final de equilíbrio das acumulações das lacunas e elétrons, tornando-se essa localidade chamada de camada de diminuição, denominada de carga espacial (Figura 2.12b).

A carga nas duas bandas dessa localidade de diminuição surgirá um campo elétrico, ou melhor, resulta em uma diferença de potencial onde a banda n com tensão positiva em relação a banda p , de acordo com a Figura 2.11b, surgindo uma queda de tensão na localidade de diminuição que se comporta como uma barreira, impedindo a passagem dos elétrons da banda n para a banda p (Malvino, 1987; Sedra e Smith, 2004; Enderlein, 1992). Portanto, quando a transferência da dopagem p para uma dopagem n ocorre vagarosamente ao longo de uma distância em relação a espacosa,

considerando uma transição linearmente gradual. Porém, quando essa transição é rápida e a localidade é pequena, considerando uma junção brusca, em atribuição de distinta aglomeração de dopantes doadores (N_D) e a aglomeração de dopantes aceitos (N_A) como exemplificado na Figura 2.12b (Dalven, 1996; Swart, 2008).

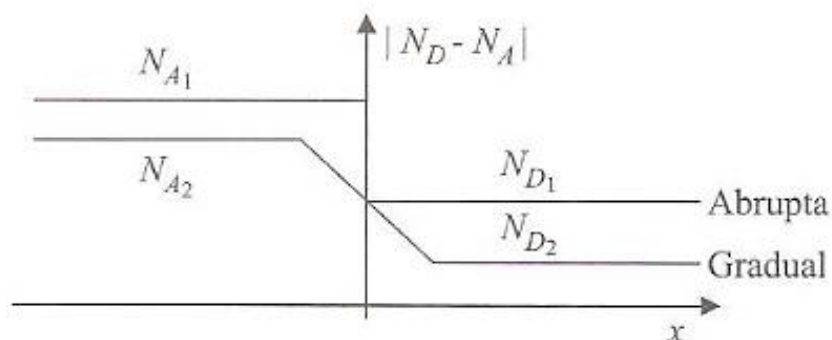
Figura 2.12 – (a) alteração final de equilíbrio das aglomerações de lacunas e elétrons (Swart, 2008). (b) localização de diminuição construída entre cristais de silício do tipo p e do tipo n após a difusão e a interpretação da corrente de difusão (I_d) e da corrente de deriva (I_s).



Fonte: Sedra e Smith, (2004).

Outra corrente, chamada de corrente de deriva (I_s), construída durante esse procedimento. Nessa situação poucas lacunas geradas termicamente no material n se espalham através dessas pela borda localizada na depleção, localização em que as lacunas passam pelo o efeito do campo elétrico, que estabelece o movimentando aceleradamente para a banda p . da mesma forma que determinado elétrons livres constituídos termicamente na banda p , fortemente rápidos pelo campo elétrico para a banda n . Dois elementos da corrente adicionada para gerar a I_s , com sentido da banda n para a banda p como demonstrado na Figura 2.13 Sedra e Smith, (2004).

Figura 2.13 – Tipos de transição de dopantes em uma junção pn .

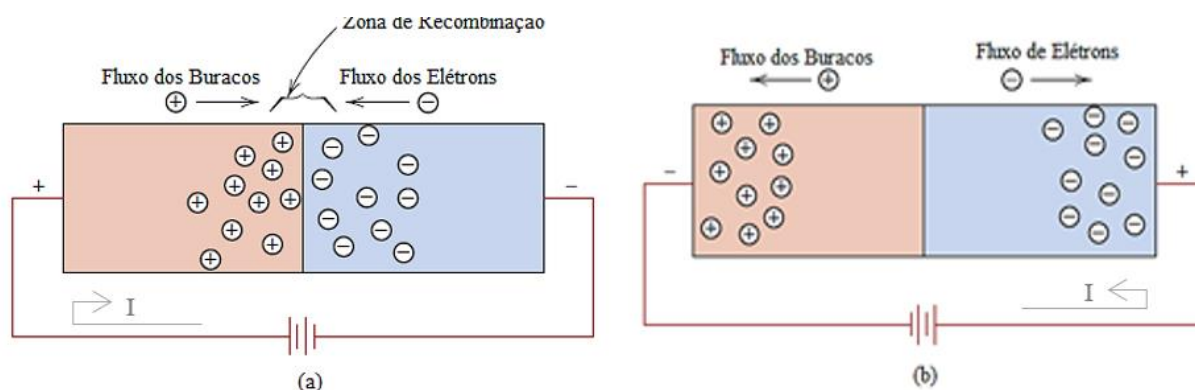


Fonte: Swart, (2008).

Assim sendo, para um circuito aberto, as duas correntes contrárias na junção precisam ter valores iguais, existindo situação de equilíbrio protegida pela tensão de barreira.

Na presença de uma bateria, para o terminal positivo ligado a banda p e o terminal negativo a banda n , possuiu momento de “polarização direta”, em que acontece a geração denominada zona de recombinação, transformando o surgimento de lacunas do material p e dos elétrons do material n , em ambas as bandas da junção pelo circuito externo. Portanto, certas cargas fixas investigadas são neutralizadas, formando com que a camada de depleção e a barreira de potencial diminuam, possibilitando que mais lacunas cruzem a barreira do material p para o material n e mais elétrons da banda n para a banda p como na Figura 2.14a (Sedra e Smith, 2004; Callister, 2002).

Figura 2.14 – Exemplificação dos elétrons e dos buracos para os acontecimentos (a) uma polarização direta e (b) uma polarização reversa.



Fonte: Callister, (2002).

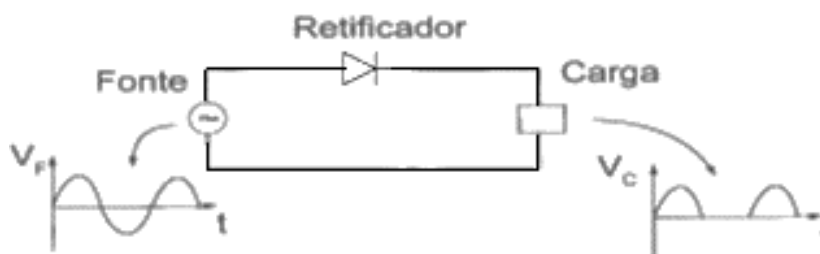
No momento em que os terminais da bateria são conectados de modo contrário, desfrutamos do chamado fluxo reverso ou “polarização reversa” (Figura 2.14b), em que os elétrons livres saem do material n fazendo com que as cargas fixas positivas fiquem descobertas, do mesmo modo, as lacunas saem do material p permitindo o aumento de cargas fixas negativas descobertas, aumentando a camada de diminuição. Em consequência, a corrente consecutiva compreende a geração de pares, que é um processo lento que gasta energia, transformando em uma corrente pequena.

A junção pn se localiza, portanto, polarizada de maneira a impossibilitar a transferência de corrente. Ou melhor, sua resistência transferida de corrente elétrica

muda de acordo com diversas intensidades oferecidas pela diferença de potencial utilizada e sua polaridade, conforme, a junção de forma que o seletor, permite a passagem de corrente exclusivamente se a polarização da localidade p for positiva, por esse motivo denominado de retificador semiconductor ou diodo semiconductor (Enderlein, 1992; Chiquito e Lanciotti, 1998).

Na Figura 2.15, percebe-se que quando a corrente alternada é sujeita à um retificador (de meia onda) acontece uma escolha de fase no qual vai deslocar no mesmo, ou melhor, exclusivamente em uma polaridade proveniente da diferença de potencial alternada (dois semicírculos de polaridade) que será detectado. Por exemplo, nesse caso, o efeito acontece para separar os sinais elétricos descendentes da antena de um receptor, decifrando as transferências de rádio Chiquito e Lanciotti, (1998). Também conhecido como retificador de meia onda.

Figura 2.15 – Exemplificação de um retificador, quando submetido a uma corrente alternada.



Fonte: Chiquito e Lanciotti, (1998).

2.2.2 Energia Fotovoltaica

Neste momento, é apresentado a parte histórica do fenômeno fotovoltaico, dos materiais e aplicações para produção de energia solar fotovoltaica; a Junção semicondutora de Silício dopado P e N e as células fotovoltaicas comerciais.

i. Parte Histórica:

A compreensão do efeito fotovoltaico se deu no século XIX, na ocasião em 1839 Becquerel comprovou a possibilidade de conversão da radiação luminosa em energia elétrica por intermédio da incidência de luz em um eletrodo imerso em uma solução de eletrólito. Sendo esse efeito presenciado em um sólido, de selênio, em

1877 por Adams e Day na Inglaterra. Tempos depois, em 1883, surge a primeira célula solar fabricada com selênio, com eficácia de conversão em torno de 1%.

No século XX, na década de 30, os estudos de vários precursores da física do estado sólido, de acordo com Lange, Grondahl e Schottkl, expressam consideráveis colaborações para adquirir importante concepção do efeito fotovoltaico em junções do estado sólido. Prosseguindo, em 1941, Ohl conseguiu a primeira fotocélula de silício monocristalino. Já, no ano de 1949, Billing e Plessnar verificaram a eficiência de fotocélulas de silício cristalino, no mesmo momento em que a teoria da junção P-N de Shockely foi publicada. Portanto, exclusivamente em 1954, surgiu a fotocélula de silício com as propriedades idênticas descobertas na atualidade com rendimento de 6%.

A eficiência de conversão e o preço da matéria prima para a construção das células fotovoltaicas têm motivado a pesquisa de novas células solares com materiais distintos do silício monocristalino. Na atualidade, são estudadas e utilizadas o silício policristalino e amorfo, o arseneto de gálio e o sulfeto de cádmio, entre outros. Porém, o entendimento da nova tecnologia que utiliza o silício, em especial o monocristal e a quantidade abundante da matéria que é produzida pelas células, têm contribuído para tornar o silício o material mais importante no desenvolvimento tecnológico.

ii. Materiais e Aplicações

A matéria prima mais relevante para a produção de energia solar fotovoltaica é o Silício (Si). O silício encontra-se na natureza na forma de dióxido de silício SiO_2 formado principalmente do quartzo mineral muito abundante na areia e no granito. Na figura 2.16 temos alguns materiais onde existe silício.

Figura 2.16: a) feldspato; b) granito; c) areia; d) argila; e) quartzo.

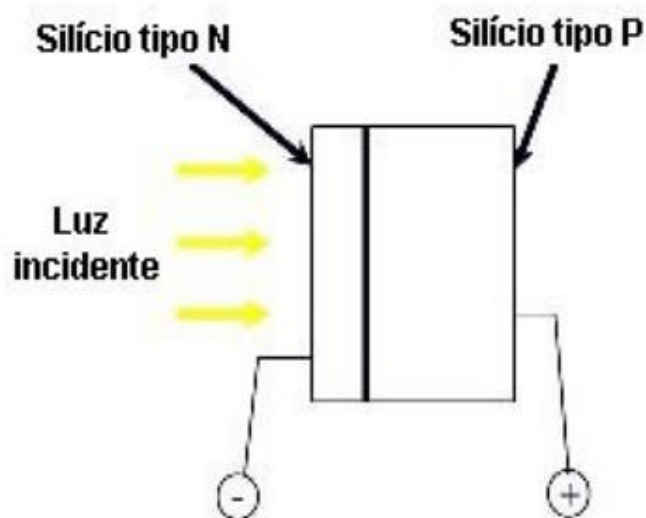


Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Através de técnicas apropriadas se adquire o silício em forma pura. Na forma cristalina é muito duro e pouco solúvel, exibindo um brilho metálico e uma coloração cinzenta. É um elemento relativamente inerte e resistente à ação da maioria dos ácidos. O silício transmite mais de 95% dos comprimentos de onda das radiações infravermelhas.

O silício é fundamental para a produção das células fotovoltaicas sendo obtido a partir da quartzite através de um processo árduo, sujo e difícil de executar o que colabora para tornar o preço do silício bastante caro. Além do mais, o cristal de silício puro possui poucos elétrons livres e é um mau condutor elétrico. Sendo assim, depois de feitos os cristais, é preciso realizar inclusão de impurezas para criar as zonas, *P* e *N*, adicionando-se pequenas percentagens de outros elementos chamados de dopagens, como apresentado na figura 2.17 abaixo.

Figura 2.17: Junção semicondutora de Silício dopado *P* e *N*.

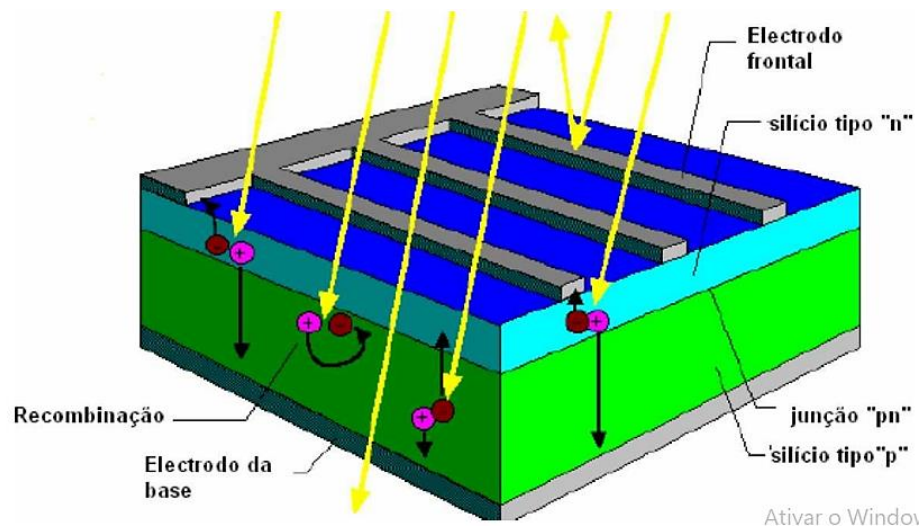


Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

A dopagem do silício com o elemento químico fósforo surge um material com elétrons livres, com excesso de carga negativa (silício tipo *N*). Realizando o mesmo processo, agora adicionando o elemento químico Boro ao invés de fósforo, adquirem-se um material com características inversas, com falta de elétrons, com excesso de cargas positivas – chamadas de lacunas (silício tipo *P*). As impurezas dopantes podem ser de outros elementos químicos também, como o arsênio (silício tipo *N*) e gálio (silício tipo *P*).

Separadamente, ambas as coberturas (*P* e *N*) são eletricamente neutras. Mas ao ser unida, a união *P-N*, cria-se um campo elétrico devido aos elétrons do silício tipo *N* que ocupam os espaços da estrutura do silício tipo *P*. continuando, o silício é tratado com um revestimento antirreflexo, que evita perdas de radiação por esse fenômeno. Essa junção semicondutora *P-N* será utilizada nas placas fotovoltaicas, como apresentado na figura 2.18 abaixo.

Figura 2.18: Vista em corte de uma célula fotovoltaica.



Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

iii. As Células Fotovoltaicas

A geração direta de energia elétrica a partir da energia vinda do Sol, através do fenômeno fotovoltaico, faz-se através de um módulo eletrônico formado por elementos geradores – as células fotovoltaicas. Os módulos ou painéis fotovoltaicos atuais são formados de células feitas de silício.

As células comerciais podem ser de três tipos de tecnologia:

a. Silício monocristalino.

Figura 2.19: Módulo monocristalino que representa à primeira geração desta tecnologia.



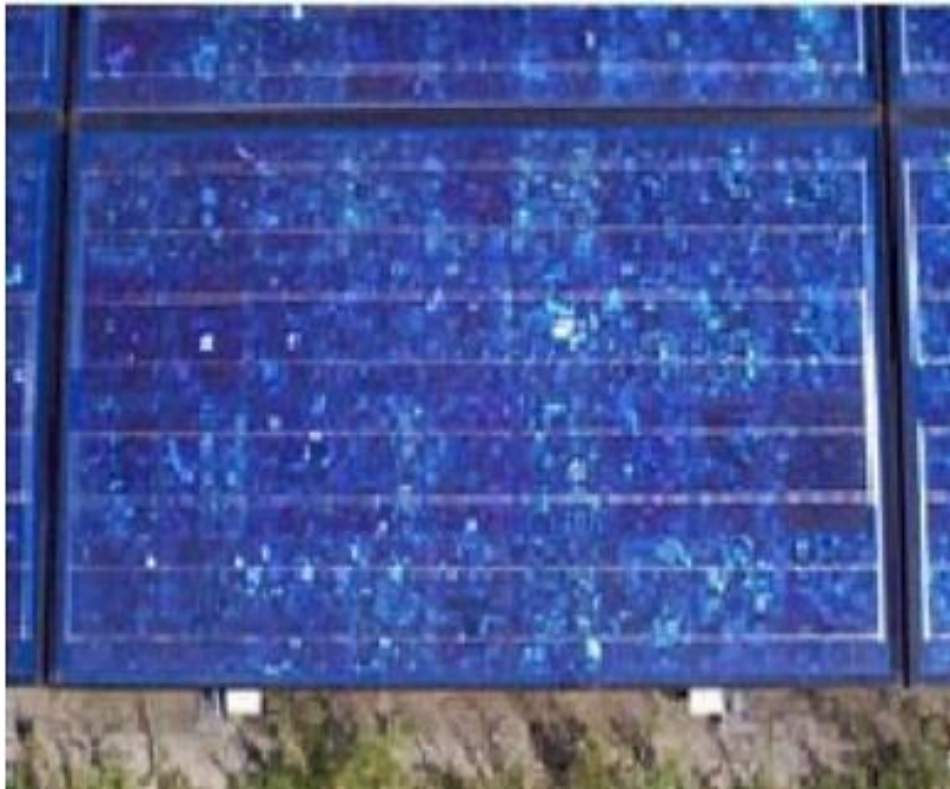
Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Estas células são adquiridas a partir de barras cilíndricas de silício monocristalino fabricadas em fornos especiais. Obtidas por meio de corte das barras em forma de pastilhas quadradas finas (0,4-0,5 mm de espessura). Caracterizadas por um rendimento energético de conversão elevado (23% em laboratório e 16-18% disponível nos módulos comerciais).

As técnicas de produção são complexas e caras e requerem grande quantidade de energia no seu processo de fabricação, devido à exigência de se usarem materiais em elevado estado de pureza. (superior a 99,999999%) sendo as de preço mais elevado.

b. Silício policristalino.

Figura 2.20: Modulo policristalino que corresponde à segunda geração desta tecnologia.



Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Estas células são fabricadas a partir de pedaços de silício obtidos por fusão de fragmentos puros em formatos especiais. Nos moldes, o silício esfria lentamente e solidifica-se. Neste processo, os átomos não se organizam num único cristal, formando-se uma estrutura policristalina com superfícies de separação entre os cristais, caracterizadas por um rendimento energético de conversão médio (18% em laboratório e 11-13% disponível nos módulos comerciais). As técnicas de produção ainda são complexas e caras, mas requerem menos energia no seu processo de fabricação do que as monocristalinas e preço intermédio.

c. Silício amorfo (não cristalino)

Figura 2.21: Módulo amorfo (não cristalino) que representa à terceira geração desta tecnologia.



Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Estas células são obtidas por meio da degradação de camadas muito finas de silício sobre superfícies de vidro ou metal, caracterizadas por um rendimento energético de conversão baixo (13% em laboratório e 8-10% disponível nos módulos comerciais).

As células de silício amorfo são películas muito finas, permitindo a sua utilização em superfícies flexíveis e superfícies de materiais cerâmicos aplicados na construção como as telhas e painéis de paredes e são as que têm menor preço.

Com o avanço das tecnologias de produção, o rendimento energético tem sido aumentado gradativamente. Assim, as tecnologias têm apresentado vários trabalhos científicos mostrando um aumento no rendimento energético de conversão e redução no custo de uma usina fotovoltaica.

3 Metodologia

Essa metodologia tem como finalidade apresentar a trajetória estrutural desenvolvida na execução de cada momento da aplicação e análise dos resultados adquiridos através de realizações em três momentos com professores de Educação Básica. Essa trajetória se inicia com a aplicação do questionário de conhecimento prévio sobre energia renovável fotovoltaica, seguindo com a apresentação e explicação de todos os componentes necessários para a realização e construção da oficina usina fotovoltaica pedagógica e, posteriormente, o questionário pós-oficina com o propósito de conseguir as contribuições e sugestões dos professores participantes acerca do estudo de energia renovável fotovoltaica, assim como, a análise e discussão destes resultados.

3.1 Contexto da Pesquisa

A aplicação do produto educacional, oficina usina fotovoltaica pedagógica, foi realizada de forma online em virtude da pandemia covid-19. Desta forma, realizei na minha própria residência, que fica localizada na Zona Urbana da cidade de Passa e Fica-RN.

A Oficina foi desenvolvida em conjunto com 4 professores de escola pública estadual e federal de forma interdisciplinar. Assim, o grupo é formado por um professor efetivo em Biologia da rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte, um professor de Ciência da Computação contratado temporariamente pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte / Campus Ceará-Mirim, um professor com graduação em Física e Matemática do quadro permanente do estado do Rio Grande do Norte e, por último, um professor de História efetivo da rede estadual do RN que trabalhou diversas vezes com a disciplina de Física, devido à ausência de professor da área, fato corriqueiro na rede de ensino.

3.2 Sujeitos da Pesquisa

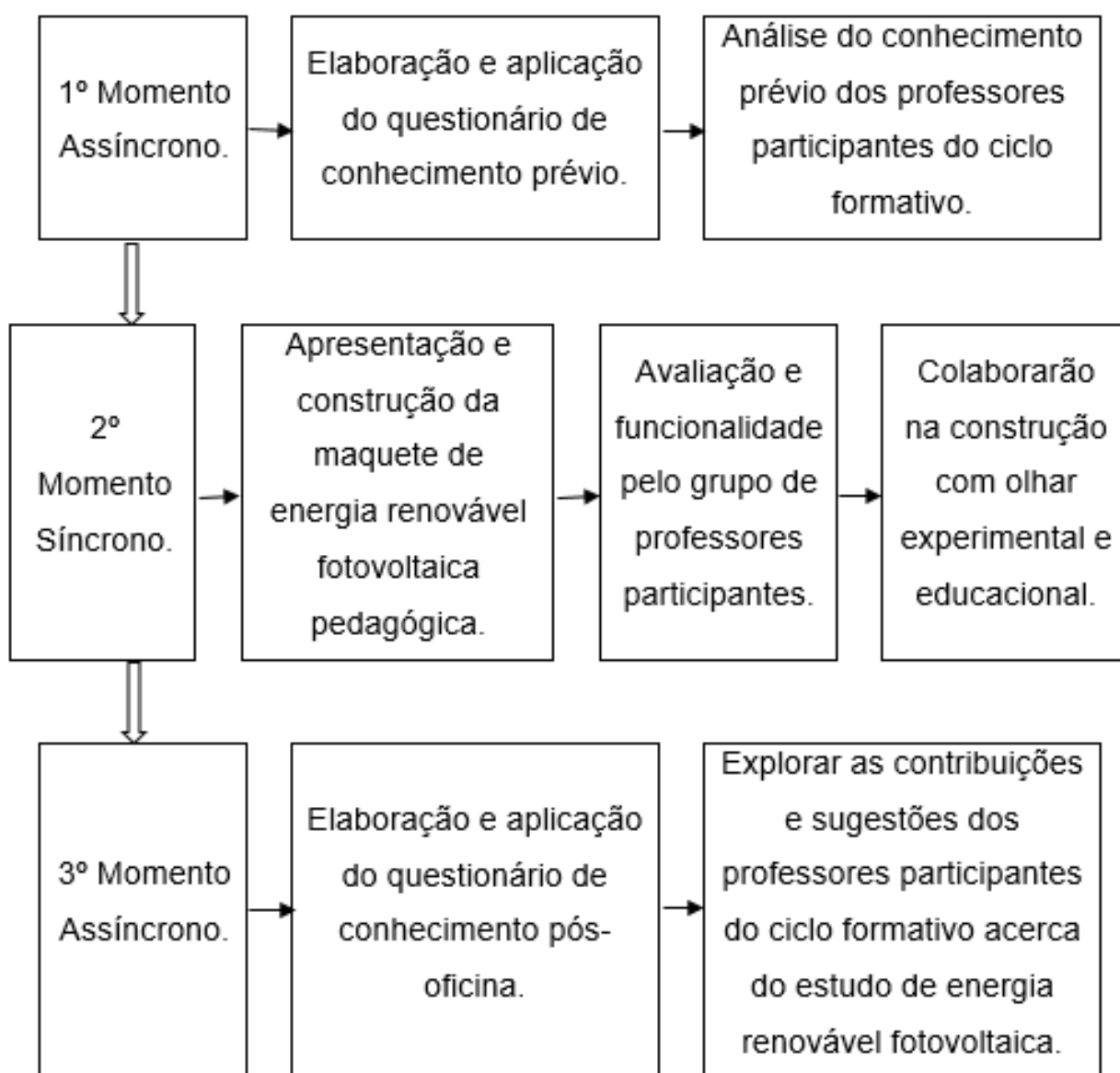
Atendendo as metodologias estabelecidas pelo trabalho, o público-alvo foram professores da Educação Básica, que podem atuar com alunos do Ensino Fundamental II até o Ensino Médio, quanto à melhoria de sua prática pedagógica.

Desse modo, propondo incentivar o aprendizado dos alunos por meio de atividades experimentais demonstrativas, compartilhando a colaboração de Piaget, proporcionando o fascínio dos estudantes pelo ensino das Ciências Naturais contribuindo com a Educação Básica.

3.3 Percurso Metodológico

A escolha do percurso metodológico se justifica na proposição de atingir os momentos: 1º assíncrono, 2º síncrono e 3º assíncrono, como pode ser visto na figura 3.1 abaixo.

Figura 3.1 - Percurso metodológico adotado.



Fonte: autoria própria.

3.4 Fase Exploratória

No primeiro momento do desenvolvimento metodológico foi elaborado e aplicado um questionário de conhecimento prévio. Esse questionário possuía 8 questões direcionadas aos temas base para a construção do conhecimento durante a aplicação do produto educacional, com destaque em atividades experimentais envolvendo eletricidade básica, perspectivado na teorização construtivista de Piaget.

Plano de atividade I – Questionário de Conhecimento Prévio.

Nesse momento inicial de coleta de dados, se pretende diagnosticar o conhecimento prévio dos professores participantes do ciclo de formação continuada, sobre energia renovável fotovoltaica contribuindo de forma positiva para a oficina.

OBJETIVOS	PERGUNTAS
Tem como objetivo mostrar que o professor tem conhecimento da geração de energia solar no nordeste brasileiro.	01. O Nordeste brasileiro é a região do Brasil com o melhor índice de geração de energia solar fotovoltaica aplicado em comércios e residências, proveniente da conversão da luz do Sol em energia elétrica. Esta afirmação é: () Verdadeira () Falsa
Tem como finalidade mostrar que o professor tem conhecimento sobre energias renováveis e não renováveis.	02. A energia solar fotovoltaica é considerada uma fonte de energia renovável? () Verdadeiro () Falso
Tem como propósito saber se os professores têm conhecimento de que a energia solar fotovoltaica existe em seu município.	03. No seu município existem comércios e residências que utilizam fontes fotovoltaicas para o próprio consumo? () Sim

	() Não
Tem como intuito mostrar que o professor tem conhecimento de que a própria concessionária incentiva que você tenha usina fotovoltaica em área distante de sua residência distribuída na rede elétrica da COSERN e use em casa.	04. No seu município existe consumidor que transfere a energia gerada em usina fotovoltaica para a rede da concessionária COSERN? () Sim () Não
Saber se o professor tem conhecimento de que instalar um sistema de energia fotovoltaico é acessível a todos.	05. Considerando que a energia solar é uma fonte de energia renovável e gratuita, portanto desejada pela sociedade, é correto afirmar que a instalação do sistema fotovoltaico é de baixo custo? () Verdadeiro () Falso
Mostrar que toda usina fotovoltaica, hidrelétrica ou eólica polui provocando danos ambientais, principalmente em escala industrial.	06. A Energia solar é uma fonte de energia limpa. É correto afirmar que as usinas em escalas industriais não provocam nenhum dano ambiental? () Verdadeiro () Falso
Saber se o professor tem conhecimento de eletricidade básica.	07. A energia elétrica produzida pelas hidroelétricas chega nas residências por meio de redes paralelas. Em sua avaliação, o abastecimento por meio da usina solar se dá da mesma forma? () Sim () Não
Saber se os professores utilizam experimentos em suas aulas e se é mais viável o aprendizado por meio de experimentos.	08. Em sua opinião, o ensino de física pode ser mais compreendido se a metodologia acontecer por meio de experimentos?

	() Sim
	() Não

Quadro 3.1: Plano de atividade referente à atividade prévia.

Plano de atividade II – Questionário de Conhecimento Pós-Oficina.

Nesse segundo momento da coleta de dados, pretende-se conseguir as contribuições e sugestões dos docentes participantes do ciclo formativo sobre os conhecimentos de energias renováveis fotovoltaicas.

OBJETIVOS	PERGUNTAS
Tem como objetivo saber dos docentes participantes da oficina se é viável construir uma Usina Fotovoltaica Pedagógica na escola para tornar as aulas de Ciências, mais atraentes para os professores e alunos.	01. Durante as aulas de Ciências (Física, Química, Biologia e outras disciplinas afins) o conteúdo trabalhado pelo professor, em sala de aula, pode ser ensinado de forma teórica ou experimental (demonstrativas ou de laboratórios). Na sua escola seria possível adquirir ou construir uma Usina Fotovoltaica Pedagógica para tornar as aulas de Ciências mais realistas e interessantes tanto para o professor como para os alunos?
Tem como intenção saber se é viável trabalhar o tema “energia elétrica” de forma teórica e experimental através da Usina Fotovoltaica Pedagógica contribuindo para o aprendizado interdisciplinar.	02. O tema “energia elétrica” é um fator relevante em um país como o nosso e também no mundo. Desta forma, cabe ao professor levar para a sala de aula este tema de forma teórica e experimental. Em sua opinião, a Usina Fotovoltaica Pedagógica contribuiria no aprendizado de várias disciplinas?
Tem como finalidade saber de que modo seria possível reduzir o custo da	03. Durante a Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica foi apresentada o custo de sua construção usando materiais

construção de uma Oficina Fotovoltaica para ficar viável em uma escolar.	básicos. De que maneira, em sua opinião, é possível reduzir o preço da construção ficando mais viável para uma escola?
Tem como propósito saber se com a Oficina Fotovoltaica Pedagógica para o aprendizado ficou mais viável trabalhar de forma experimental.	04. A Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica apresentou os materiais básicos para ser trabalhado o conteúdo de energia renovável fotovoltaica, em sala de aula. Para os participantes, em sua opinião, este aprendizado, com o uso da usina fotovoltaica, foi satisfatório para trabalhar em sala de aula de forma experimental?
Tem como intuito saber dos professores participantes da oficina de que forma pode ser apresentado os conceitos científicos, teóricos e experimentais para o tema energia renovável.	05. As aulas de Ciências com o uso do computador (informática) têm contribuído significativamente para mudar a realidade educacional nas escolas. Em sua opinião, de que forma o professor pode apresentar os conceitos científicos, teóricos e experimentais, para as questões de energias renováveis?

Quadro 3.2: Plano de atividade referente à atividade pós-oficina.

As contribuições obtidas em conjunto com os docentes, nos questionários de conhecimentos prévio e pós-oficina, foram de grande importância para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

4 ELABORAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional é constituído por uma oficina de energia renovável fotovoltaica pedagógica, perspectivado na teorização construtivista de Piaget, em que será oferecida uma Oficina Fotovoltaica Pedagógica para professores que atuam na Educação Básica, sendo dividida em três momentos: um síncrono e dois assíncronos.

4.1 Maquete Usina Fotovoltaica Pedagógica

Produção da Maquete Fotovoltaica como Alternativa de Formação Continuada para Professores de Educação Básica.

- **Objetivo Geral**

Propor um ciclo de formação continuada para professores de educação básica para a produção de uma maquete fotovoltaica como alternativa para ampliar o conhecimento sobre eletricidade básica, perspectivado na teorização construtivista de Piaget.

- **Objetivos Específicos**

- ✓ Elaborar e aplicar um ciclo de formação continuada sobre a construção de uma maquete fotovoltaica pedagógica;
- ✓ Produzir, com os professores, uma maquete de usina de energia renovável fotovoltaica para ampliar o ensino de eletricidade básica;
- ✓ Avaliar o ponto de vista dos professores participantes do ciclo formativo no grau de colaboração do experimento e a ampliação de suas aprendizagens sobre os temas trabalhados;
- ✓ Aproximar o repertório teórico dos professores de Educação Básica da colaboração de Piaget.

- **Construção da Maquete**

Inicialmente, será apresentada a relação de materiais para a construção de uma maquete para uma usina de energia renovável fotovoltaica pedagógica. A seguir, a relação de materiais.

I. Bateria;

II. Placa Fotovoltaica;

III. Controlador de Carga;

- IV. Inversor CC/CA;
- V. Disjuntor;
- VI. Lâmpada de Led;
- VII. Receptáculo de Lâmpada;
- VIII. Plugue;
- IX. Tomada;
- X. Interruptor;
- XI. Fios de Ligação para a Placa Fotovoltaica;
- XII. Fios de Ligação;
- XIII. Grampos de Conexão;
- XIV. Fita Isolante;
- XV. Painel de Madeira;
- XVI. Maquete Usina Fotovoltaica.

Descrição detalhada de cada material para construção da maquete.

I. Bateria elétrica

Figura 4.1 – Bateria elétrica selada.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Bateria Selada 7ah 12v Estacionária Nobreak Alarme.
- ✓ Vendedor: Stroke Power Componentes Eletroeletrônicos LTDA.
- ✓ Valor do produto: R\$ 109,00.
- ✓ Frete: R\$: 37,90.
- ✓ Detalhe da compra 9 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 21 de abril, 2021.
- ✓ Localização: Alvorada, Rio Grande Do Sul.

Referência:

https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485515436/status?packId=4485515436&orderId=4485515436. Pesquisado em 09/04/2021.

II. Placa Fotovoltaica

Figura 4.2 – Painel solar fotovoltaico.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Painel Solar Fotovoltaico de 30W.
- ✓ Vendedor: Alvesfacuri.
- ✓ Dimensões do painel: (45 x 51 x 2.5) cm.

- ✓ Número de células e tipo: 36, Silício Policristalino.
- ✓ Peso do módulo: 2,4 kg.
- ✓ Valor do produto: R\$ 286,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 9 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 21 de abril, 2021.
- ✓ Localização: Rio Claro, São Paulo.

Referência:

https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485508566/status?packId=4485508566&orderId=4485508566 pesquisado em 09/04/2021.

III. Controlador de Carga

Figura 4.3 – Controlador de Carga.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Controlador 10 ah.
- ✓ Vendedor: Alvesfacuri.
- ✓ Voltagem DC 12V / 24V.
- ✓ Autoconsumo do equipamento 10 mA.
- ✓ Corrente de carga Máxima 10 A.

- ✓ Sobre carga Proteção 14.4V / 28.8V.
- ✓ Funcionamento com energia oscilando entre 12V / 27V.
- ✓ Volta ao funcionamento 13.2V / 26.4V.
- ✓ Over discharge Proteção 10.8V / 21.6V.
- ✓ Volta ao funcionamento 12.3V / 24.6V.
- ✓ Operando abaixo da Voltagem Proteção 16.5V / 34V.
- ✓ Volta ao Funcionamento 15V / 30V.
- ✓ Máxima tensão do painel solar 25V / 36V.
- ✓ Valor do produto: R\$ 85,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 9 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 21 de abril, 2021.
- ✓ Localização: Rio Claro, São Paulo.

Referência:

https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485508566/status?packId=4485508566&orderId=4485508566 pesquisado em 09/04/2021.

IV. Inversor

Figura 4.4 – Inversor.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Inversor Senoidal Veicular Tensão 12v 220v 2000w.
- ✓ Vendedor: RA Eletrônicos.
- ✓ Valor do produto: R\$ 332,49.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 9 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 19 de abril, 2021.
- ✓ Localização: Taboão da Serra, São Paulo.

Referência:

https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485532189/status?packId=4485532189&orderId=4485532189 pesquisado em 09/04/2021.

V. Disjuntor

Figura 4.5 – Disjuntor.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Disjuntor 10 A.
- ✓ Vendedor: Redecom.
- ✓ Valor do produto: R\$ 9,80.

- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 29 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 29 de abril, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Redecom Passa e Fica/RN.

VI. Lâmpada de LED

Figura 4.6 – Lâmpada de LED.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Lâmpada de led 220V/5W.
- ✓ Vendedor: DAM Material de Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 7,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.

✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.

✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

DAM Material de Construção Passa e Fica/RN.

VII. Receptáculo de Lâmpada

Figura 4.7 – Receptáculo de Lâmpada.



Fonte: autoria própria.

✓ Bocal de lâmpada.

✓ Vendedor: SOARES Material de Construção.

✓ Valor do produto: R\$ 4,50.

✓ Frete: grátis.

✓ Detalhe da compra 25 de maio, 2021.

✓ Data da entrega: 25 de maio, 2021.

✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Soares Material de Construção Passa e Fica/RN.

VIII. Plugue

Figura 4.8 – Plugue.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Plugue Bipolar 2p Macho 10 A.
- ✓ Vendedor: Redecom.
- ✓ Valor do produto: R\$ 3,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Redecom Passa e Fica/RN.

IX. Tomada

Figura 4.9 – Tomada.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Tomada Externa Redonda 2P 10 A.
- ✓ Vendedor: Redecom.
- ✓ Valor do produto: R\$ 4,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Redecom Passa e Fica/RN.

X. Interruptor Externo

Figura 4.10 – Interruptor Externo.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Interruptor.
- ✓ Vendedor: Redecom.
- ✓ Valor do produto: R\$ 4,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Redecom Passa e Fica/RN.

XI. Fios de Ligação para a Placa Fotovoltaica

Figura 4.11 – Fios de Ligação para a Placa Fotovoltaica.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Fios de Ligação 2,5 mm².
- ✓ Vendedor: O Ponto da Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 47,50.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

O Ponto da Construção Passa e Fica/RN.

XII. Fios de Ligação

Figura 4.12 – Fios de Ligação.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Fios de Ligação 2,5 mm².
- ✓ Vendedor: O Ponto da Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 20,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Comercial Lima Passa e Fica/RN.

XIII. Grampos de Conexão

Figura 4.13 – Grampos de Conexão.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Grampo de fixação.
- ✓ Vendedor: Soares Material de Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 3,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 25 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 25 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Soares Material de Construção Passa e Fica/RN.

XIV. Fita Isolante

Figura 4.14 – Fita Isolante.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Fita isolante 3M.
- ✓ Vendedor: O Ponto da Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 2,50.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

O Ponto da Construção Passa e Fica/RN.

XV. Paineis de Madeira

Figura 4.15 – Paineis de Madeira.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Painel para fixação dos equipamentos.
- ✓ Vendedor: Romildo.
- ✓ Dimensões do painel: (50 x 80 x 2.5) cm.
- ✓ Valor do produto: R\$ 40,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 10 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 10 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

RM Romildo Móveis Passa e Fica/RN.

XVI. Maquete Usina Fotovoltaica Pedagógica

Figura 4.16 – Maquete Usina Fotovoltaica Pedagógica.



Fonte: autoria própria.

- ✓ Placa Fotovoltaica.
- ✓ Cabo de Ligação.
- ✓ Controlador de Carga.
- ✓ Bateria.
- ✓ Inversor.
- ✓ Fio de Ligação.
- ✓ Grampos de Conexão.
- ✓ Disjuntor.
- ✓ Tomada.
- ✓ Interruptor.
- ✓ Receptáculo.
- ✓ Lâmpada.

Valor total do produto (aproximado): R\$ 1.038,69.

XVII. Usina fotovoltaica pedagógica funcionando

Figura 4.17 – Usina fotovoltaica pedagógica com a lâmpada de led acesa.



Fonte: autoria própria.

Figura 4.18 – Usina fotovoltaica pedagógica com o carregamento de um celular.



Fonte: autoria própria.

4.2 Guia de aplicação da Usina Fotovoltaica Pedagógica

O guia é baseado na oficina fotovoltaica pedagógica descrita a seguir:

Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica

- **Objetivos**

A oficina fotovoltaica pedagógica faz parte do produto educacional da dissertação de mestrado do aluno João da Cruz, e tem por objetivos:

- ✓ Produzir, com os professores participantes, uma maquete de usina de energia renovável fotovoltaica para ampliar o ensino de eletricidade básica;
- ✓ Avaliar o ponto de vista dos professores participantes da oficina fotovoltaica pedagógica no grau de colaboração do experimento e a ampliação de sua aprendizagem sobre os temas trabalhados;
- ✓ Aproximar o repertório teórico dos professores da colaboração de Piaget.

- **Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica**

Será dividido em três momentos:

1º Momento Assíncrono;

2º Momento Síncrono;

3º Momento Assíncrono.

1º Momento Assíncrono.

Nesse primeiro momento será aplicado um questionário de conhecimento prévio. Este questionário será de forma assíncrona, via Google Forms (ver apêndice A).

Os professores terão o prazo de uma semana para entrega do Questionário respondido.

A aplicação do questionário prévio sobre energia renovável fotovoltaica tem como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos professores participantes do ciclo de formação continuada que contribuirá de forma positiva para a oficina.

2º Momento Síncrono.

A data prevista do momento síncrono será agendada de acordo com o momento comum aos professores participantes da oficina, com duração de 3 horas aproximadas.

Neste segundo momento será apresentada e construída a maquete de energia renovável fotovoltaica pedagógica, para ser trabalhada em sala de aula pelos professores de educação básica.

Serão apresentados e explicados todos os componentes necessários para a construção de uma usina fotovoltaica.

A usina fotovoltaica será testada e avaliada (de forma remota ou de forma presencial) pelo grupo de professores participantes.

Este momento será com a participação de todos os professores que colaboraram na construção com olhar experimental e educacional.

3º Momento Assíncrono.

Neste momento assíncrono, os professores responderam o questionário pós-oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica. Eles terão o prazo de uma semana para devolver o questionário respondido.

O questionário ficará disponível na plataforma Google Forms (ver apêndice B) após o encerramento da oficina.

Este questionário pós-oficina tem como objetivo obter contribuições e sugestões dos professores participantes acerca do estudo de energia renovável fotovoltaica.

5 Aplicação do Produto Educacional

Agora, será descrito os procedimentos e questionários aplicados aos professores e suas análises.

5.1 Procedimentos

Foi dividida em três momentos:

1º Momento Assíncrono;

2º Momento Síncrono;

3º Momento Assíncrono.

Descrição de cada momento:

1º Momento Assíncrono.

Neste primeiro momento foi aplicado um questionário de conhecimento prévio. Este questionário conduziu-se de forma assíncrona, via Google Forms (ver apêndice A).

Em que os professores tiveram o prazo de uma semana para entrega do mesmo respondido.

A aplicação do questionário prévio sobre energia renovável fotovoltaica teve como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos professores participantes do ciclo de formação continuada contribuindo de forma positiva para a oficina.

2º Momento Síncrono.

Neste segundo momento foi apresentada e construída a maquete de energia renovável fotovoltaica pedagógica, com intuito de ser trabalhada em sala de aula pelos professores de educação básica.

Conduzido no dia 17 de janeiro de 2022 das 14 horas às 17 horas) e que foi ministrada a Oficina Fotovoltaica Pedagógica para os professores de educação básica convidados para participar da mesma.

Sendo apresentados e explicados todos os componentes necessários para a realização e construção própria.

A usina fotovoltaica foi testada e avaliada de forma remota pelo grupo de docentes participantes.

Sendo este momento com a participação de todos os professores que colaboraram na construção com olhar experimental e educacional.

3º Momento Assíncrono.

Neste momento assíncrono, os professores responderão o questionário pós-oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica. Eles tiveram o prazo de uma semana para devolver o mesmo respondido.

O questionário ficou disponível na plataforma Google Forms (ver apêndice B) após o encerramento da oficina.

O questionário pós-oficina tinha como objetivo conseguir as contribuições e sugestões dos professores participantes acerca do estudo de energia renovável fotovoltaica.

5.2 Questionários

Para efeito de análise foram realizados dois questionários, um de conhecimento prévio com questões objetivas (verdadeiras ou falsas), também podendo ser justificada e o outro, pós-oficina, com questões discursivas em que foram realizadas várias contribuições e sugestões a respeito dos temas abordados durante a oficina fotovoltaica pedagógica, tendo como estratégia a atividade experimental como solução para os problemas enfrentados pelos docentes e alunos no processo ensino-aprendizagem de educação básica.

O primeiro questionário, de conhecimento prévio, versa sobre energia renovável fotovoltaica e tem como propósito de reconhecer os conhecimentos prévios dos professores participantes do ciclo de formação continuada, de acordo com o apêndice A.

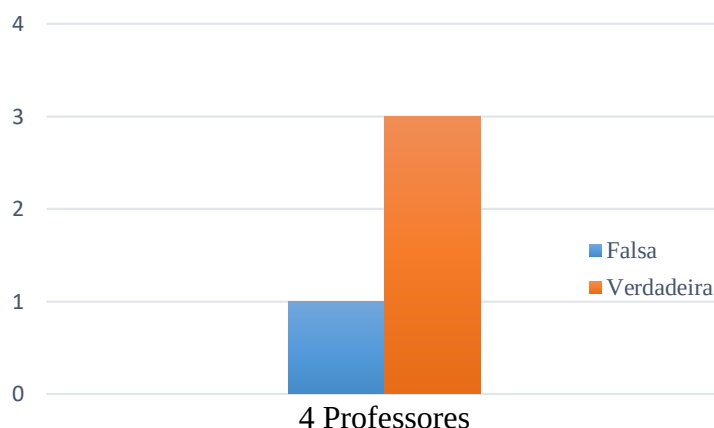
O segundo, pós-oficina usina fotovoltaica pedagógica, tem como objetivo conseguir as contribuições e sugestões dos docentes sobre os conhecimentos de energias renováveis fotovoltaicas, conforme apêndice B.

5.3 Discussões dos resultados

Com intuito de conseguir contribuições dos professores sobre os conhecimentos de energia renováveis fotovoltaicas auxiliado com experimentos demonstrativos, os questionários presentes no apêndice A possuem 8 (oito) questões, e 5 (cinco) questões no apêndice B, todas relacionadas a aceitação dos professores sobre o uso de experimentos.

A primeira questão, do questionário de conhecimento prévio, explana o conhecimento dos professores sobre a geração de energia solar no nordeste brasileiro, conforme apresentado no Gráfico 5.1.

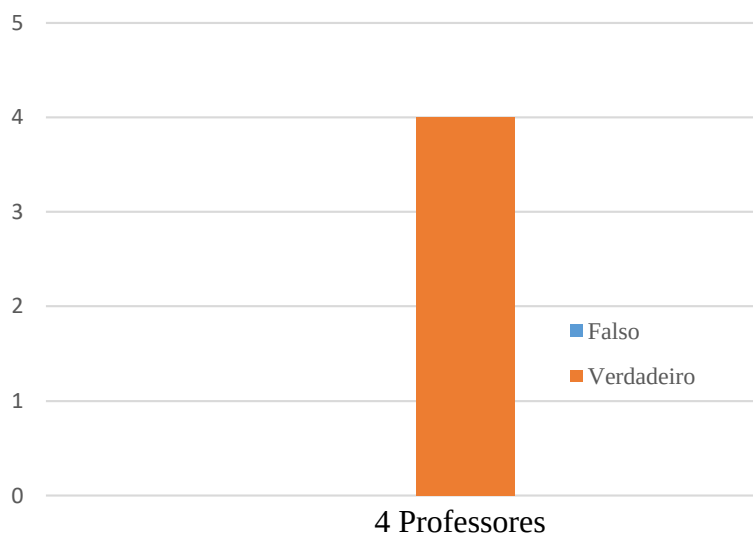
Gráfico 5.1 - Resposta dos professores para a questão 1.



Analisando o Gráfico 5.1, foi possível observar os seguintes resultados: 25% dos docentes reconhece o Nordeste brasileiro como o maior produtor de energia eólica, acreditando que energia solar está chegando aos poucos por falta de conhecimento ou instrução quanto ao uso e gerenciamento e que 75% dos docentes têm conhecimento de que a região do Nordeste brasileiro tem o melhor índice de geração de energia solar fotovoltaica do país e que é utilizada em comércios e residências, proveniente da conversão da luz do Sol em energia elétrica.

A segunda questão, do questionário de conhecimento prévio, discute se a energia solar fotovoltaica é considerada uma fonte de energia renovável, de acordo com o demonstrado no Gráfico 5.2.

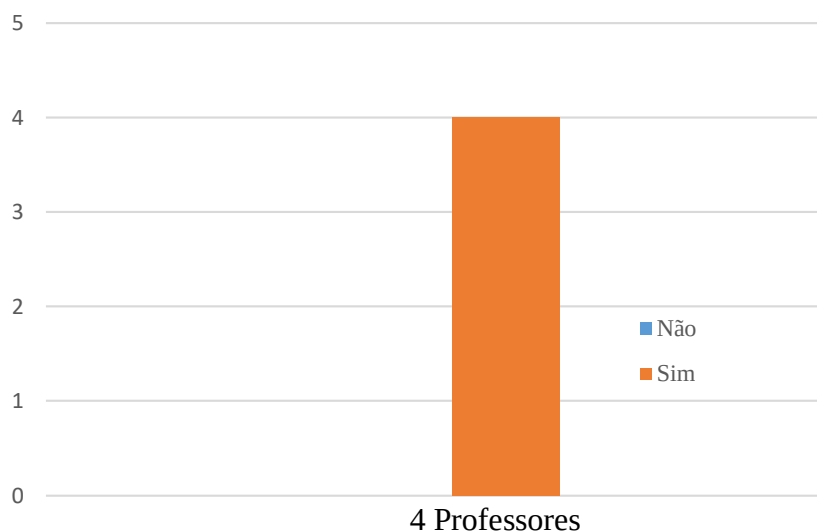
Gráfico 5.2 - Resposta dos professores para a questão 2.



Concluindo-se que nenhum dos professores optaram pela alternativa “Falso” e todos os 4 professores pela alternativa “Verdadeiro”. Assim, tem-se 100% dos docentes reconhecendo a energia solar fotovoltaica como fonte de energia renovável, indicando que todos os professores têm conhecimentos de energia renováveis e não renováveis.

A terceira questão do questionário de conhecimento prévio, argumenta-se que no município nos quais os professores residem existem comércios e residências que utilizam fontes fotovoltaicas para o próprio consumo? Em conformidade com o expressado no gráfico 5.3.

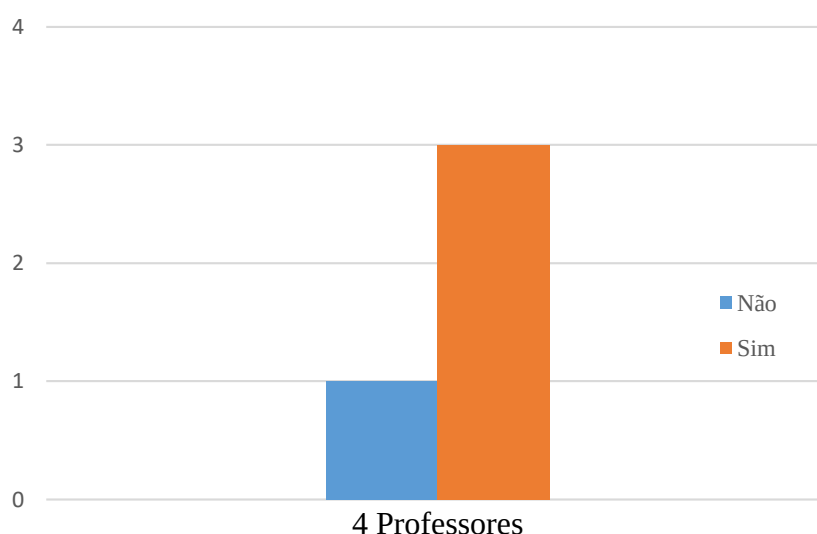
Gráfico 5.3 - Resposta dos professores para a questão 3.



Observando-se o Gráfico 5.3, percebeu-se os seguintes resultados. Percebendo-se que nenhum dos docentes optaram pela alternativa “Não” e todos os 4 docentes pela alternativa “Sim”. Constatando-se que 100% dos professores têm conhecimento de que a energia solar renovável fotovoltaica existe em seu município, isto mostra a expansão do sistema fotovoltaico na região Nordeste.

A quarta questão do questionário de conhecimento prévio, reflete-se que no município onde os professores convivem existe consumo de energia que transfere a mesma gerada em usina fotovoltaica para a rede da concessionária COSERN? Conforme demonstrado no Gráfico 5.4.

Gráfico 5.4 - Resposta dos professores para a questão 4.

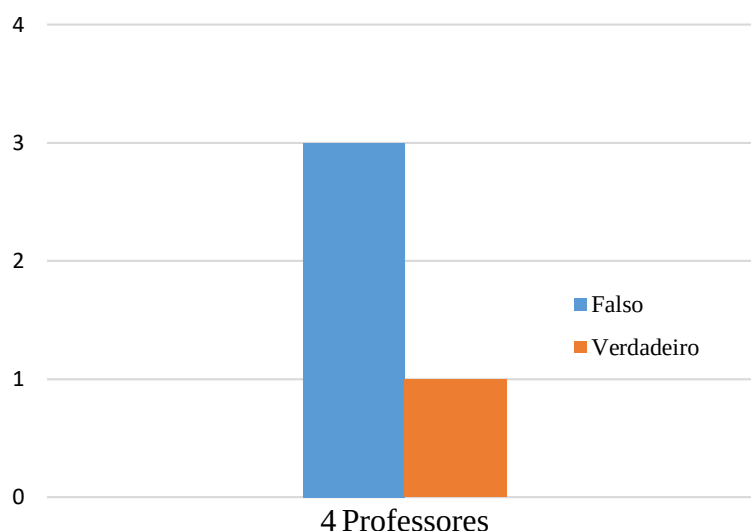


Analisando o Gráfico 5.4, é possível observar os seguintes resultados. Concluindo-se que 1 professor optou pela alternativa “Não” e 3 professores pela alternativa “Sim”. Assim, tem-se 25% dos docentes não têm conhecimento de geração distribuídas fotovoltaicas na rede elétricas da COSERN, acreditando que é uma tecnologia um tanto nova e com valor elevado e 75% dos docentes estão cientes de que existem usina fotovoltaica que transfere energia para a COSERN, através de ligações On-Grid e sendo utilizada por estabelecimento a longa distância da usina fotovoltaica.

A quinta questão do questionário de conhecimento prévio, relata-se que a energia solar é uma fonte de energia renovável e gratuita, portanto desejada pela

sociedade e se a instalação do sistema fotovoltaico é de baixo custo? De acordo com o Gráfico 5.5.

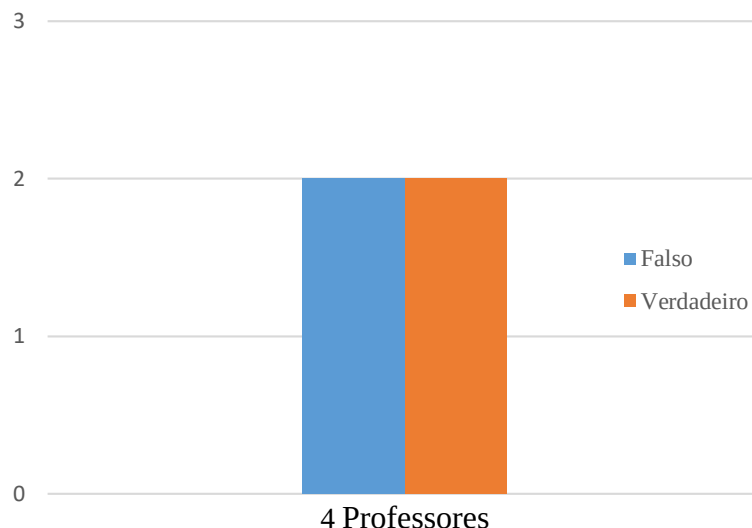
Gráfico 5.5 - Resposta dos professores para a questão 5.



Verificando o Gráfico 5.5, foi possível analisar os seguintes resultados. Constatando-se que 3 professores optaram pela alternativa “Falsa” e apenas 1 professor pela alternativa “Verdadeira”. Logo, 75% dos docentes desconhecem que a instalação de um sistema fotovoltaico é acessível a todos e 25% dos docentes possuem pouco conhecimento na área, sendo possível melhorar o custo.

A sexta questão do questionário de conhecimento prévio foi perguntado se a energia solar é uma fonte de energia limpa em escalas industriais não provocando danos ambientais?

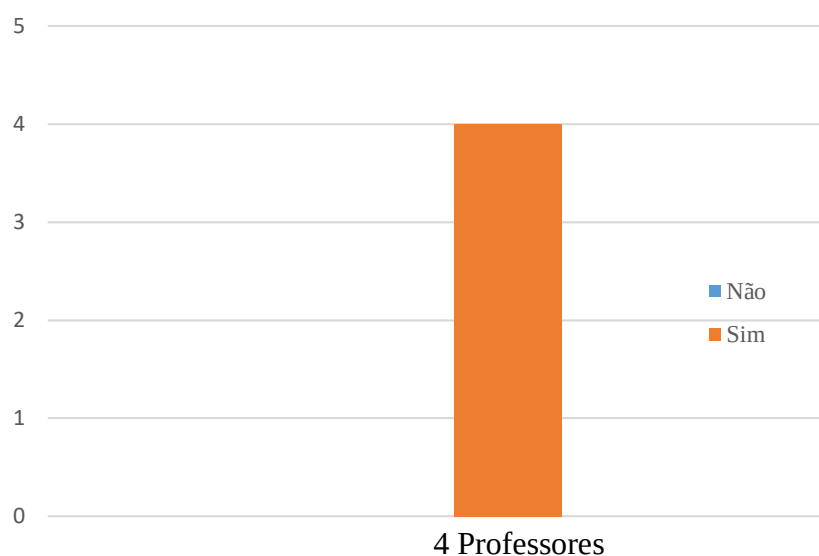
Gráfico 5.6 - Resposta dos professores para a questão 6.



Observando-se o Gráfico 5.6, percebe-se os seguintes resultados. Constatando-se que 50% dos professores participantes da oficina discordam que a energia solar é uma fonte de energia limpa em escalas industriais não provocando danos ambientais e, também, que 50% dos professores concordam que dentre todas as energias renováveis a solar é a mais limpa. Isto mostra um pouco de conhecimento sobre o assunto.

A sétima questão do questionário de conhecimento prévio foi questionado se a energia elétrica, no formato produzido pelas hidroelétricas, chegam nas residências por meio de redes paralelas e se o abastecimento por meio da usina solar se dá da mesma forma?

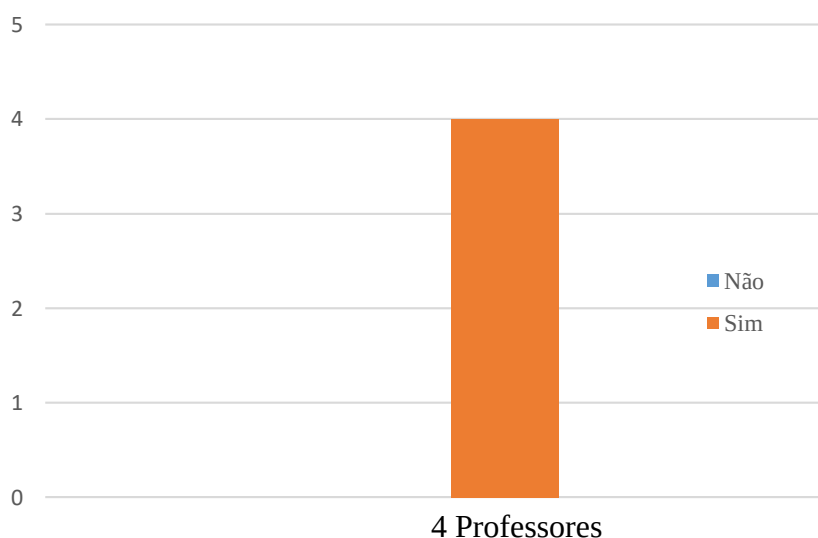
Gráfico 5.7 - Resposta dos professores para a questão 7.



Analisando-se o Gráfico 5.7, percebeu-se os seguintes resultados. Verificando-se que nenhum dos docentes optaram pela alternativa “Não” e todos os 4 docentes pela alternativa “Sim”. Assim, mostrando que 100% dos professores têm dos professores tens conhecimento de eletricidade básica.

A oitava questão do questionário de conhecimento prévio foi perguntado se o ensino de física seria mais viável utilizando experimentos?

Gráfico 5.8 - Resposta dos professores para a questão 8.



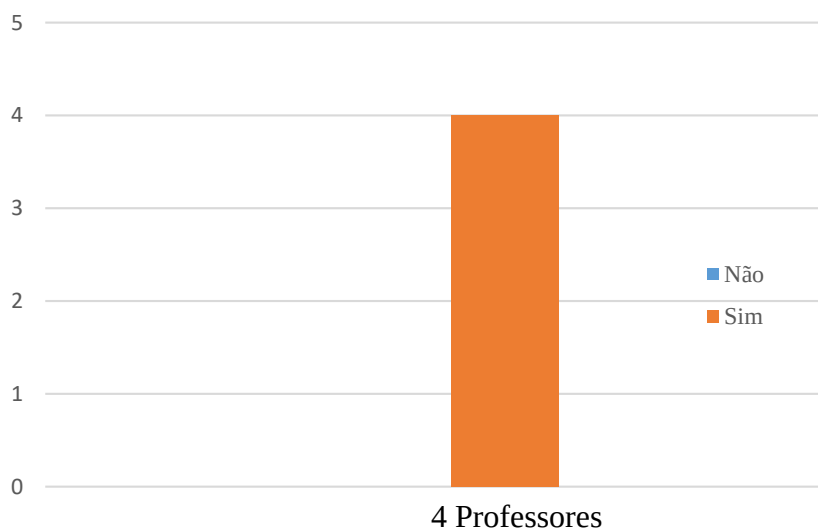
Verificando o Gráfico 5.8, verificou-se os seguintes resultados. Observando-se que nenhum dos docentes optaram pela alternativa “Não” e todos os 4 docentes pela alternativa “Sim”. Descobrindo-se que 100% dos professores participantes da oficina

concordaram que é mais viável para o aprendizado uso de experimentos em sala de aula, o que comprova os resultados encontrados no trabalho de (CASSARO, 2012) que o uso de material experimental por parte do professor em sala de aula melhora sim a aprendizagem do alunado.

Neste instante, será analisado o segundo questionário.

A primeira questão, do questionário de conhecimento pôs-oficina, refletia a realidade da escola em que os professores trabalham, assim, seria possível adquirir ou construir uma Usina Fotovoltaica Pedagógica para tornar as aulas de Ciências mais realistas e interessantes tanto para o professor como para os alunos?

Gráfico 5.9 - Resposta dos professores para a questão 1.



Analisando o Gráfico 5.9, foi possível adquirir as seguintes contribuições. Concluindo-se que nenhum dos professores optaram pela alternativa “Não” e todos os 4 professores pela alternativa “Sim”. Constatando-se que 100% dos docentes concordaram que seria possível construir uma usina fotovoltaica pedagógica para tornar as aulas de Ciências mais realistas e interessantes para os professores e alunos.

A segunda questão, do questionário de conhecimento pôs-oficina, a usina fotovoltaica pedagógica contribui no aprendizado de várias disciplinas? Observando as respostas dos professores, concluindo-se que 100% dos docentes foram favoráveis que a usina fotovoltaica pedagógica contribui para o aprendizado interdisciplinar.

A terceira questão, do questionário de conhecimento pós-oficina, seria possível reduzir o preço da construção da Maquete Usina Fotovoltaica Pedagógica ficando mais viável para uma escola? Observando as respostas dos professores, concluindo-se que todos concordaram que seria possível reduzir o preço realizando busca de recompensas nos comércios locais, sites na internet, buscando parcerias com os donos de estabelecimentos apresentando as contribuições que o ensino dos alunos teria e com a participação e cooperação de todos.

A quarta questão, do questionário de conhecimento pós-oficina, foi se seria satisfatória com o uso da usina fotovoltaica pedagógica para trabalhar em sala de aula de forma experimental? Observando as respostas dos professores, constata-se que 100% dos docentes concordaram que seria satisfatória com o uso da usina fotovoltaica pedagógica para trabalhar em sala de aula de forma experimental.

A quinta questão, do questionário de conhecimento pós-oficina, foi sobre a forma como o professor pode apresentar os conceitos científicos, teóricos e experimentais, para as questões de energias renováveis? Observando as respostas dos professores, concluindo-se que 100% dos docentes concordaram que seria satisfatória o uso do computador, através de experimentos como apresentado na usina fotovoltaica pedagógica e projeto na área de ensino trabalhadas em mostras culturais agregando tecnologias educacionais tornando as aulas mais interessantes.

As respostas obtidas do segundo questionário mostraram que a oficina usina fotovoltaica pedagógica contribuiu para uma maior aceitação das novas tendências energéticas e educacionais atuais.

6 CONCLUSÕES

Na presente pesquisa foram desenvolvidas duas avaliações junto aos professores participantes, sendo uma antes da realização do ciclo de formação continuada sobre o conhecimento prévio de eletricidade básica e outra, logo após a vivência do ciclo para efeito de análises dos contributos da oficina sobre energia renovável.

No questionário de avaliação de conhecimento prévio, foram sistematizadas 8 questões sobre eletricidade básica (energia renovável fotovoltaica), com o propósito de avaliar os conhecimentos próximos dos professores participantes do ciclo de formação continuada sobre os conteúdos de ensino de física que seriam ministrados na oficina.

No segundo questionário avaliativo, pós-oficina, foram sistematizadas 5 questões com o propósito de alcançar as contribuições e sugestões dos professores, participantes do ciclo formativo, que envolveu atividades experimentais a partir do uso de uma “maquete usina fotovoltaica pedagógica” para auxiliar os professores de educação básica em sala de aula. A análise das respostas afirmou a importância da atividade experimental, tornando-se assim mais significativo e interessante assimilar o conteúdo de Física. Desta forma, alcançando os objetivos esperados nas informações oferecidas pelos docentes após o ciclo de formação continuada.

De acordo com as análises dos questionários foi validada a aprendizagem de energia fotovoltaica com o auxílio do experimento. As respostas dos professores demonstraram que as atividades experimentais tornam as aulas de Física no Ensino Médio mais esclarecedoras, motivadoras e eficazes. Deste modo, através dos resultados apresentados nas análises pós-oficina, a maioria dos professores afirmam que os experimentos melhoraram a performance das aulas de Física, tornando-as mais atrativas. Assim, como mostra o trabalho de (Cassaro, 2012) que assemelha aos resultados deste trabalho, comprovando assim que os objetivos almejados com a oficina foram atingidos.

O propósito da pesquisa foi incentivar a aprendizagem dos discentes por meio de atividades experimentais demonstrativas conforme aponta Piaget, provocando o fascínio dos estudantes pelo ensino das Ciências. Diante do êxito da experiência do ciclo de formação continuada, pretende-se colaborar com os professores da educação básica para a inovação de suas práticas pedagógicas.

Nestas linhas finais, como sugestões das pesquisas para trabalhos futuros, realça-se a importância dos estudos dos conhecimentos no campo da Física associados ao uso de experimentos, bem como, as avaliações dos resultados apresentados pelos participantes dos experimentos para avaliarem as investigações.

Referências

AUSUBEL, D. P. The acquisition and retention of knowledge. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

Bandas. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 16, p.63-75, 1994. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol16a08.pdf>>. Acesso em: 20 outubro 2021.

BASSALO, José Maria Filardo. A Crônica da Física do Estado Sólido: Teoria dos Metais. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 15, p.139-152, 1993. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol15a16.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2021.

BASSALO, J. M. F. A Crônica da Física do Estado Sólido: II. Teoria das Metais. Belém, PA: UFPA, 1992.

BENSON, P. 2003. Learner autonomy in the classroom. In Nunan, D. (Ed.) Practical English Language Teaching. New York: McGraw Hill. Benson, P. & Voller, P. (1997).

BRANDÃO, M. Cursos superiores de tecnologia: uma formação intermediária. In: MOURA, D. H. (Org.). Produção de conhecimento, políticas públicas e formação docente em educação profissional. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2013. – (Série Educação Geral, Educação Superior e Formação Continuada do Educador).

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. 2019.

CALLISTER, William D. Jr. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2002. 589 p. ENDERLEIN, Rolf. Microeletrônica: Uma introdução ao universo dos microchips, seu funcionamento, fabricação e aplicações. São Paulo: Editora USP, 1992.

Cartilha de Energia Solar - Kyocera

CASSARO, R. Atividades Experimentais no Ensino de Física. UFRO, JI-PARANÁ, RO. 2012.

CHARLOT, Bernard. Da relação com o saber: elementos para uma teoria. Tradução de Bruno Magne. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. 93 p.

CHARLOT, Bernard. Os jovens e o saber: perspectivas mundiais. Porto Alegre: Artmed, 2001.

CHIQUITO, Adenilson J.; LANCIOTTI JUNIOR, Francesco. O Transistor: 50 Anos. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 20, n. 4, p.309-314, dez. 1998. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v20_309.pdf>. Acesso em: 12 abril 2021.

DALVEN R. Introduction to Applied Solid State Physics. New York: Plenum Press, 1996.

DI GIORGI, C. A. G. et al. Necessidades formativas de professores de redes municipais: contribuições para a formação de professores crítico-reflexivos. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas. 29. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 1979. 928 p.

ENDERLEIN, Rolf. Microeletrônica: Uma introdução ao universo dos microchips, seu funcionamento, fabricação e aplicações. São Paulo: Editora USP, 1992.

ENGESTRÖM, Y. Activity theory and individual and social transformations. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMAKI, R. (Orgs.). Perspectives on Activity Theory. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral. Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade Técnico-Econômica. São Paulo, 2012. GEPEA – Grupo de Energia Escola Politécnica Universidade de São Paulo. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/56337/mod_resource/content/2/Apostila_solar.pdf. Acesso em: 11 outubro 2022.

FREITAS, F. A. M. Uma Proposta Para o Ensino do Conceito de Luz no Ensino Médio, Natal: IFRN, 2017.

GIORDAN, M. Z.; HOBOLD, M. de S. Necessidades formativas dos professores iniciantes: temáticas prioritárias para a formação continuada. Form. Doc., Belo Horizonte, v. 07, n. 12, p. 55-72, jan./jun. 2015. Disponível em <<http://formacaodocente.autenticaeditora.com.br>>. Acesso em: 22 set. 2020.

HALLIDAY, David, RESNIK Robert, KRANE, Denneth S. Física 3. 2 vol. 5 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2010. 384 p.

HARMER, J. The practice of English language teaching (3rd edn.). London: Pearson Education. 2001.

HOLEC, H. Autonomy and foreign language learning. Oxford: Pergamon Press. 1981.

Jean Piaget Disponível em <https://www.todamateria.com.br/jean-piaget/> pesquisado em 20/07/2022.

MACHADO, L. R. S. Formação de professores para a educação profissional, tecnológica: perspectivas históricas e desafios contemporâneos. In: MOURA, D. H. (Org.). Produção de conhecimento, políticas públicas e formação docente em educação profissional. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2013. – (Série Educação Geral, Educação Superior e Formação Continuada do Educador).

MALVINO, Albert. Eletrônica. 1 ed. São Paulo: Editora McGRAW-HILL, 1987.

Manual do curso publicado por Panorama Energético (<http://www.panoramaenergetico.com>).

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NETO, B. G. S. Os Sentidos do Conselho de Classe para a Formação Continuada de Professores da Educação Profissional a partir de Necessidades Formativas, Natal: IFRN, 2021.

NOVAK J. D. and Gowin, D.B. Learninghowtolearn. New York: Cambridge UniversityPress. 1984.

PASSALACQUA, F. G. M. Necessidades Formativas: os impasses para a efetividade das ações de formação continuada de professores no espaço escolar. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências e Letras. Araraquara, 2017.

RAMALHO, B. L.; NÚÑEZ, I. B. Diagnóstico das necessidades formativas de professores do ensino médio no contexto das reformas curriculares. Revista Educação em Questão. Natal, v. 40, n. 26, p. 69-96, jan.-jun, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/4041>>. Acesso em 18 jul. 2020.

Referencial Curricular do Ensino Médio Potiguar, Natal: Outubro, 2021

RESNICK, R. M. Física quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

ROMANOWSKI, J. P. Formação e profissionalização docente. 3. ed. rev. atual. Curitiba: Ibpx, 2007.

SEDRA, SMITH. Microeletrônica. São Paulo: Editora Pearson Makron Books, 2004.

SILVA, S. S. Aprendizagem da Língua Inglesa, um Saber Estratégico para a Inclusão do Jovem Aluno do Século XXI: A Visão de Professores e de Alunos, Natal: UFRN, 2022.

SWART, Jacobus Willibrordus. Semicondutores: Fundamentos, técnicas e aplicações. Campinas: Editora Unicamp, 2008. 374 p.

TAVARES, A. M. B. do N. Ensino médio com educação profissional: contexto curricular, concepções pedagógicas e práticas no Brasil e em Portugal. (Relatório de Estágio Científico de Pós-Doutoramento em Ciências da Educação, Especialidade em Desenvolvimento Curricular). Universidade do Minho, Portugal, 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO PRÉVIO.

O teste de conhecimento prévio, sobre energia renovável fotovoltaica, tem como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos professores participantes do ciclo de formação continuada. O questionário, a seguir, é apresentado aos professores na plataforma Google Forms.

01. O Nordeste brasileiro é a região do Brasil com o melhor índice de geração de energia solar fotovoltaica aplicado em comércios e residências, proveniente da conversão da luz do Sol em energia elétrica. Esta afirmação é:

- ☐ Verdadeira
- ☐ Falsa

Justifique sua resposta:

02. A energia solar fotovoltaica é considerada uma fonte de energia renovável?

- ☐ Verdadeiro
- ☐ Falso

03. No seu município existem comércios e residências que utilizam fontes fotovoltaicas para o próprio consumo?

- ☐ Sim
- ☐ Não

04. No seu município existe consumidor que transfere a energia gerada em usina fotovoltaica para a rede da concessionária COSERN?

☐ Sim

☐ Não

Comente: _____

05. Considerando que a energia solar é uma fonte de energia renovável e gratuita, portanto desejada pela sociedade, é correto afirmar que a instalação do sistema fotovoltaico é de baixo custo?

☐ Verdadeiro

☐ Falso

Justifique sua resposta:

06. A Energia solar é uma fonte de energia limpa. É correto afirmar que as usinas em escalas industriais não provocam nenhum dano ambiental?

☐ Verdadeiro

☐ Falso

Justifique sua resposta:

07. A energia elétrica, no formato produzida pelas hidroelétricas, chega nas residências por meio de redes paralelas. Em sua avaliação, o abastecimento por meio da usina solar se dá da mesma forma?

☐ Sim

☐ Não

08. Em sua opinião, o ensino de física pode ser mais compreendido se a metodologia acontecer por meio de experimentos?

☐ Sim

☐ Não

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PÓS-OFICINA.

O presente questionário faz parte de uma dissertação de mestrado, vinculada ao MNPEF, que foi produzido pelo mestrando João da Cruz, com finalidade de adquirir as contribuições e sugestões dos professores participantes da "Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica" acerca dos conceitos de energia renovável fotovoltaica.

01. Durante as aulas de Ciências (Física, Química, Biologia e outras disciplinas afins) o conteúdo trabalhado pelo professor, em sala de aula, pode ser ensinado de forma teórica ou experimental (demonstrativas ou de laboratórios). Na sua escola seria possível adquirir ou construir uma Usina Fotovoltaica Pedagógica para tornar as aulas de Ciências mais realistas e interessantes tanto para o professor como para os alunos?

02. O tema “energia elétrica” é um fator relevante em um país como o nosso e, também, no mundo. Desta forma, cabe ao professor levar para a sala de aula este tema de forma teórica e experimental. Em sua opinião, a Usina Fotovoltaica Pedagógica contribuiria no aprendizado de várias disciplinas?

03. Durante a Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica foi apresentada o custo de sua construção usando materiais básicos. De que maneira, em sua opinião, é possível reduzir o preço da construção ficando mais viável para uma escola?

04. A Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica apresentou os materiais básicos para ser trabalhado o conteúdo de energia renovável fotovoltaica, em sala de aula. Para os participantes, em sua opinião, este aprendizado, com o uso da usina fotovoltaica, foi satisfatório para trabalhar em sala de aula de forma experimental?

05. As aulas de Ciências com o uso do computador (informática) têm contribuído significativamente para mudar a realidade educacional nas escolas. Em sua opinião,

de que forma o professor pode apresentar os conceitos científicos, teóricos e experimentais, para as questões de energias renováveis?

APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL

Produção de Maquete Fotovoltaica como Alternativa de Formação Continuada para Professores de Educação Básica

JOÃO DA CRUZ

Produto Educacional apresentado em Dissertação de Mestrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) no curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cavalcante da Silva Filho
Coorientadora: Prof^a. Dra. Andrezza Maria B. do Nascimento Tavares

Natal – RN
Fevereiro de 2022

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a sua fonte. As imagens apresentadas são de domínio público ou produção própria e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas à divulgação do conhecimento científico.

SUMÁRIO

1. Apresentação.....	105
2. Referencial Teórico: Energia Fotovoltaica.....	106
2.1 Materiais e Aplicações.....	106
2.2. As Células Fotovoltaicas.....	108
3. O produto educacional e suas partes.....	111
3.1. Maquete Usina Fotovoltaica Pedagógica.....	112
3.2. Guia de aplicação da Usina Fotovoltaica Pedagógica.....	130
Referências.....	133
Apêndices	
A. Teste de conhecimento prévio.....	134
B. Teste de conhecimento pôs-oficina.....	136

1. Apresentação

O produto educacional, desenvolvido no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) tem como propósito auxiliar os professores de educação básica em suas aulas, como alternativa de ampliar seu conhecimento sobre eletricidade básica, através de uma oficina de energia renovável fotovoltaica pedagógica, perspectivado na teorização construtivista de Piaget.

Em que será oferecida uma Oficina Fotovoltaica Pedagógica para professores que atuam na educação básica. Esta oficina tem a produção de uma maquete fotovoltaica como alternativa para ampliar o conhecimento sobre eletricidade básica, dividido em três momentos: sendo um momento síncrono e dois assíncronos.

Ao concluir o ciclo de formação espera-se que esse trabalho possa contribuir com os professores de educação básica quanto à melhoria de sua prática pedagógica. A pretensão é estimular a aprendizagem dos discentes por meio de atividades experimentais demonstrativas, compartilhando a colaboração de Piaget, promovendo o fascínio dos estudantes pelo ensino das ciências.

2. Referencial Teórico: Energia Fotovoltaica

2.1 Materiais e Aplicações.

A matéria prima mais relevante para a produção de energia solar fotovoltaica é o Silício (Si). O silício encontra-se na natureza na forma de dióxido de silício SiO_2 formado principalmente do quartzo mineral muito abundante na areia e no granito. Na figura 2.1 temos alguns materiais onde existe silício:



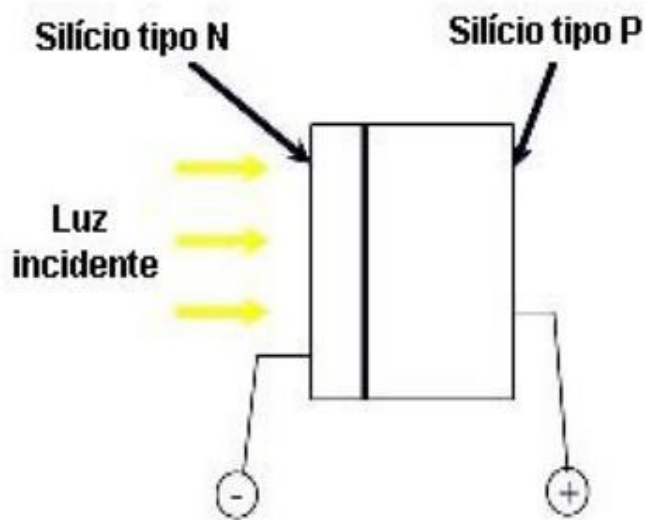
Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Figura 2.1: a) feldspato; b) granito; c) areia; d) argila; e) quartzo.

Através de técnicas apropriadas adquirem-se o silício em forma pura. Na forma cristalina é muito duro e pouco solúvel, exibindo um brilho metálico e uma coloração cinzenta. É um elemento relativamente inerte e resistente à ação da maioria dos ácidos. O silício transmite mais de 95% dos comprimentos de onda das radiações infravermelhas.

O silício é fundamental para a produção das células fotovoltaicas sendo obtido a partir da quartzite através de um processo árduo, sujo e difícil de executar o que colabora para tornar o preço do silício bastante caro. Além do mais, o cristal de silício

puro possui poucos elétrons livres e é um mau condutor elétrico. Sendo assim, depois de feito os cristais, é preciso realizar inclusão de impurezas para criar as zonas, *P* e *N*, adicionando-se pequenas percentagens de outros elementos chamados de dopagens, como apresentado na figura 2.2 abaixo.

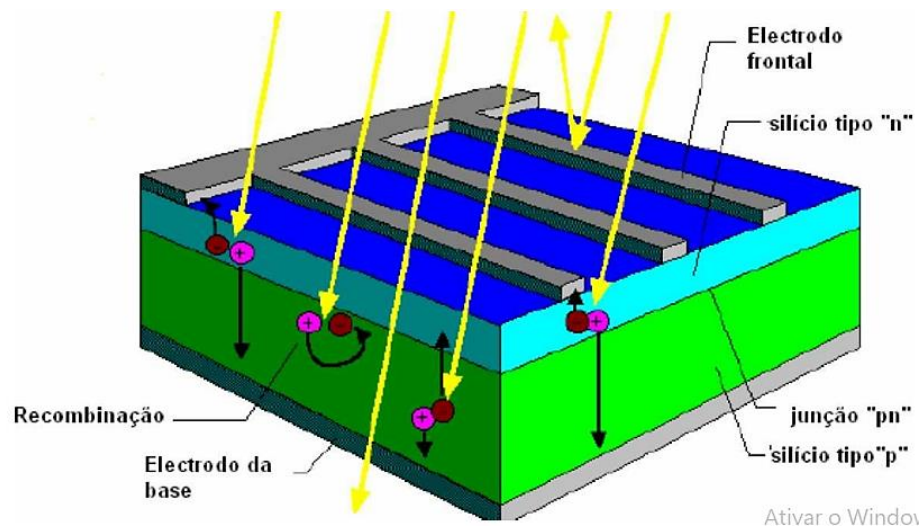


Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Figura 2.2: Junção semicondutora de Silício dopado *P* e *N*.

A dopagem do silício com o elemento químico fósforo surge um material com elétrons livres, com excesso de carga negativa (silício tipo *N*). Realizando o mesmo processo, agora adicionando o elemento químico Boro ao invés de fósforo, adquirem-se um material com características inversas, com falta de elétrons, com excesso de cargas positivas – chamadas de lacunas (silício tipo *P*). As impurezas dopantes podem ser de outros elementos químicos também, como o arsênio (silício tipo *N*) e gálio (silício tipo *P*).

Separadamente, ambas as coberturas (*P* e *N*) são eletricamente neutras. Mas ao ser unida, a união *P-N*, cria-se um campo elétrico devido aos elétrons do silício tipo *N* que ocupam os espaços da estrutura do silício tipo *P*. continuando, o silício é tratado com um revestimento antirreflexo, que evita perdas de radiação por esse fenômeno. Essa junção semicondutora *P-N* será utilizada nas placas fotovoltaicas, como apresentado na figura 2.3 abaixo.



Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Figura 2.3: Vista em corte de uma célula fotovoltaica.

2.2. As Células Fotovoltaicas.

A geração direta de energia elétrica a partir da energia vinda do Sol, através do fenômeno fotovoltaico, faz-se através de um módulo eletrônico formado por elementos geradores – as células fotovoltaicas. Os módulos ou painéis fotovoltaicos atuais são formados de células feitas de silício.

As células comerciais podem ser de três tipos de tecnologia:

i. Silício monocristalino.



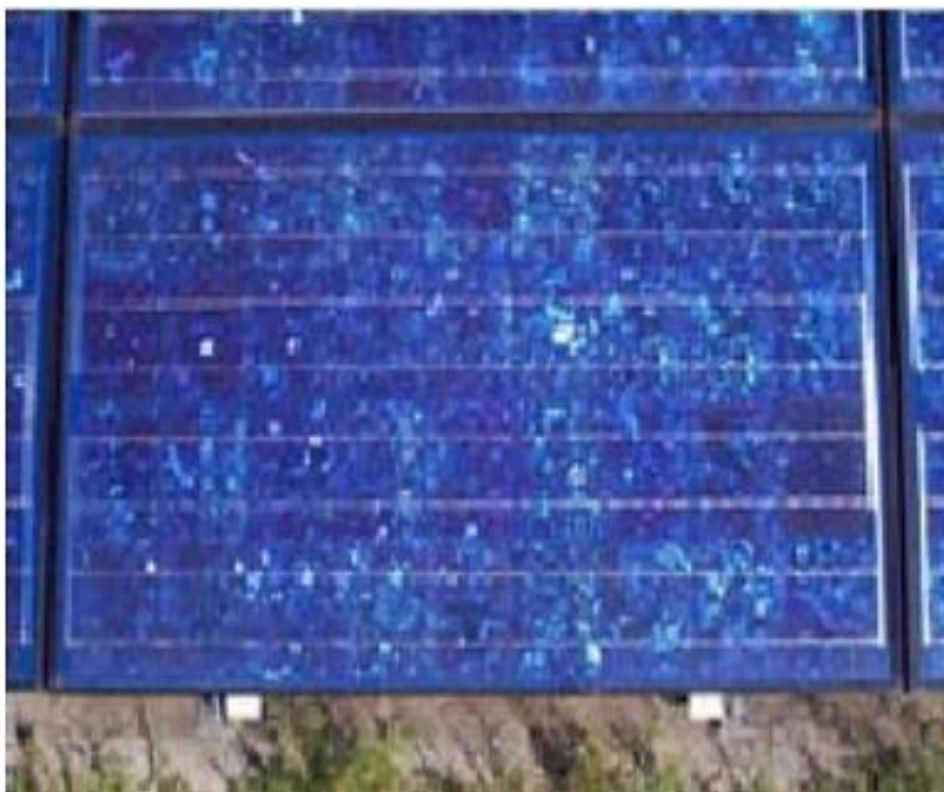
Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Figura 2.4: Modulo monocristalino que representa à primeira geração desta tecnologia.

Estas células são adquiridas a partir de barras cilíndricas de silício monocristalino fabricadas em fornos especiais. Obtidas por meio de corte das barras em forma de pastilhas quadradas finas (0,4-0,5 mm de espessura). Caracterizadas por um rendimento energético de conversão elevado (23% em laboratório e 16-18% disponível nos módulos comerciais).

As técnicas de produção são complexas e caras e requerem grande quantidade de energia no seu processo de fabricação, devido à exigência de se usarem materiais em elevado estado de pureza. (superior a 99,999999%) sendo as de preço mais elevado.

ii. Silício policristalino.



Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Figura 2.5: Modulo policristalino que corresponde à segunda geração desta tecnologia.

Estas células são fabricadas a partir de pedaços de silício obtidos por fusão de fragmentos puros em formatos especiais. Nos moldes, o silício esfria lentamente e solidifica-se. Neste processo, os átomos não se organizam num único cristal, formando-se uma estrutura policristalina com superfícies de separação entre os cristais, caracterizadas por um rendimento energético de conversão médio (18% em laboratório e 11-13% disponível nos módulos comerciais). As técnicas de produção ainda são complexas e caras, mas requerem menos energia no seu processo de fabricação do que as monocristalinas e preço intermédio.

iii. Silício amorfo (não cristalino)



Fonte: Manual de Energia Solar Fotovoltaica.

Figura 2.6: Modulo amorfo (não cristalino) que representa à terceira geração desta tecnologia.

Estas células são obtidas por meio da degradação de camadas muito finas de silício sobre superfícies de vidro ou metal, caracterizadas por um rendimento energético de conversão baixo (13% em laboratório e 8-10% disponível nos módulos comerciais).

As células de silício amorfo são películas muito finas, permitindo a sua utilização em superfícies flexíveis e superfícies de materiais cerâmicos aplicados na construção como as telhas e painéis de paredes e são as que têm menor preço.

Com o avanço das tecnologias de produção, o rendimento energético tem sido aumentado gradativamente. Assim, as tecnologias têm apresentado vários trabalhos científicos mostrando um aumento no rendimento energético de conversão e redução no custo de uma usina fotovoltaica.

3. O Produto Educacional e suas partes

O produto educacional é constituído por uma oficina de energia renovável fotovoltaica pedagógica, perspectivado na teorização construtivista de Piaget, em que

será oferecida uma Oficina Fotovoltaica Pedagógica para professores que atuam na educação básica, sendo dividida em três momentos: um síncrono e dois assíncronos.

3.1. Maquete Usina Fotovoltaica Pedagógica

Produção da Maquete Fotovoltaica como Alternativa de Formação Continuada para Professores de Educação Básica.

- **Objetivo Geral**

Propor um ciclo de formação continuada para professores de educação básica para a produção de uma maquete fotovoltaica como alternativa para ampliar o conhecimento sobre eletricidade básica, perspectivado na teorização construtivista de Piaget.

- **Objetivos Específicos**

- ✓ Elabora e aplicar um ciclo de formação continuada sobre a construção de uma maquete fotovoltaica pedagógica;
- ✓ Produzir com os professores uma maquete de usina de energia renovável fotovoltaica para ampliar o ensino de eletricidade básica;
- ✓ Avaliar o ponto de vista dos professores participantes do ciclo formativo no grau de colaboração do experimento e a ampliação de suas aprendizagens sobre os temas trabalhados;
- ✓ Aproximar o repertório teórico dos professores de Educação Básica da colaboração de Piaget.

- **Construção da Maquete**

Inicialmente, será apresentada a relação de materiais para a construção de uma maquete para uma usina de energia renovável fotovoltaica pedagógica. A seguir, a relação de materiais.

I. Bateria;

- II. Placa Fotovoltaica;
- III. Controlador de Carga;
- IV. Inversor CC/CA;
- V. Disjuntor;
- VI. Lâmpada de Led;
- VII. Receptáculo de Lâmpada;
- VIII. Plugue;
- IX. Tomada;
- X. Interruptor;
- XI. Fios de Ligação para a Placa Fotovoltaica;
- XII. Fios de Ligação;
- XIII. Grampos de Conexão;
- XIV. Fita Isolante;
- XV. Painel de Madeira;
- XVI. Maquete Usina Fotovoltaica;
- XVII. Usina fotovoltaica pedagógica funcionando

Descrição detalhada de cada material para construção da maquete.

I. Bateria



- ✓ Bateria Selada 7ah 12v Estacionária Nobreak Alarme.
- ✓ Vendedor: Stroke Power Componentes Eletroeletrônicos LTDA.
- ✓ Valor do produto: R\$ 109,00.
- ✓ Frete: R\$: 37,90.
- ✓ Detalhe da compra 9 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 21 de abril, 2021.
- ✓ Localização: Alvorada, Rio Grande Do Sul.

Referência:

https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485515436/status?packId=4485515436&orderId=4485515436. Pesquisado em 09/04/2021.

II. Placa Fotovoltaica



- ✓ Painel Solar Fotovoltaico de 30W.
- ✓ Vendedor: Alvesfacuri.
- ✓ Dimensões do painel: (45 x 51 x 2.5) cm.
- ✓ Número de células e tipo: 36, Silício Policristalino.
- ✓ Peso do módulo: 2,4 kg.
- ✓ Valor do produto: R\$ 286,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 9 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 21 de abril, 2021.
- ✓ Localização: Rio Claro, São Paulo.

Referência:

https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485508566/status?packId=4485508566&orderId=4485508566 pesquisado em 09/04/2021.

III. Controlador de Carga



- ✓ Controlador 10 ah.
- ✓ Vendedor: Alvesfacuri.
- ✓ Voltagem DC 12V / 24V.
- ✓ Autoconsumo do equipamento 10 mA.
- ✓ Corrente de carga Máxima 10 A.
- ✓ Sobre carga Proteção 14.4V / 28.8V.
- ✓ Funcionamento com energia oscilando entre 12V / 27V.
- ✓ Volta ao funcionamento 13.2V / 26.4V.
- ✓ Over discharge Proteção 10.8V / 21.6V.
- ✓ Volta ao funcionamento 12.3V / 24.6V.
- ✓ Operando abaixo da Voltagem Proteção 16.5V / 34V.
- ✓ Volta ao Funcionamento 15V / 30V.
- ✓ Máxima tensão do painel solar 25V / 36V.
- ✓ Valor do produto: R\$ 85,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 9 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 21 de abril, 2021.

- ✓ Localização: Rio Claro, São Paulo.

Referência:

https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485508566/status?packId=4485508566&orderId=4485508566 pesquisado em 09/04/2021.

IV. Inversor



- ✓ Inversor Senoidal Veicular Tensão 12v 220v 2000w.
- ✓ Vendedor: RA Eletrônicos.
- ✓ Valor do produto: R\$ 332,49.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 9 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 19 de abril, 2021.
- ✓ Localização: Taboão da Serra, São Paulo.

Referência:

https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485532189/status?packId=4485532189&orderId=4485532189 pesquisado em 09/04/2021.

V. Disjuntor



- ✓ Disjuntor 10 A.
- ✓ Vendedor: Redecom.
- ✓ Valor do produto: R\$ 9,80.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 29 de abril, 2021.
- ✓ Data da entrega: 29 de abril, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Redecom Passa e Fica/RN.

VI. Lâmpada de LED



- ✓ Lâmpada de led 220V/5W.
- ✓ Vendedor: DAM Material de Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 7,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

DAM Material de Construção Passa e Fica/RN.

VII. Receptáculo de Lâmpada



- ✓ Plugue Bipolar 2p Macho 10 A.
- ✓ Vendedor: Redecom.
- ✓ Valor do produto: R\$ 3,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Redecom Passa e Fica/RN.

IX. Tomada



- ✓ Tomada Externa Redonda 2P 10 A.
- ✓ Vendedor: Redecom.
- ✓ Valor do produto: R\$ 4,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Redecom Passa e Fica/RN.

X. Interruptor Externo



- ✓ Interruptor.
- ✓ Vendedor: Redecom.
- ✓ Valor do produto: R\$ 4,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Redecom Passa e Fica/RN.

XI. Fios de Ligação para a Placa Fotovoltaica



- ✓ Fios de Ligação 2,5 mm².
- ✓ Vendedor: O Ponto da Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 47,50.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

O Ponto da Construção Passa e Fica/RN.

XII. Fios de Ligação



- ✓ Fios de Ligação 2,5 mm².
- ✓ Vendedor: O Ponto da Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 20,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Comercial Lima Passa e Fica/RN.

XIII. Grampos de Conexão



- ✓ Grampo de fixação.
- ✓ Vendedor: Soares Material de Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 3,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 25 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 25 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

Soares Material de Construção Passa e Fica/RN.

XIV. Fita Isolante



- ✓ Fita isolante 3M.
- ✓ Vendedor: O Ponto da Construção.
- ✓ Valor do produto: R\$ 2,50.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 07 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 07 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

O Ponto da Construção Passa e Fica/RN.

XV. Paineis de Madeira



- ✓ Pannel para fixação dos equipamentos.
- ✓ Vendedor: Romildo.
- ✓ Dimensões do pannel: (50 x 80 x 2.5) cm.
- ✓ Valor do produto: R\$ 40,00.
- ✓ Frete: grátis.
- ✓ Detalhe da compra 10 de maio, 2021.
- ✓ Data da entrega: 10 de maio, 2021.
- ✓ Localização: Passa e Fica, RN.

Referência:

RM Romildo Móveis Passa e Fica/RN.

XVI. Maquete Usina Fotovoltaica Pedagógica



- ✓ Placa Fotovoltaica.
- ✓ Cabo de Ligação.
- ✓ Controlador de Carga.
- ✓ Bateria.
- ✓ Inversor.
- ✓ Fio de Ligação.
- ✓ Grampos de Conexão.
- ✓ Disjuntor.
- ✓ Tomada.
- ✓ Interruptor.
- ✓ Receptáculo.
- ✓ Lâmpada.
- ✓ **Valor total do produto** (aproximado): R\$ 1.038,69.

XVII. Usina fotovoltaica pedagógica funcionando

Usina fotovoltaica pedagógica com a lâmpada de led acesa.



Usina fotovoltaica pedagógica com o carregamento de um celular.



3.2. Guia de aplicação da Usina Fotovoltaica Pedagógica

Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica

- **Objetivos**

A oficina fotovoltaica pedagógica faz parte do produto educacional da dissertação de mestrado do aluno João da Cruz, e tem por objetivos:

- ✓ Produzir, com os professores participantes, uma maquete de usina de energia renovável fotovoltaica para ampliar o ensino de eletricidade básica;
- ✓ Avaliar o ponto de vista dos professores participantes da oficina fotovoltaica pedagógica no grau de colaboração do experimento e a ampliação de sua aprendizagem sobre os temas trabalhados;
- ✓ Aproximar o repertório teórico dos professores da colaboração de Piaget.

- **Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica**

Será dividido em três momentos:

1º Momento Assíncrono;

2º Momento Síncrono;

3º Momento Assíncrono.

1º Momento Assíncrono.

Nesse primeiro momento será aplicado um questionário de conhecimento prévio. Este questionário será de forma assíncrona, via Google Forms (ver apêndice A).

Os professores terão o prazo de uma semana para entrega do Questionário respondido.

A aplicação do questionário prévio sobre energia renovável fotovoltaica tem como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos professores participantes do ciclo de formação continuada que contribuirá de forma positiva para a oficina.

2º Momento Síncrono.

A data prevista do momento síncrono será agendada de acordo com o momento comum aos professores participantes da oficina, com duração de 3 horas aproximadas.

Neste segundo momento será apresentada e construída a maquete de energia renovável fotovoltaica pedagógica, para ser trabalhada em sala de aula pelos professores de educação básica.

Serão apresentados e explicados todos os componentes necessários para a construção de uma usina fotovoltaica.

A usina fotovoltaica será testada e avaliada (de forma remota ou de forma presencial) pelo grupo de professores participantes.

Este momento será com a participação de todos os professores que colaboraram na construção com olhar experimental e educacional.

3º Momento Assíncrono.

Neste momento assíncrono, os professores responderão o questionário pós-oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica. Eles terão o prazo de uma semana para devolver o questionário respondido.

O questionário ficará disponível na plataforma Google Forms (ver apêndice B) após o encerramento da oficina.

Este questionário pós-oficina tem como objetivo obter contribuições e sugestões dos professores participantes acerca do estudo de energia renovável fotovoltaica.

Referências

Disponíveis em: <https://blog.bluesol.com.br/resolucao-482-da-aneel-guia-completo/#:~:text=Desde%2017%20de%20abril%20de,Ag%C3%Aancia%20Nacional%20de%20Energia%20El%C3%A9trica> pesquisado em 13/05/2021.

Disponíveis em: https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485508566/status?packId=4485508566&orderId=4485508566 pesquisado em 09/04/2021.

Disponíveis em: https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485508566/status?packId=4485508566&orderId=4485508566 pesquisado em 09/04/2021.

Disponíveis em: https://myaccount.mercadolivre.com.br/my_purchases/4485532189/status?packId=4485532189&orderId=4485532189 pesquisado em 09/04/2021.

Disponíveis em: <https://myaccount.mercadolivre.com.br/mypurchases/4485515436/status?packId=4485515436&orderId=4485515436> pesquisado em 09/04/2021.

Disponíveis em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica> pesquisado em 01/05/2021.

Disponíveis em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica> pesquisado em: 20/05/2021.

Disponíveis em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/64898719/manual-de-energia-fotovoltaico> pesquisado em 19/03/2021.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. Cengage, 2010.

Apêndices

A. Teste de conhecimento prévio

O teste de conhecimento prévio, sobre energia renovável fotovoltaica, tem como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos professores participantes do ciclo de formação continuada. O questionário, a seguir, é apresentado aos professores na plataforma Google Forms.

01. O Nordeste brasileiro é a região do Brasil com o melhor índice de geração de energia solar fotovoltaica aplicado em comércios e residências, proveniente da conversão da luz do Sol em energia elétrica. Esta afirmação é:

☐ Verdadeira

☐ Falsa

Justifique sua resposta:

02. A energia solar fotovoltaica é considerada uma fonte de energia renovável?

☐ Verdadeiro

☐ Falso

03. No seu município existem comércios e residências que utilizam fontes fotovoltaicas para o próprio consumo?

☐ Sim

☐ Não

04. No seu município existe consumidor que transfere a energia gerada em usina fotovoltaica para a rede da concessionária COSERN?

☐ Sim

☐ Não

Comente: _____

05. Considerando que a energia solar é uma fonte de energia renovável e gratuita, portanto desejada pela sociedade, é correto afirmar que a instalação do sistema fotovoltaico é de baixo custo?

☐ Verdadeiro

☐ Falso

Justifique sua resposta:

06. A Energia solar é uma fonte de energia limpa. É correto afirmar que as usinas em escalas industriais não provocam nenhum dano ambiental?

☐ Verdadeiro

☐ Falso

Justifique sua resposta:

07. A energia elétrica no formato produzida pelas hidroelétricas chega nas residências por meio de redes paralelas. Em sua avaliação, o abastecimento por meio da usina solar se dá da mesma forma?

☐ Sim

☐ Não

08. Em sua opinião, o ensino de física pode ser mais compreendido se a metodologia acontecer por meio de experimentos?

☐ Sim

☐ Não

B. Teste de conhecimento pós-oficina

O presente questionário faz parte de uma dissertação de mestrado, vinculada ao MNPEF, que foi produzido pelo mestrando João da Cruz, com finalidade de adquirir as contribuições e sugestões dos professores participantes da "Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica" acerca dos conceitos de energia renovável fotovoltaica.

01. Durante as aulas de Ciências (Física, Química, Biologia e outras disciplinas afins) o conteúdo trabalhado pelo professor, em sala de aula, pode ser ensinado de forma teórica ou experimental (demonstrativas ou de laboratórios). Na sua escola seria possível adquirir ou construir uma Usina Fotovoltaica Pedagógica para tornar as aulas de Ciências mais realistas e interessantes tanto para o professor como para os alunos?

02. O tema “energia elétrica” é um fator relevante em um país como o nosso e também no mundo. Desta forma, cabe ao professor levar para a sala de aula este tema de forma teórica e experimental. Em sua opinião, a Usina Fotovoltaica Pedagógica contribuiria no aprendizado de várias disciplinas?

03. Durante a Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica foi apresentada o custo de sua construção usando materiais básicos. De que maneira, em sua opinião, é possível reduzir o preço da construção ficando mais viável para uma escola?

04. A Oficina Usina Fotovoltaica Pedagógica apresentou os materiais básicos para ser trabalhado o conteúdo de energia renovável fotovoltaica, em sala de aula. Para os participantes, em sua opinião, este aprendizado, com o uso da usina fotovoltaica, foi satisfatório para trabalhar em sala de aula de forma experimental?

05. As aulas de Ciências com o uso do computador (informática) têm contribuído significativamente para mudar a realidade educacional nas escolas. Em sua opinião,

de que forma o professor pode apresentar os conceitos científicos, teóricos e experimentais, para as questões de energias renováveis?

ANEXO 1 – USINAS FOTOVOLTAICA NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE (IFRN)

- **Motivações institucionais**

Resolução ANEEL nº 482/2012;

Resolução ANEEL nº 687/2015;

Redução das despesas com energia elétrica;

Desenvolvimento de pesquisas e inovação tecnológicas no setor;

Contribuição para a redução da emissão de Gases de Efeito Estufa;

Disseminação da utilização da energia solar fotovoltaica no RN e no Brasil;

Formação profissional;

Aprendizagem.

- **Características dos sistemas das usinas fotovoltaica:**

21 usinas em operação: 2.000,31 kWp.

Ampliação de 4 usinas: 137,50 kWp.

Capacidade instalada: 2.137,81 kWp.

A primeira usina entrou em operação em dezembro de 2013: 56,40 kWp (UFV Reitoria).

Maior usina: 197,32 kWp (UFV Campus Natal-Central).

- **Usinas adquiridas com recursos do MEC através de licitação pública na modalidade de Pregão Eletrônico, do tipo menor preço.**

Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI): Até o final de 2018 pelo menos 30% da demanda de energia elétrica.

Investimento total: R\$ 16.754.610,00.

Área total: 13.754 m².

Economia anual: R\$ 1.300.000,00.

CO₂ neutralizado mensal: 15 T.

- **Tipos de instalação:**

Cobertura: 10 usinas (47,62%).

Solo: 2 usinas (9,52%).

Estacionamento: 9 usinas (42,86%).

- **Tipos de módulos:**

Quantidade total: 8.403 módulos.

Policristalino: 7.353 módulos (87,50%).

Monocristalino: 1.050 módulos (12,50%).

- **Usinas solares fotovoltaicas em operação no IFRN.**



Figura A1: mapa das localizações das usinas fotovoltaicas em operação no IFRN.

- **Energia solar fotovoltaica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte (IFRN).**

É interessante apresentar as usinas: Reitoria e IFRN Natal-Central.



Figura A2: UFV REITORIA IFRN: 240 painéis de 235 Wp = 56,4 kWp.



Figura A9: UFV IFRN NATAL-CENTRAL: 480 painéis de 235 Wp + 345 painéis de 245 Wp = 197,3 kWp.