

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO TECNOLÓGICO**

LUCIELEN NUNES BARROSO NASCIMENTO

**UMA ABORDAGEM SOBRE ENERGIA SOLAR POR MEIO DA
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**

**Manaus - AM
2019**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO TECNOLÓGICO**

LUCIELEN NUNES BARROSO NASCIMENTO

**UMA ABORDAGEM SOBRE ENERGIA SOLAR POR MEIO DA
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**

**Manaus - AM
2019**

LUCIELEN NUNES BARROSO NASCIMENTO

**UMA ABORDAGEM SOBRE ENERGIA SOLAR POR MEIO DA
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas para a obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico, sob orientação do prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto.

Área de Concentração: Processos e Recursos para o Ensino Tecnológico.

Linha de Pesquisa: Recursos para o Ensino Técnico e Tecnológico

**Manaus - AM
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N241a Nascimento, Lucielen Nunes Barroso.
Uma abordagem sobre energia solar por meio da aprendizagem
baseada em projetos. / Lucielen Nunes Barroso Nascimento. – Manaus,
2019.
122 p. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico). – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus*
Centro, 2019.

Orientador: Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto.

1. Ensino tecnológico. 2. Energia solar. 3. Ensino profissionalizante. I.
Cabral Neto, João dos Santos. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 371.33

LUCIELEN NUNES BARROSO NASCIMENTO

UMA ABORDAGEM SOBRE ENERGIA SOLAR POR MEIO DA APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROJETOS

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico.

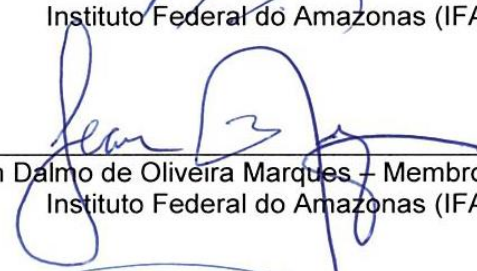
Linha de Pesquisa: Recursos para o Ensino Técnico e Tecnológico

Aprovada em 08 de novembro de 2019.


BANCA EXAMINADORA



Dr. João dos Santos Cabral Neto – Orientador
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques – Membro Titular Interno
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Dr. José de Castro Correia – Membro Titular Externo
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

“Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muito, nos aproxima.”

Louis Pasteur

“Não se glorie o sábio na sua sabedoria, nem se glorie o forte na sua força; não se glorie o rico nas suas riquezas, mas o que se gloriar glorie-se nisto: em me entender e me conhecer, que eu sou o Senhor [...]”.

Jeremias 9:23,24

AGRADECIMENTOS

A Deus por me possibilitar fazer esse curso de mestrado, pela sabedoria e conhecimento alcançados e pela vitória depois de tantos desafios, principalmente pela benção da maternidade que me surpreendeu no decorrer do caminho.

A minha família: esposo, mãe, sogra e irmãs pela força, paciência e ajuda no cuidado com meus preciosos filhos enquanto eu escrevia e pesquisava.

Ao meu professor orientador com quem compartilhei este trabalho, por sua paciência, sabedoria e amizade, além da força que me deu nos momentos de dificuldade.

Aos professores e colegas do MPET, os quais foram essenciais para meu desenvolvimento ao longo do curso.

Aos novos amigos do IFAM, pelo apoio nas atividades do Mestrado.

Não posso deixar de agradecer aos meus queridos amigos e colegas do SENAI, em especial minha coordenadora educacional que deu todo suporte que precisei e me apoiou em todas as situações necessárias para realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho propõe o uso da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como uma estratégia para o ensino e aprendizagem de conceitos relacionados ao uso e aplicação da energia solar, abrangendo principalmente a energia solar fotovoltaica para geração de eletricidade, abordando também questões ambientais de grande importância para esse tema. Dessa forma almejou-se colaborar para a formação do aluno do curso de eletricista na modalidade de qualificação profissional no que tange a importância e aplicabilidade dessa fonte de energia, contribuindo ainda para alcançar uma aprendizagem significativa, teoria a qual se baseia este trabalho. A pesquisa fundamentou-se seguindo a ideia da pesquisa-ação em que os participantes são mobilizados para a construção de conhecimento num processo de reflexão da ação, fazendo com que os envolvidos realizassem um papel ativo na resolução de problemas, os quais foram abordados por meio de uma questão cotidiana, numa perspectiva da ABP. Como instrumento de avaliação e coleta de dados, utilizou-se uma rubrica, na qual foi possível fazer um acompanhamento dos participantes ao longo de todo o projeto desenvolvido, descrevendo um resultado possível de aprendizagem, aplicou-se ainda um questionário para que se pudesse analisar a experiência dos alunos no que diz respeito à participação e envolvimento com a ABP. Ao término da aplicação, constatou-se que a ABP é uma estratégia de relevante uso em sala de aula, uma vez que contribuiu para que o ensino se tornasse mais dinâmico e os estudos mais autônomos. Quanto à aprendizagem pôde-se verificar que os alunos conseguiram ter uma maior interatividade com o tema estudado, demonstrando entendimento quanto a diversos conceitos, como tipos de sistemas, equipamentos, funcionamento, características etc.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos; Ensino; Energia Solar; Profissionalizante.

ABSTRACT

The present work proposes the use of Project-Based Learning (PBL) as a strategy for teaching and learning concepts related to the use and application of solar energy, mainly covering photovoltaic solar energy for the generation of electricity, also addressing environmental issues of great importance for this issue. Thus, it was intended to collaborate for the training of the student of the electrician course in the modality of professional qualification with regard to the importance and applicability of this energy source, also contributing to achieve significant learning, theory to which this work is based. The research was based on the idea of action research in which participants are mobilized for the construction of knowledge in a process of reflection of the action, causing those involved to play an active role in solving problems, which were approached through an everyday question, from a perspective of the PBL. As an instrument for evaluation and data collection, a heading was used, in which it was possible to monitor the participants throughout the project developed, describing a possible learning result, a questionnaire was also applied to analyze the students' experience with regard to participation and involvement with PBL. At the end of the application, it was found that PBL is a strategy of relevant use in the classroom, since it contributed to learning becoming more dynamic and more autonomous studies. Regarding learning, it was possible to verify that the students were able to have a greater interactivity with the theme studied, demonstrating an understanding of various concepts, such as system types, equipment, operation, characteristics etc.

Keywords: Project-Based Learning; Teaching; Solar Energy; Professional.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 01 – Componentes da irradiância solar	17
Figura 02 – Matriz energética brasileira.....	19
Figura 03 – Arquitetura Bioclimática.....	21
Figura 04 – Mapa de Irradiação Solar do Brasil.....	23
Figura 05 – Mapa do potencial de geração solar fotovoltaica.....	25
Figura 06 – Sistema Híbrido (à esquerda) e autônomo (à direita).....	29
Figura 07 – Sistema Isolado (<i>off-grid</i>) com acumulador de carga.....	30
Figura 08 – Sistema Conectado à rede (<i>on-grid</i>)	31
Figura 09 – Silício dopado com fósforo.....	33
Figura 10 – Silício dopado com boro.....	33
Figura 11 – Difusão de elétrons na junção P-N.....	34
Figura 12 – Partes de um módulo fotovoltaico.....	36
Figura 13 – Irradiância solar em Manaus e a precipitação média.....	50
Figura 14 – Payback de estados brasileiros para sistemas fotovoltaicos de Baixa Tensão.....	51
Figura 15 – Payback de estados brasileiros para sistemas fotovoltaicos de Média Tensão.....	52

Capítulo 4

Figura 16 – Seminário sobre Fontes Renováveis.....	79
Figura 17 – Site do projeto.....	80
Figura 18 – Discussão do tema por meio da dinâmica “Brainstorming”.....	81
Figura 19 – Palestra sobre Energia Solar Fotovoltaica.....	81
Figura 20 – Oficina de Placa Solar com LED.....	82
Figura 21 – Últimos ajustes e prévia da apresentação.....	84
Figura 22 – Equipe Voltaicos.....	86
Figura 23 – Equipe Ilumisol.....	86
Figura 24 – Equipe FiveSolar.....	87
Figura 25 – Equipe Poraquê.....	88
Figura 26 – Mostra Final da turma de eletricitista.....	89
Figura 27 – Gráfico de análise do questionário de reação sobre a ABP.....	92

Capítulo 5

Figura 28 – Produto Educacional: Guia Didático.....	93
--	----

LISTA DE QUADROS

Capítulo 1

Quadro 01 – Definições das Componentes da irradiância solar.....	18
Quadro 02 – Níveis de irradiação solar na região norte em relação aos tipos de irradiação...	26
Quadro 03 – Países com maior Capacidade Instalada em 2018 (GW) e Capacidade Instalada Acumulada.....	26
Quadro 04 – Eficiência de algumas células fotovoltaicas.....	35
Quadro 05 – Características Painel/ Módulo Fotovoltaico.....	37
Quadro 06 – Condições de teste dos módulos.....	37
Quadro 07 – Orçamento real de um sistema fotovoltaico.....	41

Capítulo 2

Quadro 08 – Etapas da ABP.....	59
Quadro 09 – Relação da APS x ABP.....	65

Capítulo 3

Quadro 10 – Fases da Pesquisa-ação x Etapas da ABP.....	73
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 ENERGIA SOLAR: CONCEITOS, FORMAS E PERSPECTIVAS.....	16
1.1 Sobre Matriz Energética Brasileira.....	18
1.2 Formas de Aproveitamento da Energia Solar.....	20
1.3 Energia Solar Fotovoltaica	24
1.3.1 Tipos de Sistemas fotovoltaicos	29
1.3.2 Efeito Fotovoltaico e Semicondutores.....	32
1.3.3 Células Fotovoltaicas.....	34
1.3.4 Painel fotovoltaico.....	35
1.3.5 Fatores fundamentais que influenciam na utilização do Sistema Solar Fotovoltaico ...	38
1.4 A Energia Solar no Contexto Educacional	42
1.4.1 Trabalhos Realizados sobre o Ensino da Energia.....	45
1.5 Energia solar na região amazônica: desafio e perspectivas.....	49
2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS – ABP: UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM.....	53
2.1 Desenvolvimento e etapas de um projeto de ensino utilizando a ABP	58
2.2 Alguns desafios para a utilização da ABP	60
2.3 Pressupostos da Aprendizagem Significativa - APS	61
3 METODOLOGIA.....	68
3.1 Itinerário da Pesquisa.....	69
3.1.1 Fase exploratória.....	69
3.1.2 Fase da Pesquisa Profunda	71
3.1.3 Fase de Ação.....	72
3.1.4 Fase de Avaliação.....	72
3.2 Detalhamento das Etapas da ABP	74
3.3 Instrumentos de avaliação e coleta	77
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	78
4.1 Fase exploratória: Planejamento e Diagnóstico.....	78
4.2 Fase de Pesquisa Profunda: Introdução, Pesquisa e Desenvolvimento	80
4.3 Fase de Ação: Apresentação final e publicação	85
4.4 Fase de Avaliação.....	90
5 PRODUTO EDUCACIONAL	93

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
REFERÊNCIAS	96
APÊNDICE A:PLANO DE TRABALHO - PROJETO SOLAR ABP.....	102
APÊNDICE B:QUESTIONÁRIO TESTE DIAGNÓSTICO	113
APÊNDICE C:RUBRICA DE AVALIAÇÃO	119
APÊNDICE D:QUESTIONÁRIO DE REAÇÃO.....	121

INTRODUÇÃO

As fontes renováveis têm sido um tema de bastante destaque no Brasil e no mundo, principalmente devido à crise energética sofrida pelo país, tendo seu início nos primeiros anos da década de 2000, repetindo-se por volta de 2012. Alguns autores, como Cunha e Miranda (2012), Jahnel et al. (2013), Avello e Silva (2014), abordam a importância do tema energia, em especial, a Solar, por se tratar de um assunto relevante para a sociedade. Prestes e Silva (2009) acreditam que a temática energética possibilita a discussão de questões científicas, tecnológicas, econômicas, sociais, políticas, ambientais e histórico-culturais relacionadas a fatos que abrangem meios de produção e transformação de energia.

O tema energia, mais especificamente as fontes de energia, faz parte do currículo educacional de vários países, como Alemanha, Japão, EUA, entre outros. No caso do Brasil, está presente no currículo nacional, no qual pode ser encontrado nos Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino fundamental. Nesse caso, especificamente, na disciplina de ciências naturais e pode ser encontrado no ensino médio, nas disciplinas de física e química. Em ciências, por exemplo, a temática faz parte dos conteúdos nos quais, os alunos devem reconhecer diferentes fontes de energia utilizadas pelas máquinas bem como as transformações que estas realizam (BRASIL, 2000). O assunto energia também está presente na atual Base Nacional Comum Curricular nesses mesmos níveis de ensino (BRASIL, 2018).

Os conteúdos que envolvem fontes de energia devem ser abordados em um contexto real de forma que façam mais sentido para o estudante. Para a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN, a educação tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996). Sendo assim, o conteúdo ministrado a respeito do tema fontes de energia deve direcionar o aluno para um melhor entendimento sobre energia não renovável e renovável, na qual se insere a energia solar, de tal forma que o educando alcance uma aprendizagem significativa à cerca do conteúdo estudado, uma vez que, esse aprendizado irá diferenciá-lo como cidadão.

Embora existam diversas fontes que podem ser estudadas como forma de gerar energia renovável, a solar tem se mostrado uma excelente alternativa para contribuir com a matriz energética do Brasil, uma vez que o Sol pode ser considerado como uma fonte inesgotável de energia tendo considerando a escala de tempo da terra e os níveis de consumo

energético mundial (SOUZA, 2016a). Além disso, as formas de energia mais comuns que conhecemos provém da energia solar que interfere, por exemplo, no ciclo hidrológico alterando o estado físico da água que é represada e utilizada nas usinas hidrelétricas. A energia do Sol também é a responsável pelo aquecimento das massas de ar que origina os ventos, que são aproveitados na geração de energia eólica e é ainda a energia solar, por meio da fotossíntese, que dá vida às plantas utilizadas como fonte de energia de biomassa (SOUZA, 2016b).

A energia solar também é considerada uma fonte de energia limpa, que contribui inclusive com as questões ambientais tão discutidas atualmente, uma vez que a matriz energética brasileira ainda é fortemente dependente dos combustíveis fósseis e seus derivados, dependendo ainda em maior escala das hidrelétricas, que embora tenha a energia hídrica considerada como renovável, o seu processo de construção e montagem prejudica intensamente o meio ambiente, sendo ainda limitada pelas estações do ano, principalmente devido às estiagens (MIAN; MOTA, 2015; INATOMI; UDAETA, 2005).

No Brasil, ainda que em locais menos ensolarados, é possível gerar mais eletricidade solar do que no local mais ensolarado da Alemanha. No entanto, embora o Brasil seja abundante em energia solar, a mesma supre menos de 1% da demanda do país. Dentre os vários fatores que contribuem para isso acontecer, salienta-se a questão de a energia solar ser considerada fonte intermitente de energia devido a variação sazonal relacionada às condições meteorológicas presentes de cada região (PEREIRA et al., 2017).

Tratando-se da região norte do país, embora tenha alta variação sazonal, com períodos intensos de chuva e calor durante o ano inteiro, possui como média mensal, de acordo com o Pereira et al. (2017), uma Irradiação Global Horizontal de 4825 Wh/m^2 , o que torna viável o aproveitamento da energia solar fotovoltaica para geração de eletricidade.

Desta forma, diante das características profícuas que o Sol fornece e levando em consideração a região norte, mais especificamente o estado do Amazonas, senti-me motivada a desenvolver um projeto que trouxesse como objeto de estudo, a energia solar fotovoltaica. Esse anseio surgiu pelo fato de atuar como docente da disciplina de instalações elétricas, cujo conteúdo também envolve fontes de energia para alunos de cursos profissionalizantes da área de eletricidade.

Esse tema permite uma variedade de questões que podem ser trabalhadas com os alunos, a fim de contribuir para o desenvolvimento de uma conscientização sobre a relevância

que este tema tem para a sociedade no que diz respeito à utilização de uma energia limpa, e que eles, como futuros profissionais, sejam eletricitas, empresários, professores, engenheiros etc. possam fazer a diferença onde estiverem atuando, quer seja em questões elétricas, ambientais entre outras. Vale ressaltar ainda, que para haver um processo de consciência a respeito de algo, considera-se neste trabalho, a ideia de Paulo Freire, na qual a consciência humana se dá a partir de um jogo dialético das relações homem-mundo (FEITOZA, 2011).

Esse pensamento pode ser relacionado ao que diz a lei 9795/99 a respeito dos objetivos fundamentais da educação ambiental, que busca “o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica(homem) sobre a problemática ambiental e social (mundo)” (BRASIL, 1999, p. 2, grifo do autor).

Para que essa relação ‘homem-mundo’ aconteça, é necessário haver interação do aluno com o mundo ao seu redor envolvendo questões energéticas e inclusive ambientais, questões estas, presentes no dia a dia. Esse envolvimento vai, em certo momento, direcioná-lo para o tema energia solar, o qual está presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (1997; 2000) e na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2018).

No entanto, embora a temática energética faça parte dos conteúdos que devam ser estudados de acordo com os PCNs, com a BNCC e levando em consideração que a educação deve preparar o discente para o mercado de trabalho, conforme descreve a LDBEN(1996), nossa experiência em ministrar o conteúdo de fontes renováveis em cursos profissionalizantes, mais especificamente sobre energia solar, mostra que o educando ainda tem um conhecimento muito incipiente a respeito do assunto, o que traz amparo para o desenvolvimento deste trabalho, pois geralmente o tema não é abordado de forma que prepare ou trate a real importância que deve ser dada a essa fonte de energia. Ressalta-se que é uma fonte de energia considerada limpa e elucidada a questão ambiental, pois contribui para conscientização da sociedade, a qual precisa de conhecimento como requisito de sua transformação.

Nota-se, que apesar do crescimento no setor de energia solar nos últimos anos, poucos ainda se interessam de fato pela área. Dentre os vários motivos que conduzem a essa situação ressalta-se a falta de interesse por parte dos alunos e até de professores, além da ausência de discussão a respeito do tema em sala de aula, o que contribui para essa realidade.

Nos cursos profissionalizantes da área de elétrica, por exemplo, muitas vezes o assunto passa despercebido pelo aluno como apenas mais um tópico a ser “decorado” para a

prova. Esse fato está associado ao próprio sistema atual de ensino, onde na maioria das vezes, o professor foca o conteúdo e o aluno a memorização do mesmo.

Essa situação precisa ser revista, o aluno deve ser visto como a principal razão no processo para o desenvolvimento cognitivo e não basta ser somente um ouvinte dos conteúdos. A busca pelo conhecimento, conforme Mazini Filho et al. (2009), não está ligada somente ao ato de ouvir, copiar e fazer exercícios. É possível criar várias formas de propostas que impulsionam a participação ativa do aluno em sala de aula, não se limitando apenas aos aspectos intelectuais ou a memorização de conteúdos.

Perante este cenário, propõem-se como problema de pesquisa “De que forma é possível tornar significativa a utilização da energia solar fotovoltaica como fonte geradora de energia elétrica aos alunos do curso profissionalizante de eletricitista”?

Para auxiliar no desenvolvimento desta pesquisa, têm-se as seguintes questões norteadoras: i) Que estratégia de aprendizagem pode ser utilizada para contribuir com o processo de ensino tornando a aprendizagem significativa? ii) De que maneira é possível colaborar com a aprendizagem do aluno a respeito do funcionamento e aplicabilidade da energia solar? iii) Como promover a conscientização dos alunos a respeito da importância da utilização de energia solar fotovoltaica como fonte geradora de energia elétrica?

À vista disso, para desenvolver o presente trabalho, optou-se por fundamentar-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, a qual se fundamenta num modelo dinâmico em que o aluno é levado em conta, com todos os seus saberes e interconexões mentais. Esses saberes irão intensificar o aprendizado do aluno, pois a mera transmissão de conceitos de energia em uma visão isolada e fora de um contexto não será suficiente para gerar um conhecimento mais concreto sobre o conteúdo abordado.

Assim, diante do que foi exposto, o presente projeto de pesquisa tem como objetivo geral propor uma estratégia de aprendizagem que auxilie o professor e contribua para a formação do aluno a respeito da importância e aplicabilidade da energia solar. Dessa forma, pretende-se alcançar os seguintes objetivos específicos: i) Analisar a Aprendizagem Baseada em Projetos como estratégia para sensibilizar sobre o uso da energia solar contribuindo para uma aprendizagem significativa; ii) Promover atividades de ensino que levem os alunos a entender o funcionamento e aplicação do uso da energia solar; iii) Desenvolver situações de aprendizagem que proporcionem conhecimento e relevância a respeito da utilização de energia solar fotovoltaica como fonte geradora de energia elétrica.

Estruturamos este trabalho de pesquisa em 4 capítulos: O capítulo 1 apresenta o tema energia solar, compreendendo subseções que abordam a situação da matriz energética brasileira, as formas de aproveitamento da energia solar com ênfase nos sistemas fotovoltaicos, abordando ainda a energia solar no contexto educacional, finalizando com os desafios e as perspectivas da energia solar para região amazônica. O Capítulo 2 discorre a respeito da aprendizagem baseada em projeto, abordando ainda a teoria da aprendizagem significativa a qual fornece subsídios para averiguação da aprendizagem. O Capítulo 3 apresenta a metodologia de pesquisa a qual foi desenvolvida este trabalho, descrevendo as fases de todo o processo. No Capítulo 4 tem-se o resultado e a discussão sobre o projeto. Na sequência temos o Capítulo 5 com uma abordagem a respeito do produto educacional e por fim as considerações finais.

1 ENERGIA SOLAR: CONCEITOS, FORMAS E PERSPECTIVAS

Na atualidade é praticamente impossível viver sem energia elétrica uma vez que ela envolve praticamente todas as coisas ao nosso redor, seja em uma simples iluminação nos ambientes, ou nos produtos que utilizamos, os quais precisaram passar por algum processo em que há dispêndio de energia elétrica. Ela está presente direta ou indiretamente em torno de todos os processos da sociedade.

Pode-se assim dizer que a energia elétrica é um bem ou serviço que atende às necessidades e aos desejos humanos, a qual requer a utilização de recursos naturais para que estas necessidades sejam atendidas. Os recursos naturais são classificados em renováveis como energia solar, ar, água, plantas etc. e não renováveis como minérios, carvão mineral, petróleo etc., ressaltando que a ideia de renovável está ligada à perspectiva de tempo humano que pode ser diferente do tempo de regeneração de um determinado recurso (BARBIERI, 2016).

Para atender a demanda mundial de energia, esses recursos naturais foram e ainda estão sendo demasiadamente explorados, gerando problemas na escala ambiental, econômica e energética. Barbieri (2016) afirma que o uso continuado dos recursos naturais, com exceção da energia solar, fará com que os mesmos sejam extintos em algum momento dependendo de como são explorados e de como a natureza é afetada pelas mudanças naturais e humanas. Este argumento torna o Sol uma das fontes mais promissora de energia.

Para Silva (2006, apud SOUZA, 2016a) o Sol é a estrela mais perto de nós, deste modo, a que melhor foi estudada. A energia proveniente desse grande astro é utilizada pela humanidade desde o princípio das civilizações. Atualmente sua fonte de energia não apenas continua sendo útil para a vida como passou a ser uma das fontes de energia mais promissoras para a matriz energética mundial, por isso deve fazer parte do desenvolvimento presente nas sociedades.

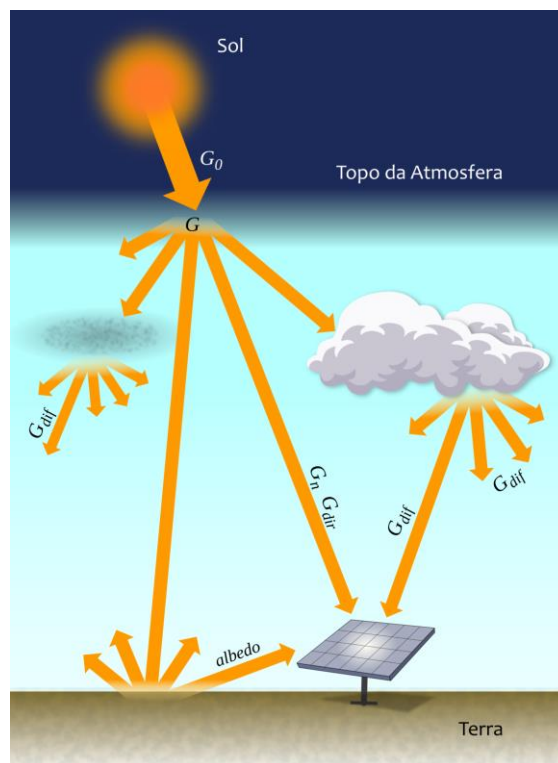
Ainda que o Sol seja considerado fonte de energia renovável, na verdade, é uma fonte inesgotável, quando se analisa a escala de tempo da vida no planeta. A seguir descreve-se algumas informações bastante precisas a respeito do Sol:

O Sol é uma estrela de tamanho médio e a energia irradiada por ele é consequência das reações de fusão nuclear dos átomos de Hidrogênio (representam cerca de 75% da composição do Sol) para formar Hélio (cerca de 25% da composição do Sol). A taxa de energia emitida pelo Sol é aproximadamente constante há bilhões de anos com uma potência atual da ordem de $3,86 \cdot 10^{26}$ W (PEREIRA et al., 2017, p.15).

A intensidade de energia que podemos obter do Sol é imensa, a energia solar que incide sobre a superfície da terra é superior a aproximadamente 10.000 vezes a demanda bruta de energia atual da humanidade (GALDINO, 1998). No entanto ainda é pouco utilizada ou incentivada para produção em maior escala, devido ao seu processo de captação ainda ser considerado de baixo rendimento.

A taxa de energia radiante que chega do Sol a uma área específica da superfície durante um intervalo de tempo específico é a Irradiância (NREL, 2017). A irradiância solar (W/m^2) que incide em uma superfície é composta por suas componentes direta e difusa. Na Figura 01 a seguir é possível visualizar as componentes da irradiância solar.

Figura 01- Componentes da irradiância solar



Fonte: PEREIRA et al. (2017).

As componentes visualizadas na Figura 01 são descritas no Quadro 01, com exceção do albedo, que provem da radiação solar refletida pelo solo das regiões próximas, cuja intensidade varia de acordo com a refletividade do solo (MELO, 2012).

Conforme Pereira et al. (2017, p. 19), “a integral da irradiância no tempo é definida como irradiação solar (Wh/m^2) ou energia radiante incidente acumulada em um intervalo de tempo”. O Brasil possui uma irradiação global horizontal média mensal de $5153 \text{ Wh}/\text{m}^2$,

análise feita a partir das médias das regiões do país. Na região norte do país, devido a alta sazonalidade climática, possui uma irradiação global horizontal média mensal de 4.825Wh/m^2 , mesmo que esteja um pouco abaixo de outras regiões do país, como nordeste e centro-oeste, por exemplo, é um valor considerado viável para o aproveitamento da energia solar fotovoltaica para geração de eletricidade (PEREIRA et al., 2017, p. 42).

Quadro 01- Definições das Componentes da irradiância solar.

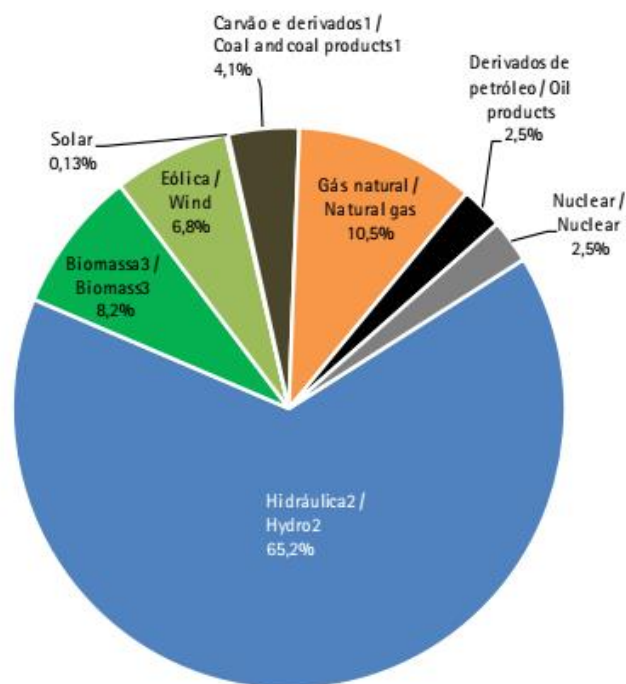
TIPO DE IRRADIÂNCIA	CONCEITO
Irradiância extraterrestre (G0)	é a taxa de energia incidente por unidade de área em um plano horizontal imaginário situado no topo da atmosfera.
Irradiância direta normal (Gn)	é a taxa de energia por unidade de área proveniente diretamente do Sol que incide perpendicularmente à superfície.
Irradiância difusa horizontal (Gdif)	é a taxa de energia incidente sobre uma superfície horizontal por unidade de área, decorrente do espalhamento do feixe solar direto pelos constituintes atmosféricos (moléculas, material particulado, nuvens, etc.).
Irradiância direta horizontal (Gdir)	é a taxa de energia por unidade de área do feixe solar direto numa superfície horizontal.
Irradiância global horizontal (G)	é a taxa de energia total por unidade de área incidente numa superfície horizontal. A irradiância global é dada pela soma $G = G_{dif} + G_{dir}$
Irradiância no plano inclinado (Gi)	é a taxa de energia total por unidade de área incidente sobre um plano inclinado na latitude do local em relação à superfície da Terra.

Fonte: Elaboração própria, Baseado em Pereira et al. (2017).

Com o avanço tecnológico esses dados ainda devem mudar e a capacidade de captação deve aumentar. Sendo assim, a energia solar é uma ótima opção para diversificar a matriz energética brasileira.

1.1 Sobre Matriz Energética Brasileira

Analisando-se a matriz de energia elétrica brasileira, observa-se que predomina o uso de geração hidrelétrica, estando presentes os combustíveis fósseis e seus derivados, possuindo ainda uma pequena parcela de energia nuclear, conforme podemos visualizar na Figura 02, a qual representa a estrutura da oferta interna de eletricidade no Brasil em 2017.

Figura 02- Matriz energética brasileira.

Notas / Notes:

1. Inclui gás de coqueria / Includes coke oven gas
2. Inclui importação de eletricidade / Includes electricity imports
3. Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações / Includes firewood, sugarcane bagasse, black-liquor and other primary sources

Fonte: Balanço Energético Nacional - BEN (2018).

É notável a necessidade de diversificar a matriz energética do país, que é baseada em usinas hidroelétricas e térmicas (carvão e derivados, gás natural e derivados do petróleo). As usinas hidroelétricas podem ser consideradas uma fonte de energia limpa, devido ao seu processo hidrológico, porém elas interferem de maneira drástica no meio ambiente, ocasionada pela construção das represas, prejudica a fauna, altera a biodiversidade e provoca a liberação de metano, que é um dos responsáveis pelo efeito estufa (INATOMI; UDAETA, 2005).

Um exemplo de desastre ambiental com pouco retorno energético foi a usina hidroelétrica de Balbina, no interior do Amazonas, a qual para a viabilização do projeto, foi necessário inundar aproximadamente 2500 quilômetros quadrados de área florestal para a formar o reservatório, que de acordo com a ANEEL resultou na pior relação entre potência instalada e área do reservatório existente no Brasil (MORETTO et al., 2012). Outro mau exemplo foi a implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte construída no Rio Xingu, no estado do Pará, que gera baixa potência de energia e acarretou um grande impacto ambiental

devido a sua construção, além de outros impactos sociais e culturais para a população indígena local (ARAÚJO et al., 2014).

Outro agravante é que quando ocorre a seca dos rios, que conseqüentemente leva a diminuição dos reservatórios das hidroelétricas, é necessário acionar as termoelétricas, estas são consideradas devoradoras de diesel ou carvão, emitem gás carbônico e óxidos de nitrogênio e de enxofre, poluentes que acentuam o efeito estufa e acarretam chuvas ácidas (FAVORETTO, 1999). Esse e outros aspectos incentivam o país a buscar fontes de energia que causem menos impactos ambientais além de contribuir de forma econômica para a sociedade, proporcionando outros meios para utilização da energia.

Sendo assim, é louvável a crescente participação da energia renovável na matriz energética nacional, conforme se observa ainda na Figura 02, destacando o aumento da energia eólica e de biomassa se comparado ao relatório de 2015, onde a eólica representava 1,1% e biomassa 7,6% (MIAN e MOTA, 2015). Levando em consideração a energia solar, no referido relatório, a mesma nem ao menos aparecia no gráfico referente a matriz energética daquele ano, tendo um tímido avanço nos últimos anos o qual representa 0,13% no relatório de 2018. Embora pouco, tal valor é significativo e considerando a demanda crescente na utilização dessa fonte, a tendência é que nos próximos estudos oficiais haja um aumento significativo na representação do uso da energia solar.

Devido à grande irradiação solar no país e por ser considerada energia limpa, a utilização e pesquisa a respeito da energia solar tem crescido nos últimos anos e é uma das fontes mais promissoras para o crescimento energético. A utilização desta fonte de energia proporciona muitos benefícios para a sociedade, sejam eles de ordem energética, econômica e/ou ambiental.

1.2 Formas de Aproveitamento da Energia Solar

A partir desta seção apresentamos possíveis formas de utilização e/ou aproveitamento da energia proveniente do Sol como, por exemplo, a Arquitetura Bioclimática, a Energia Solar Térmica e a Energia Solar Fotovoltaica.

1.2.1 Arquitetura Bioclimática

Dentre as formas de aproveitamento de energia solar podemos citar a Arquitetura Bioclimática que consiste em aprimorar as relações energéticas com o ambiente natural

(FERNANDES, 2009) aproveitamento a luz do Sol, o calor, ou evitando-o, por meio da integração arquitetônica às condições locais. De acordo com Piassini et al. (2016, p. 78), por meio de um estudo adequado de insolação é possível “[...]definir uma melhor orientação de construção de ambientes. Controlando a incidência dos raios solares, tem-se uma melhor qualidade térmica e uma redução do consumo energético”.

Os projetos arquitetônicos devem aproveitar o máximo da radiação proveniente do Sol, observando a forma e a orientação do edifício, ou seja, o posicionamento em relação ao Sol. No Brasil, a melhor orientação solar está ao norte, uma vez que nessa posição, a altura do Sol no verão possibilita um sombreamento da fachada e no inverno, permitem que os raios solares traspassem o interior do edifício com mais facilidade. Lembrando que isso só é possível com utilização de recursos arquitetônicos (PIASSINI et al., 2016).

Esse tipo de construção, que envolve a arquitetura climática, trabalha a questão da sustentabilidade, ajudando a economizar bastante a energia elétrica devido à apropriação de recursos naturais na instalação (SOUZA, 2016b). Na Figura 03, podemos encontrar um exemplo de Arquitetura Bioclimática.

Figura 03 - Arquitetura Bioclimática



Fonte: Harada (2016).

Nesse projeto, ligado a um conceito conhecido como *Ekó House*, a energia elétrica provém de painéis solares, as varandas ao redor interferem na iluminação e insolação do ambiente, possuindo ainda uma zona de raízes que corresponde ao sistema natural e híbrido de filtros e tanques de plantas macrófitas que tratam os efluentes do chuveiro, lavatório e

máquina de lavar roupas. Esse projeto foi inspirado na cultura brasileira e visa conforto, economia de energia, procurando usufruir dos recursos naturais, mas em harmonia com o meio ambiente (HARADA, 2016).

Para desenvolver um projeto desse porte é necessária análise cuidadosa por parte de profissionais qualificados que estejam envolvidos no processo, no entanto, o retorno para o proprietário do imóvel é satisfatório, uma vez que o aproveitamento da luz natural vai evitar o uso excessivo de iluminação, assim como a ventilação criada pela estrutura arquitetônica também diminuirá o uso de ar condicionado, tendo ainda outros benefícios que contribuirá com a diminuição das despesas, sem falar da consciência ambiental que este empreendimento nos traz.

1.2.2 Energia Solar Térmica

Outra forma de aproveitar a energia solar é a Térmica, a qual o aquecimento solar é geralmente utilizado para uso doméstico que tem como base de funcionamento o efeito fototérmico. Compreende-se como efeito fototérmico a captação da Irradiação Solar e conversão direta em calor. É o que acontece com os Sistemas de Aquecimento Solar que empregam os coletores solares como mecanismo de captação energética. É bastante utilizado em aquecimento de água para uso sanitário, climatização de ambiente e aquecimento de piscinas (SOUZA, 2016b). A respeito desse tópico sobre aquecimento solar, constata-se que:

Do ponto de vista econômico, a viabilidade do aquecimento solar no Brasil está fortemente associada ao custo da energia normalmente usada para o aquecimento de água. A predominância do uso do chuveiro elétrico no Brasil faz com que sua substituição por aquecedores solares implique diretamente na economia de energia elétrica, cujo custo é elevado e altamente variável em função da disponibilidade de recursos hídricos. A escassez de chuvas em determinados períodos provoca a elevação do custo da energia elétrica e demanda a racionalização do seu uso. Com base nesse aspecto, o aquecimento solar configura-se como uma das melhores alternativas para aquecimento doméstico de água, tanto do ponto de vista econômico, como na melhoria da eficiência do uso de energia (PEREIRA et al., 2017, p. 53).

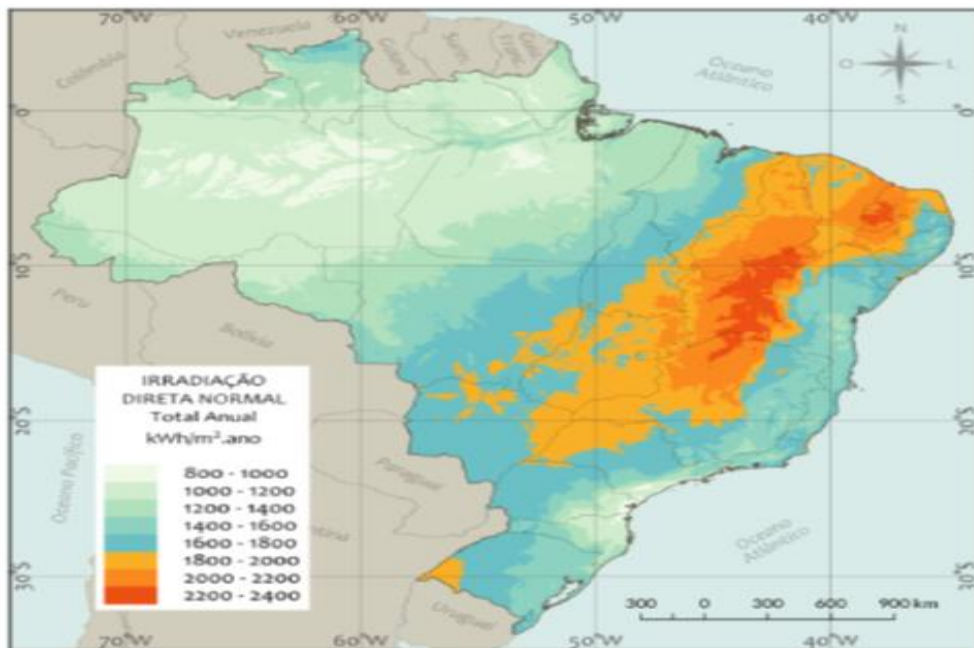
Essa forma de utilização é sem dúvida uma das mais difundidas no país, uma vez que possui um sistema tecnológico simples, substitui o uso de chuveiros e torneiras elétricas, possui muitos produtos disponíveis no mercado, além de possuir incentivos governamentais como a isenção de impostos, obrigatoriedade em alguns casos (PEREIRA et al., 2017).

Além dos sistemas existentes no mercado, há também sistemas para aquecimento de água mais simplificados, chamados de caseiros, que podem ser construídos com material

reciclável e de baixo custo para uso doméstico, como garrafas pets, por exemplo. Existem ainda outros sistemas semelhantes que embora não sejam para aquecimento, mas sim para irrigação, também são construídos a partir de materiais de baixo custo e utilizam o aquecimento solar para funcionamento (MELO, 2016a).

Ainda utilizando a energia solar térmica, há um processo em maior escala de produção, chamado de Geração de Energia Elétrica Heliotérmica. Esse processo também é conhecido internacionalmente como “Concentrated Solar Power – CSP”, cuja tradução mais próxima para português foi energia solar térmica concentrada, ou mais especificamente energia heliotérmica. Para esse tipo de geração, é necessária intensa concentração de energia solar que só acontece com a irradiação solar direta. Podemos visualizar na Figura 04 a abrangência da irradiação solar no território brasileiro:

Figura 04 - Mapa de Irradiação Solar do Brasil



Fonte: Pereira et al. (2017).

Geralmente para locais com uma disponibilidade de geração heliotérmica é preciso irradiação solar anual acima de 2000 kWh/m² e baixa nebulosidade. De acordo com Martins et al. (2012), a região do semiárido nordestino é a região que apresenta as melhores condições para esse tipo de geração, porém no novo atlas brasileiro de energia solar, destacou-se também uma área localizada ao sul da Região Centro-Oeste que apresenta potencial adequado a essa geração. Na região norte, conforme o mapa da figura 04, a

irradiação direta normal, é considerada baixa para geração de energia heliotérmica, variando entre 1000 a 1400kWh/m² por ano, havendo ainda alta nebulosidade nos períodos de chuva, dificultando ainda mais essa forma de aproveitamento de energia.

A geração de energia elétrica por meio de fontes heliotérmicas é relativamente simples, o processo assemelha-se com a geração termoelétrica convencional, no entanto, a diferença é que o calor não é obtido por meio da combustão de um material, mas sim da concentração de raios solares. O vapor gerado através da troca de calor do fluido (óleo ou sais fundidos) com a água, movimenta uma turbina e aciona um gerador, da mesma forma como ocorre com as fontes termoelétricas, porém, nas termoelétricas o vapor gerado decorre da queima de combustíveis fósseis, enquanto que na heliotérmica é obtido de forma indireta através da concentração de energia solar (CARVALHO, 2016). Ainda a respeito dessa fonte, relata-se que:

Um grande diferencial da geração heliotérmica de eletricidade é a possibilidade de armazenamento a baixo custo. Sistemas de armazenamento com óleo ou sais fundidos permitem a geração de eletricidade mesmo durante períodos de nebulosidade ou noturnos. Isso facilita o controle do despacho da energia elétrica produzida para a rede de distribuição, possibilitando atender à demanda independente da disponibilidade instantânea de irradiação solar (PEREIRA, et al., 2017, p. 55).

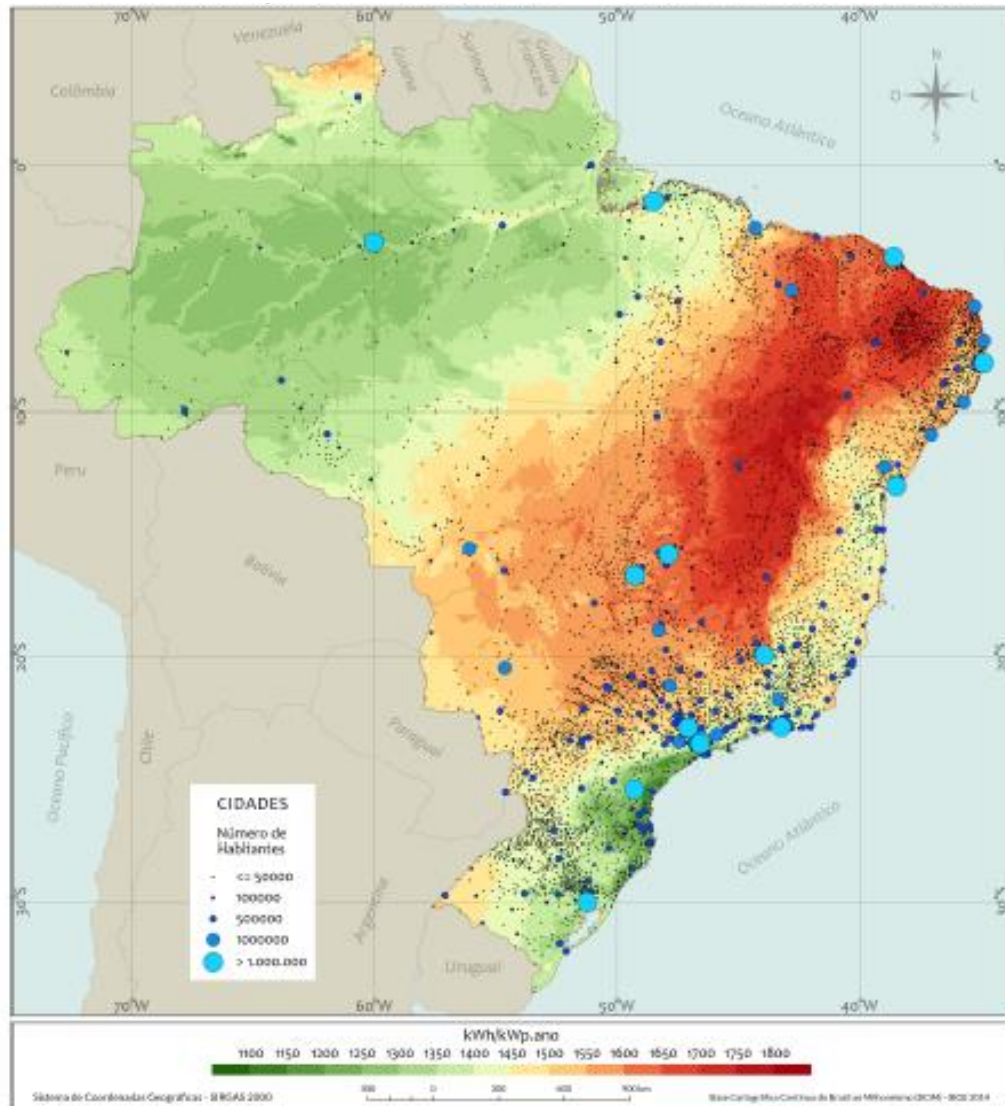
Conforme podemos observar, uma das vantagens de se utilizar esse tipo de geração consiste na possibilidade de armazenamento dos fluidos a custos menores, facilitando ainda a geração de energia elétrica em períodos onde não há incidência solar, como a noite e estações chuvosas.

Outra forma de geração de energia solar que deve ser considerada, inclusive a mais divulgada e que é foco da presente pesquisa é a energia solar fotovoltaica.

1.3 Energia Solar Fotovoltaica

Essa forma de geração da energia solar ocorre por meio da conversão fotovoltaica que se constitui na conversão direta de energia luminosa em eletricidade, por meio do efeito fotovoltaico. Pelo que se tem registro, o efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839 por Edmond Becquerel e consiste no surgimento de uma diferença de potencial entre dois semicondutores com características elétricas diferentes (BUHLER, 2013). A Figura 05, a seguir, mostra o mapa do potencial de energia solar fotovoltaica no Brasil em termos do rendimento energético anual para todo o país.

Figura 05 - Mapa do potencial de geração solar fotovoltaica



Fonte: Pereira et al. (2017).

O rendimento energético anual foi medido em kWh/kWp.ano, admitindo-se uma taxa de desempenho de 80% para geradores fotovoltaicos fixos e distribuição da população brasileira nas cidades (PEREIRA et al., 2017).

Ainda de acordo com Pereira et al. (2017), a região Nordeste proporciona o maior potencial solar, com valor médio do total diário da irradiação (que é conhecida como irradiância) global horizontal de 5,49 kWh/m², as regiões Sudeste e Centro-Oeste apontam em média 5,07 kWh/m², a região Sul, apresenta 4,53 kWh/m², já a região norte com 4,64 kWh/m². O Quadro 02 a seguir mostra a síntese dos níveis de irradiação solar na região norte em relação aos tipos de irradiação.

Quadro 02 - Níveis de irradiação solar na região norte em relação aos tipos de irradiação.

TIPOS DE IRRADICAÇÃO	REGIÃO NORTE
Irradiação Global Horizontal	4,64 kWh/m ² .dia/ 1693kWh/m ² .ano
Irradiação no Plano Inclinado	4,66 kWh/m ² .dia/ 1701kWh/m ² .ano
Irradiação Direta Normal	3,26 kWh/m ² .dia/ 1191kWh/m ² .ano

Fonte: Elaboração própria, baseado em Pereira et al. (2017).

Nesta tabela é possível visualizar que a região Norte possui os valores relativamente mais baixos de irradiação solar, fato que se justifica devido às características climáticas da região, onde a nebulosidade ocorrente, principalmente, no período das chuvas, reduz a irradiância solar que incide na superfície. Ainda assim, o Atlas Brasileiro de Energia Solar destaca o alto nível e a baixa variabilidade da irradiação solar do país em comparação com outros países que lideram essa tecnologia.

Dessa forma, é possível reiterar o grande potencial que o Brasil possui para geração de energia elétrica por meio da energia solar fotovoltaica, como já foi citado anteriormente, até mesmo o local com menor incidência solar no país ainda é mais ensolarado que a Alemanha (PEREIRA et al., 2017).

Embora o Brasil tenha um grande potencial em energia solar fotovoltaica, países com potencial fotovoltaico menor, como a China, estão bem à frente conforme se pode visualizar no Quadro 03, o qual apresenta os 10 principais países nesse seguimento e exhibe a capacidade total instalada e a acumulada.

Quadro 03 - Países com maior Capacidade Instalada em 2018 (GW) e Capacidade Instalada Acumulada.

10 PRINCIPAIS PAÍSES PARA INSTALAÇÕES E CAPACIDADE TOTAL INSTALADA EM 2018		
Posição	CAPACIDADE ANUAL INSTALADA	CAPACIDADE ACUMULADA
1	China 45,0 GW	China 176,1 GW
2	Índia 10,8 GW	EUA 62,2 GW
3	EUA 10,6 GW	Japão 56,0 GW
4	Japão 6,5 GW	Alemanha 45,4 GW
5	Austrália 3,8 GW	Índia 32,9 GW
6	Alemanha 3,0 GW	Itália 20,1 GW
7	México 2,7 GW	Reino Unido 13,0 GW
8	Coreia 2,0 KW	Austrália 11,3 GW
9	Turquia 1,6 GW	França 9,0 GW
10	Holanda 1,3 GW	Coreia 7,9 KW

Fonte: Adaptado de International Energy Agency – IEA (2019).

A Alemanha foi um dos países pioneiros na utilização de energia solar fotovoltaica. Atualmente outros países vêm se destacando, entre eles a China que teve um maior destaque devido ao seu recorde em instalações nos últimos anos e a Índia que superou os Estados Unidos em capacidade anual instalada. Um dos fatores que influenciou nesse aumento foi a utilização de tarifas prêmio e fundos específicos para energia renovável. Sobre isso Mian e Mota (2015) afirmam que:

Desde dezembro de 2012, as tarifas prêmio foram ajustadas de acordo com os recursos solares e incentivos financeiros que incentivava o autoconsumo foi introduzido. No caso de autoconsumo, o excedente de energia elétrica pode ser adquirido pelo operador da rede e um bônus pode ser pago em cima do preço da eletricidade (MIAN e MOTA, 2015, p. 19).

No Brasil, a maneira de incentivar a energia solar ocorre de formas diferentes dependendo do tipo de geração.

Na geração solar fotovoltaica centralizada, a qual se refere às usinas de grande porte, geralmente instaladas em solo em estruturas metálicas inclinadas fixas, ou com seguimento da trajetória do Sol em um determinado eixo (PEREIRA et al., 2017), o incentivo ocorre por meio de leilões específicos de energia. No leilão de energia próprio para a fonte solar, o valor do preço que a energia é vendida é pago diretamente pelo consumidor cativo¹ das distribuidoras de energia. Além disso, há um incentivo a esses investimentos por meio de financiamento com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o qual utiliza taxas de juros menores que as usuais, no qual os custos serão arcados pelo contribuinte (MIAN; MOTA, 2015).

No caso da geração distribuída, relacionada àquelas instalações geralmente mais urbanas, incorporadas nos telhados e cobertura dos prédios, o incentivo acontece por meio da compensação financeira que é regulamentada pela resolução da ANEEL nº482/2012. Esse tipo de geração, onde se utiliza, por exemplo, um telhado solar é chamado de micro ou minigeração de energia, o mesmo pode ser interligado à rede da concessionária por meio da própria unidade consumidora e injetar o excedente de energia gerado pelos painéis diretamente na rede elétrica, gerando assim créditos que podem ser acumulados e posteriormente compensados em kWh (PEREIRA et al., 2017).

¹ Consumidor ao qual só é permitido comprar energia da distribuidora detentora da concessão ou permissão na área onde se localizam as instalações do acessante, e, por isso, não participa do mercado livre e é atendido sob condições reguladas (ANEEL, nº 482/2012).

Em todo processo de geração de energia elétrica, há vantagens e desvantagens e se tratando de energia solar fotovoltaica, não é diferente. Dentre as desvantagens podemos destacar segundo Souza, 2016b:

- A densidade de fluxo radiante (também conhecida como Irradiância) que chega à superfície terrestre, é pequena, sendo menor que 1kW/m^2 ;
- A energia solar disponível em uma região varia sazonalmente, de acordo com as condições climatológicas;
- Os equipamentos de captação e conversão para instalar esse sistema requer investimento inicial financeiro mais elevado que os sistemas convencionais.

Além desses fatores outra desvantagem está na avaliação do ciclo de vida do sistema fotovoltaico, uma vez que o processo de fabricação do silício e do módulo consome muita energia além das emissões, sendo que de acordo com vários estudos, um dos maiores índices encontrados foi de 40 kg CO₂ equivalentes por módulo. A avaliação do ciclo de vida é essencial para mensurar a sustentabilidade do sistema (OLIVEIRA, 2017). Essa deve ser uma das principais razões pelas quais muitos países optam por importar esses produtos ao invés de fabricá-los.

No entanto, o sistema possui várias vantagens que o tornam significativo para investir como uma fonte de energia alternativa que venha contribuir com a matriz energética brasileira. Algumas dessas vantagens de acordo com Souza (2016b) são:

- A matéria-prima é inesgotável;
- Não há emissão de poluentes, como gases de efeito estufa;
- Não gera ruídos acústicos;
- Requer menos manutenção que os sistemas convencionais;
- Contribui com a diminuição do custo com energia elétrica;
- Os sistemas podem ser instalados em todo o globo.

Ainda como vantagem, podemos citar o fato que a incidência de luz solar é praticamente constante em todo o ano, de modo que a produção anual de energia fotovoltaica para o país seria garantida, mesmo com a questão sazonal de algumas regiões, como a amazônica por exemplo. Outro aspecto vantajoso para o país está relacionado com a geração de empregos, pois segundo relatórios internacionais sobre a geração de energia solar

fotovoltaica, muitos países mostram pontos positivos havendo grande quantidade de novos empregos nesse setor (MIAN; MOTA, 2015). Em outras palavras, podemos dizer que as vantagens para geração de energia solar fotovoltaica podem ser de ordem ambiental, econômica, energética e social.

1.3.1 Tipos de Sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em: Sistemas Isolados e Sistemas Conectados à rede.

Os sistemas isolados referem-se aqueles que não estão conectados à rede elétrica da concessionária. Eles podem ser híbridos, quando são instalados juntamente com outra fonte de energia, trabalhando em conjunto para gerar energia elétrica ou ainda podem ser considerados autônomos ou simplesmente puros, quando não possuem outra fonte para gerar eletricidade (SOUZA, 2016b).

Os sistemas isolados, também conhecidos como sistema *offgrid*, são muito utilizados em regiões afastadas do centro urbano onde não possuem redes de distribuição de energia elétrica ou ainda quando estas são limitadas dificultando a utilização. A Figura 06 a seguir mostra exemplos de sistema fotovoltaico isolado híbrido e autônomo.

Figura 06- Sistema Híbrido (à esquerda) e Autônomo (à direita)



Fonte: Souza (2016b).

Em virtude desses sistemas gerarem eletricidade apenas nas horas em que há irradiação solar, os mesmos podem ser compostos de acumuladores (baterias) que armazenam

a energia para os períodos sem sol, o que ocorre durante as noites, nas épocas de chuva ou quando está nublado. Esses acumuladores são dimensionados de acordo à autonomia que o sistema deve ter, variando conforme as condições climáticas da região na qual será instalado o sistema fotovoltaico. Há ainda outros componentes, como o inversor e o próprio painel solar fotovoltaico, ilustrados na Figura 07, na qual se demonstra um esquema completo de um sistema *off-grid*.

Figura 07 - Sistema Isolado (*off-grid*) com acumulador de carga



Fonte: Legado Energias Renováveis (2019). Disponível em:
https://legadoenergias.com/img/publicacao/59320bcbf832a84d3db4755fa966a72b_m.jpg

Outro componente importante para esse sistema, ilustrado na figura 07, é o controlador de carga, que tem como principal função, impedir sobrecarga ou descarga em excesso da bateria. É um dos principais componentes do sistema fotovoltaico (MELO, 2016b).

Nesse sistema a energia proveniente do Sol, faz com que o painel fotovoltaico gere uma corrente contínua, que posteriormente passa pelo controlador de carga, seguindo para o banco de baterias, onde essa energia é armazenada, depois segue para o inversor, o qual transforma a energia contínua em alternada de modo que possa alimentar os equipamentos.

Outro tipo de sistema fotovoltaico é o conectado a rede que são aqueles que podem fornecer energia para as redes de distribuição. Também são denominados como sistema *on-grid*, ou ainda *grid-tie*, de modo geral não utilizam sistemas de armazenamento de energia, como banco de baterias, tornando-se mais eficientes que os sistemas autônomos e consequentemente com menor custo. Esse sistema submete-se a regulamentação e legislação específica do setor, uma vez que utilizam a rede da concessionária para escoamento de energia (SOUZA, 2016b).

A legislação do setor, como a Resolução Normativa 482/2012 tem contribuído para maior utilização desse sistema, facilitando inclusive financiamento para quem tem interesse ou outras formas para custear a implantação. Vejamos o que algumas informações contidas no atual atlas brasileiro de energia solar:

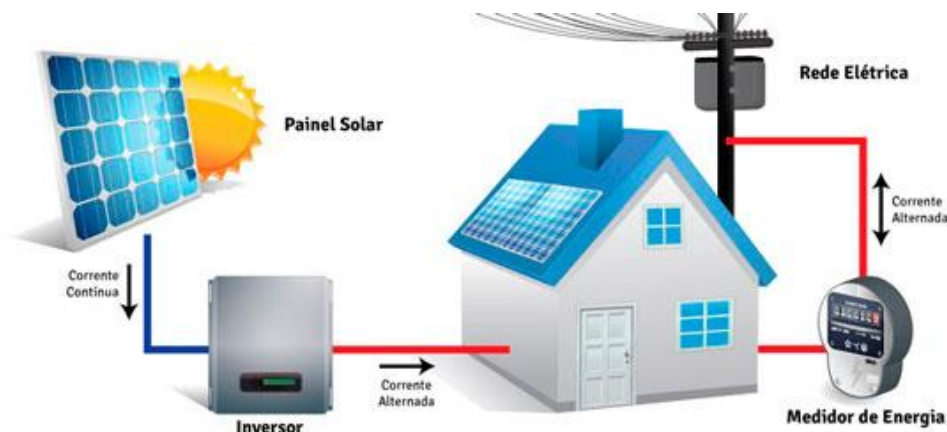
Através da Resolução Normativa 482/2012, o Brasil adotou o mecanismo de compensação de energia, em que um telhado solar pode ser conectado na rede elétrica pública através da Unidade Consumidora (UC) e injetar o excedente na rede elétrica como se ela fosse uma bateria de capacidade infinita, acumulando créditos a serem compensados em kWh (PEREIRA, et al., 2017, p. 61).

Esse sistema fotovoltaico conectado à rede possui muitas vantagens, uma delas é o menor custo para instalação, pois não precisa necessariamente de banco de baterias para armazenar a energia elétrica uma vez que já está conectada à rede. A energia excedente que retorna para a rede da concessionária é utilizada como abatimento para as próximas faturas.

Uma forma de estimular a utilização desse sistema é a linha de crédito oferecida pela Caixa Econômica Federal por meio do Construcard, o qual possibilita a compra de equipamentos de energia solar fotovoltaica para uso residencial (NASCIMENTO, 2017).

A configuração básica desse sistema é composta pelo gerador fotovoltaico (painel), o inversor e a rede da concessionária distribuidora de energia local. O painel solar fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua que será condicionada na unidade de potência e transformada pelo inversor em corrente alternada, que é o tipo de corrente que utilizamos em nossas casas, para poder ser transferida diretamente à rede elétrica (MELO, 2016b). A figura 08 a seguir ilustra o sistema *on-grid*.

Figura 08- Sistema Conectado à rede (*on-grid*)



Fonte: Limer Sol - Energia Fotovoltaica (2019). Disponível em:
<https://www.limersol.com.br/imagens/informacoes/sistema-fotovoltaico-on-grid-03.jpg>

Outro dispositivo muito importante no sistema fotovoltaico interligado à rede é o medidor bidirecional, o qual além de efetuar a medição de energia consumida pela unidade consumidora verifica também o quanto de energia elétrica é injetado na rede quando a energia gerada pelo sistema for maior que a consumida. Dessa forma é possível contabilizar os créditos que serão compensados posteriormente.

1.3.2 Efeito Fotovoltaico e Semicondutores

O efeito fotovoltaico que consiste na transformação da irradiação solar em corrente elétrica por meio de células fotovoltaicas conhecidas como células solares. As células fotovoltaicas são feitas de materiais semicondutores como: silício, arseneto de gálio, telureto de cádmio ou disseleneto de cobre e índio, no entanto, o silício cristalino é o mais utilizado (SOUZA, 2016b).

Os semicondutores são materiais que, nem conduzem como os metais, nem isolam como os isolantes quando estão submetidos à temperatura ambiente. Em um semicondutor cristalino a estrutura regular como estão dispostos os átomos faz com que os elétrons da última camada sejam compartilhados com os átomos vizinhos, realizando o que chamamos de “ligação covalente” (TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2003). O princípio de funcionamento no semicondutor ocorre devido ao fato de que:

Os semicondutores possuem a banda de valência totalmente preenchida e a banda de condução totalmente vazia a temperaturas muito baixas. A separação entre as duas bandas de energia, chamada de gap de energia, é em torno de 1 eV. Nos isolantes o *gap* é de vários eVs, variando conforme o material. Isso dá aos semicondutores determinadas características especiais, como o aumento da sua condutividade com o aumento da temperatura, devido à excitação dos elétrons da banda de valência para a banda de condução (SOUZA, 2016b, p. 26 e 27).

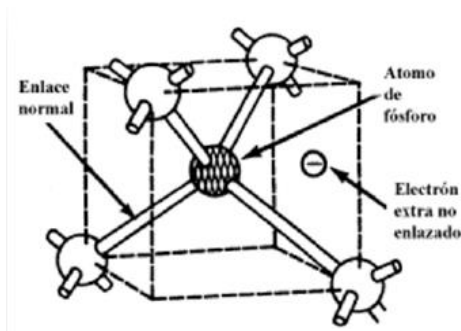
Outra particularidade importante, conforme o mesmo autor é a possibilidade de fótons na faixa do visível e com energia suficiente, excitarem os elétrons. Esse efeito que ocorre nos semicondutores puros, chamados de intrínsecos, por si só não permite o funcionamento do material com célula fotovoltaica, pois a maioria dos elétrons volta a se recombinar.

Como o material mais utilizado para fabricação da célula fotovoltaica ainda é o silício, é preciso prepará-lo para isso. Assim, cada átomo de silício tem quatro elétrons de valência, e para atingir uma configuração estável se ligam a quatro átomos vizinhos, dando origem a uma rede cristalina. Nesse caso, não há elétrons livres.

Para intensificar o efeito fotovoltaico o cristal de silício é dopado com substâncias que alteram a sua rede cristalina. Quando o silício é misturado a átomos de Arsênio ou de Fósforo que possuem cinco elétrons de valência, um desses elétrons se tornará livre, possibilitando que com pouca energia térmica esse elétron salte para a banda de condução. Esse tipo de impureza é chamado de doadora de elétrons, ou dopante *n*.

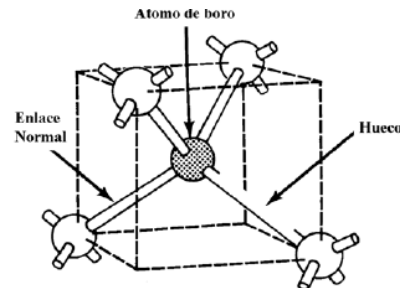
Por outro lado, se o silício for dopado com materiais como o Alumínio ou Boro, que possuem três elétrons de valência, faltará um elétron para criar uma ligação covalente. Essa lacuna se comporta como uma carga positiva, pois com pouca energia térmica um elétron vizinho vem ocupar essa lacuna, deixando outra lacuna onde estava, fazendo com que haja uma movimentação de lacunas. Esse tipo de impureza é chamado de dopante *p*. (SOUZA, 2016b). As Figuras 09 e 10 ilustram esses tipos de dopagem:

Figura 09 - Silício dopado com fósforo.



Fonte: Souza (2016b).

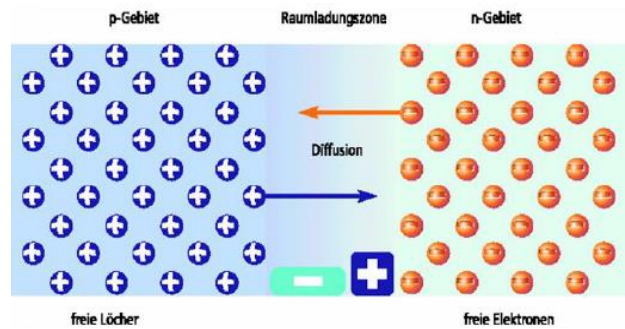
Figura 10 - Silício dopado com boro.



Fonte: Souza (2016b).

No entanto, se for combinado as duas impurezas no mesmo cristal intrínseco de silício, forma-se uma *Junção P-N*. Na área de contato da junção, os elétrons livres do semiconductor Tipo-N fluem para as lacunas do semiconductor Tipo-P até que se forme um campo elétrico que impede o fluxo permanente de elétrons, porém, se a Junção P-N ficar sujeita à irradiação solar, os fótons com energia superior ao gap liberam mais lacunas-elétrons livres criando uma corrente elétrica na área da junção, este deslocamento de cargas, que é a corrente, dá origem a uma diferença de potencial ao qual chamamos de Efeito Fotovoltaico. (SOUZA, 2016b). Na Figura 11 podemos visualizar essa combinação:

Figura 11 - Difusão de elétrons na junção P-N



Fonte: Souza (2016b).

Após a abordar a respeito dos semicondutores e sobre o processo de fabricação das células fotovoltaicas, vamos entendê-la um pouco mais.

1.3.3 Células Fotovoltaicas

A célula fotovoltaica é a responsável pela conversão da irradiação proveniente do sol em eletricidade. No entanto, uma única célula não é o bastante para gerar potenciais elétricos elevados, os fabricantes fazem associação de várias células, e as encapsulam para proteção, constituindo dessa forma um módulo fotovoltaico.

Cada módulo ou painel solar são diferentes um do outro devido a vários fatores, entre eles pode-se destacar a capacidade de gerar potencial elétrico, conhecido como potência-pico, fator de forma, área, dentre outros. Isso ocorre devido ao modelo de célula fotovoltaica usada no seu processo construtivo (SOUZA, 2016b). Existem vários tipos de células, entre as mais conhecidas destacam-se duas, a de silício Monocristalino e Policristalino, no entanto a de Película Fina está cada vez mais presente no mercado. Vejamos as considerações de Souza (2016b) a respeito desses tópicos:

- Silício Monocristalino – é desenvolvido a partir do método Czochralski, o qual é uma das maneiras de se obter o cristal único de silício. Uma semente de cristal de silício é introduzida numa caldeira com silício policristalino. A semente de silício orienta os átomos do mosto que se cristaliza em uma única formação cristalina, daí surge o nome: monocristal.
- Silício Policristalino - É desenvolvido a partir do método de fundição de lingotes, no qual o silício em estado bruto é aquecido no vácuo até uma temperatura

de 1.500°C e posteriormente resfriado até uma temperatura de 800°C. Nesse processo de purificação do silício, pode-se adicionar o Boro.

- Células de Película Fina - Esse tipo de célula vem sendo desenvolvido desde a década de 90, criado por meio de deposição por vaporização, deposição catódica ou banho eletrolítico em material semicondutor, no qual é aplicado em um substrato, normalmente vidro. O silício amorfo (a-Si), o disseleneto de cobre e índio (gálio) (CIS-CIGS) e o telureto de cádmio (CdTe) são os semicondutores mais utilizados para essa finalidade. Em razão à alta absorção luminosa, camadas de menor espessura (0,001 mm) devem ser, o bastante para transformar a luz solar em eletricidade.

Em relação ainda a essas células de película fina, Souza (2016b) destaca outra característica importante, é que esses materiais podem ser facilmente dopados e necessitam de menores temperaturas para serem fabricado, fato que, associado com a capacidade de automação para produção em grandes quantidades, pode diminuir o preço final dos módulos.

As células de película fina não se restringem ao tamanho e ao formato, como as células de silício cristalizado. No Quadro 04 apresentamos os valores de eficiência de algumas células fotovoltaicas, ressaltando que a Eficiência representa o quociente entre a potência gerada e a irradiância incidente sobre o módulo.

Quadro 04 - Eficiência de algumas células fotovoltaicas

Material	Eficiência em laboratório	Eficiência em produção	Eficiência em produção em série
Silício Mono	24,7%	18%	14%
Silício Poly	19,8%	15%	13%
Silício Amorfo	13%	10,5%	7,5%
CIS, CIGS	18,8%	14%	10%
CdTe	16,4%	10%	9%

Fonte: Adaptado de Souza (2016b).

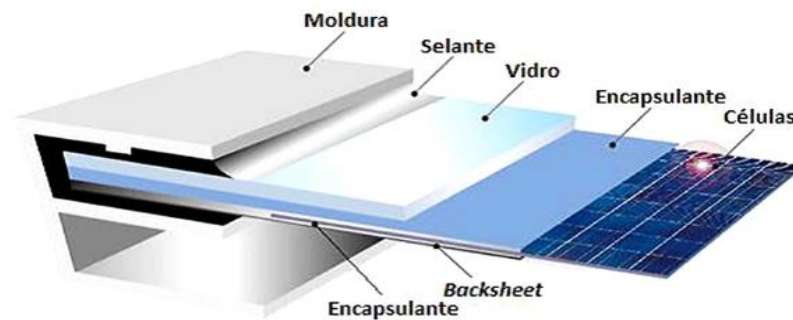
Segundo valores especificados nesse quadro, os materiais que proporcionam melhor eficiência são os de silício monocristalino e policristalino.

1.3.4 Painel fotovoltaico

Além das células, outro equipamento de extrema importância para o sistema solar fotovoltaico é o gerador fotovoltaico, como também é conhecido o painel solar. É o

equipamento responsável por transformar a energia solar em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. A Figura 12 ilustra as partes de um módulo fotovoltaico.

Figura 12- Partes de um módulo fotovoltaico



Fonte: Ritek Solar (2017). Disponível em:
http://www.riteksolar.com.tw/eng/p2-solar_modules.asp

O painel solar é constituído pelo agrupamento de várias células para formar os módulos fotovoltaicos. Os painéis módulos solares são constituídos por células fotovoltaicas encapsuladas em outro material e depois acondicionadas entre duas camadas de substrato. O encapsulamento é imprescindível para vedar os módulos e fazer com que fiquem impermeáveis (MELO, 2016b).

Para atender as exigências de uma determinada instalação os módulos podem ser combinados em ligação série ou paralelo, dependendo da necessidade da instalação. O Quadro 05 mostra as características elétricas importantes para um painel solar fotovoltaico.

Essas características são fundamentais para escolha do painel a ser utilizado, bem como seu funcionamento.

Além dessas características fundamentais dos painéis solares, é preciso conhecer um pouco sobre alguns parâmetros que influenciam em sua operação. Entre eles podemos citar a irradiância, massa de ar, e temperatura, os quais são geralmente indicados nos rótulos dos módulos fotovoltaicos e são usados como Condições Padrão de Teste (STC – Standard Test Conditions). Esses valores surgem a partir de testes em laboratórios feitos por meio de simuladores, no entanto, na prática, esses valores diferem dos valores STC especificados. No Quadro 06, podemos visualizar um exemplo a respeito dessas características (SOUZA, 2016b).

Quadro 05 - Características Painel/ Módulo Fotovoltaico

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO	
Tensão de Máxima Potência (Vmpp)	É a tensão máxima que o módulo gerará, em seu ponto de máxima potência, sob as <i>condições padrão de teste</i> (STC).
Tensão em Circuito Aberto (Voc)	Tensão máxima que o módulo fornece em seus terminais, sem a presença de uma carga (em vazio). É uma tensão de teste. Podemos medi-la com um multímetro.
Corrente em Máxima Potência (Imp)	Corrente máxima que um módulo fotovoltaico pode fornecer a uma carga, em condições padrão de teste.
Corrente de Curto Circuito (Isc)	Corrente máxima que o módulo fotovoltaico fornece, quando seus terminais estão em curto circuito, sob as condições padrão de teste. Diferente das baterias e outras fontes de energia, podemos medir a corrente em curto circuito de um módulo fotovoltaico. A corrente em curto circuito, geralmente é 5% superior à corrente máxima.
Potência Máxima	A corrente elétrica gerada por um módulo varia de zero ao Isc, enquanto a tensão entre os terminais varia de zero até o Voc sob diferentes condições de Irradiância e temperatura. Como a potência é o produto da tensão pela corrente, essa só será a máxima para uma única combinação de tensão e corrente. Um módulo fotovoltaico estará fornecendo a máxima potência, quando o circuito externo possuir uma resistência tal, que determine os valores máximos de tensão e corrente e, portanto o seu produto será o máximo.
Eficiência	É o quociente entre a potência gerada e a irradiância incidente sobre o módulo.

Fonte: Adaptado de Souza (2016b).

A norma DIN EM 50380 recomenda que acrescente as informações de teste em Condições Normais de Operação (NON-STC), incluindo também os casos de baixa irradiância, como é o exemplo da terceira coluna (G – NOCT).

Quadro 06 - Condições de teste dos módulos

Parâmetros	STC	NON-STC	G-NOCT
Irradiância (G)	1000W/m ²	800W/m ²	200W/m ²
Massa de Ar (AM)	1,5	2	2
Temperatura da Célula	25 ⁰ C	45 ⁰ C	45 ⁰ C
Temperatura do ar	0 ⁰ C	20 ⁰ C	20 ⁰ C

Fonte: Souza (2016b).

Um parâmetro que chama a atenção é a temperatura de operação, pois elas também influenciam no desempenho das células fotovoltaicas. O aumento da temperatura reduz a potência dos módulos. Isso ocorre devido a radiação ultravioleta conforme abordagem de Jordan e Kurtz (2012 apud PERIERA et al., 2017, p. 18):

A camada de ozônio absorve parte da radiação solar em comprimentos de onda na faixa do ultravioleta [...]. A resposta espectral da maioria das células fotovoltaicas é muito baixa para a faixa da radiação ultravioleta, porém, junto com os efeitos de longo prazo da temperatura, essa radiação é responsável pela degradação dos painéis fotovoltaicos e de aquecimento solar. No caso dos painéis fotovoltaicos, a resistência interna das células pode aumentar devido à infiltração de contaminantes

por rachaduras no material encapsulante sob ação dessa radiação (JORDAN e KURTZ, 2012 apud PEREIRA et al., 2017, p. 18).

Após discorrer a respeito de algumas características técnicas dos equipamentos, bem como materiais utilizados e processo de fabricação de componentes utilizados nos sistemas solares fotovoltaicos, vejamos a seguir outros fatores que influenciam em sua utilização.

1.3.5 Fatores fundamentais que influenciam na utilização do Sistema Solar Fotovoltaico

Sem dúvida, a questão ambiental é de extrema importância e que favorece a escolha pela energia solar, principalmente a fotovoltaica, como fonte geradora de energia elétrica. Como citado anteriormente, trata-se de uma fonte de energia limpa, renovável e abundante, que oferece menores impactos ambientais para o planeta.

Outro fator que influencia diretamente para utilização desse sistema, talvez o principal, é o custo. Para geração de energia elétrica utilizando a energia solar fotovoltaica, os custos dependem normalmente dos custos de instalação, da quantidade de irradiação incidente no local, eficiência do sistema, fator de disponibilidade (que representa a quantidade de horas no ano em que o sistema estará disponível), taxa de desconto, período de amortização e custo de operação e manutenção do sistema (KEMERICH et al., 2016).

De acordo ainda com Kemerich et al. (2016), esses valores se encontram ainda muito altos em nível de mercado consumidor, o que dificulta bastante a instalação desses sistemas. Conseqüentemente, muitas opções de energia renovável, inclusive a solar, ainda são mais caras do que as alternativas convencionais, no entanto, algumas tecnologias, estão se aproximando da competitividade comercial em algumas configurações.

Embora o custo ainda seja uma barreira, a legislação brasileira, por meio da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, tem incentivado a utilização da energia solar mudando aos poucos o cenário. Uma das resoluções que vem contribuir para esse cenário, é a Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL.

Dentre os vários fatores pertinentes a essa resolução, um dos mais importantes, já comentado anteriormente, diz respeito ao Sistema de Compensação de Energia Elétrica (também conhecido como *Net Metering*). Trata-se de um sistema de incentivo às fontes renováveis que permite ao proprietário do gerador, no caso do sistema solar fotovoltaico, injetar na rede elétrica a energia que não está sendo consumida na edificação onde o sistema está instalado. Desta maneira, o consumidor recebe créditos pela energia entregue à rede, o

qual será convertido em um desconto na conta de eletricidade nos meses seguintes (BENEVENUTO, 2016).

Fatores como estes, incentivam a Microgeração Distribuída, a qual representa a instalação de uma central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 100kW, que utilize fontes como energia hidráulica, solar, eólica ou biomassa conectados à rede através das unidades consumidoras, de acordo como estabelece a ANEEL.

Outra resolução que veio colaborar grandemente para utilização da energia solar fotovoltaica, foi a Resolução Normativa 687/2015 da ANEEL, que teve como um dos vários objetivos, o de aperfeiçoar a resolução 482/2012. Na atual resolução o prazo para o processo de registro do sistema solar pelas companhias foi reduzido para 34 dias e passou a ter uma única etapa, anteriormente demorava cerca 90 dias ou mais. Outras mudanças otimizaram o processo para utilização dos créditos, garantindo sua utilização a longo prazo, passando de 36 para 60 meses.

Além dessas mudanças, a resolução 687/2015, também abrange a forma de ligação para condomínios, ou seja, a instalação poderá atender de forma coletiva um determinado grupo interessado. Outra alteração é a possibilidade de instalar sistemas solares em lugares remotos afastados do local de consumo:

Também a partir de 1º de março de 2016, com a REN 687/2015, a ANEEL revisou a regulamentação e estendeu a abrangência dos telhados solares para os conceitos de condomínio, consórcio, cooperativos e também autoconsumo remoto. Com isso, quem mora em apartamento e não tem um telhado para “solarizar” pode agora gerar eletricidade solar em outro local (por exemplo numa chácara ou casa de praia de sua propriedade) e utilizar os créditos de energia gerados em seu apartamento na cidade, desde que dentro da área de concessão da distribuidora. Pode-se também constituir um condomínio, cooperativa ou consórcio e instalar um gerador comunitário em local distinto do ponto de consumo de qualquer dos condôminos, cooperativados ou consorciados (PEREIRA et al., 2017, p. 61).

Dessa forma, essa resolução amplia a possibilidade para quem não tem um telhado ou área urbana para fazer esse tipo de instalação. Caso um indivíduo possua um terreno mais distante, como um sítio, no qual há melhores condições de espaço físico e até mesmo de irradiação solar para instalar o sistema fotovoltaico e interligá-lo à rede elétrica, essa instalação poderá gerar energia para compensar o consumo em outra residência escolhida pelo proprietário. Esse incentivo favorece não apenas residências, mas empresas, escritórios etc.

Outro benefício é a possibilidade de consórcios, pois vários consumidores interessados podem se reunir e instalar uma micro ou minigeração distribuída, utilizando a energia gerada para redução das faturas individuais ou até mesmo do próprio condomínio.

Uma outra opção mais atual para se instalar um sistema fotovoltaico é a possibilidade de se utilizar o FGTS para realizar a aquisição, ou ainda fazer um financiamento junto a um banco. Isso se torna possível devido ao custo elevado do sistema, que fica em torno de 27 mil reais para atender uma residência de médio porte. Ainda que pareça um valor alto, o mesmo pode ser bastante proveitoso devido sua capacidade de “se pagar” a longo prazo por meio da geração de energia, além de estar contribuindo com o meio ambiente. (BENEVENUTO, 2016).

Alguns estados possuem isenção da cobrança do ICMS e de PIS/Confins sobre a geração fotovoltaica que seja consumida da concessionária, porém compensada, com redução de 14% para 2% do imposto de importação incidente sobre bens de capital designados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica. Esses benefícios com certeza vão além de um simples desconto na conta de luz (BENEVENUTO, 2016). No Quadro 07 podemos visualizar um orçamento real de uma empresa localizada em Manaus, com seus respectivos valores, materiais e especificações da instalação.

Nesse orçamento, o valor completo de investimento é na faixa de 22 mil reais, dentro das especificações fornecidas pelo cliente, valor este que pode ser pago à vista ou parcelado por meio de cartão de crédito. Podemos observar ainda a simulação feita no orçamento para a produção anual de energia, 5400kWh/ano, o que é ótimo para a cidade de Manaus, onde o período de chuvas pode comprometer a geração devido à diminuição da irradiação solar.

Podemos comparar uma aquisição de um sistema desses com a compra de um carro, levando em consideração um carro de 30 mil reais e financiamento de 5 anos, ao final desse prazo, o carro já deverá ter passado por situações adversas, e em muitos casos, será necessário substituí-lo. No caso de um sistema fotovoltaico, após os cinco anos, o mesmo ainda gerará energia suficiente para muitos outros anos.

Como podemos notar, embora ainda haja dificuldades com os custos de um sistema solar fotovoltaico, as facilidades já aumentaram bastante, devendo-se levar em consideração que a vida útil média de uma instalação fotovoltaica é de 25 anos, então, se o investimento se pagar em menos de sete, o negócio terá sido muito vantajoso (MIAN e MOTA, 2015).

Diante dessas considerações, espera-se que aumente o número de consumidores dessa nova forma de geração e distribuição de energia, pois o mundo está mudando sua matriz energética. No entanto, para que isso de fato aconteça, além do aumento e expansão dos incentivos do Governo juntamente com a ANEEL, é necessário elevar também o investimento

e incentivo aos empresários de forma a aumentar a oferta de produtos relacionados à energia solar fotovoltaica, além de preparar os profissionais já atuantes no mercado e outros que ainda virão, conscientizando-os da importância técnica e ambiental desse sistema.

Quadro 07 – Orçamento real de um sistema fotovoltaico

Cliente: _____
 Cpf ou cnpj: _____
 Fone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

365/19

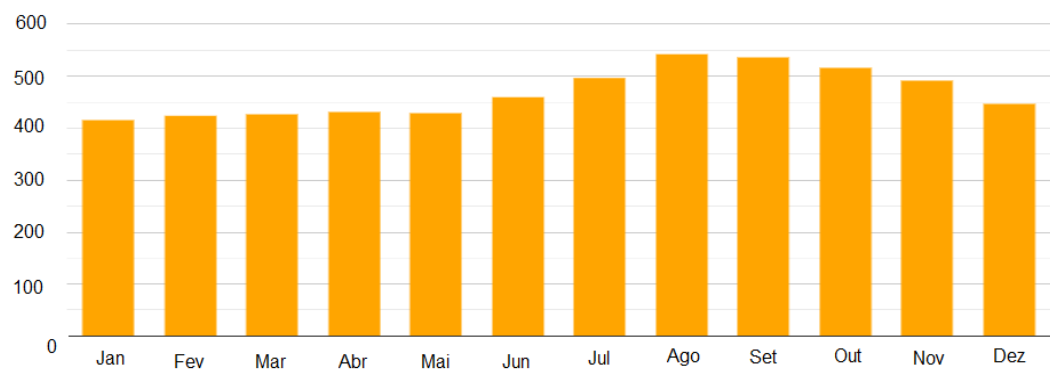
Manaus, 28 de MAIO de 2019.

Item	Qtde.	Und.	Descrição	Vir. Unit.	Vir. Total
1	11	Und.	PLACA SOLAR 330 W	R\$ 700,00	R\$ 7.700,00
2	1	M	INVERSOR ON GRID 3 KWP	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
3	1	Und.	ESTRUTURA METALICA PRA PLACAS	R\$ 1.800,00	R\$ 1.800,00
4	50	Und.	CABO SOLAR VERMELHO	R\$ 6,50	R\$ 325,00
5	50	M	CABO SOLAR PRETO	R\$ 6,50	R\$ 325,00
6	22	Und.	CONECTORES MC4	R\$ 9,00	R\$ 198,00
7	1	Und.	XTRING BOX	R\$ 1.225,00	R\$ 1.225,00
8	1	Und.	MAO DE OBRA PARA INSTALAÇÃO	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
	1		PROJETO E INTERLIGAÇÃO	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00

ESPECIFICAÇÕES

potência instalada área mínima necessária Peso Médio quantidade de painéis
3,90kWp **31,20 m²** **16 kg/m²** **12 de 325 Watts**

Produção Anual de energia: 5400kWh/ano



Condições

Prazo de entrega: IMEDIATO

Condições Pagamento: A VISTA OU CARTÃO DE CREDITO

Validade da Proposta: 20 DIAS

	Total:	R\$ 22.073,00
	Total Final:	R\$ 22.073,00

Fonte: Cedido por VM Tecnologia, 2019.

Em se tratando de preparação profissional, vejamos agora a energia solar no contexto educacional, bem como alguns trabalhos a respeito do tema energia solar, visando principalmente, como a educação pode contribuir para uma matriz energética menos poluente.

1.4 A Energia Solar no Contexto Educacional

Para que haja maior conhecimento e utilização da energia solar como fonte de energia, é preciso investir em uma das bases da sociedade que é a Educação, uma vez que o setor educacional é o responsável pelo desenvolvimento intelectual, moral, ético, profissional e cognitivo dos indivíduos. É por meio dele que as pessoas formam um pilar de sobrevivência, de conhecimento e de experiência capaz de lhes trazer autonomias para as inúmeras circunstâncias que podemos enfrentar na vida (MEDEIROS, 2013). Nesse sentido, o tema energia solar não está de fora da discussão na sociedade, pelo contrário, as questões energéticas e ambientais, nas quais a energia solar está inserida, fazem parte dessas circunstâncias.

De fato, o conteúdo de fontes de energia, no qual está inserido o tema energia solar, vem tomando um maior espaço na sala de aula. O assunto faz parte de várias disciplinas, como física, química, instalações elétricas etc. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2000) ao tratar dos conhecimentos que devem ser adquiridos na disciplina de Física, afirma que a discussão de fontes de transformação e produção de energia pode ser a oportunidade para compreender como o domínio dessas transformações está associado à trajetória humana e os problemas atuais da humanidade a esse respeito.

O tema fontes de energia faz parte desde o ensino fundamental até o médio. No primeiro, o mesmo está presente em ciências naturais, onde se estuda os vários tipos de equipamentos existentes para o transporte, comunicação, aquecimento e preparo de materiais. Esses equipamentos podem ser investigados quanto as fontes de energia que utilizam - energia elétrica, energia química dos combustíveis, energia solar, energia de movimento do homem, dos animais ou do vento – bem como as transformações que realizam (BRASIL, 1997, p. 71).

Ainda nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio e nas orientações complementares, a respeito do conteúdo de física podemos encontrar:

A Física é um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo em que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias (BRASIL, 2000, p. 22).

Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social [...] (BRASIL, 2000, p 23).

Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social (BRASIL, 2004, p. 74).

Como podemos observar, o tema tratado é bastante abrangente, envolve importantes tópicos da física, no entanto, não apenas no conteúdo de física, mas no conteúdo de Química do ensino médio, também aborda o assunto.

[...] deve-se procurar entender a problemática dos combustíveis, considerando-se as fontes renováveis e não renováveis, litosfera e biosfera, os problemas ambientais decorrentes do uso dos combustíveis, as relações entre desenvolvimento socioeconômico e disponibilidades de energia (BRASIL, 2000, p. 37).

Atualmente o sistema educacional está passando por uma fase de adaptação a nova Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), na qual os conteúdos são estudados por áreas do conhecimento.

No ensino fundamental, agora abordando a BNCC, na área de ciências, é feita referência aos recursos naturais do planeta, suas transformações e fontes de energia (BNCC, 2018, p. 325). Encontramos também como uma das habilidades na área de ciências: “Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades” (BRASIL, 2018, p. 349).

No ensino de geografia do 9º ano, encontramos também como habilidades da unidade temática natureza, ambientes e qualidade de vida:

Identificar e analisar as cadeias industriais e de inovação e as consequências dos usos de recursos naturais e das diferentes fontes de energia (tais como termoelétrica, hidrelétrica, eólica e nuclear) em diferentes países (BRASIL, 2018, p. 395).

Para o ensino médio, o tema ‘fontes de energia’ pode ser encontrado na BNCC da seguinte forma na área ciências da natureza:

Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais (BRASIL, 2018, p. 541).

Diante da pesquisa realizada nesses documentos, observou-se que os PCNs são mais específicos quanto ao tema energia, em particular a energia solar, mais ainda assim, a BNCC também aborda tais assuntos, dando mais enfoque as fontes de energia no ensino fundamental.

O tema fontes de energia, que engloba energia renovável, não se limita apenas ao ensino regular médio e fundamental, mas faz parte ainda do conteúdo de disciplinas de cursos profissionalizantes, como por exemplo o de eletricitista instalador, e técnicos como o de eletrotécnica. O conteúdo programático desses cursos requer certos conhecimentos que envolvem a temática fontes de energia dependendo do propósito de cada curso. Nos cursos profissionalizantes da área de elétrica, por exemplo, estuda-se as fontes de energia convencionais e renováveis, a fim de conhecer seus fundamentos, conceito, importância, funcionamento e aplicação (SENAI, 2017).

Da mesma forma, essa temática também está presente nos cursos de nível superior da área ambiental, elétrica dentre outros. No caso dos cursos de Engenharia Ambiental, embora tenham algumas diferenças entre as matrizes curriculares das universidades, há disciplinas que abordam a questão dos recursos energéticos, proporcionando ao aluno conhecimento sobre as principais fontes de energia renovável existentes e a importância da sua utilização para a sustentabilidade ambiental (ULBRA, 2015).

Trabalhar esse tema com os alunos pode ser uma maneira de promover uma conscientização e reflexão a respeito do assunto, de tal forma que sejam discutidas soluções para reduzir impactos ambientais por meio da utilização de fontes renováveis, em particular, a energia solar. Mas não basta apenas promover uma consciência ambiental, conforme descrevem Cunha e Miranda (2012, p. 2):

Somente a consciência ambiental não garante nenhuma ação transformadora, a busca da transformação tem que ser baseada no acesso democrático ao conhecimento, na atitude e na participação através do direito de tomar decisões que envolvem o presente e o futuro dos cidadãos, apoiado em valores éticos e em justiça social.

É preciso que essa conscientização gere um efeito ativo, uma reflexão crítica a respeito do assunto que gere mudanças, seja de pensamento ou atitudes. Mas para isso é necessário fazer com que o aluno se envolva, tenha interesse para trabalhar o tema proposto.

Para Doménech et al. (2007, p. 43), as questões energéticas “possuem implicações pessoais, sociais e ambientais que podem ajudar a aumentar o interesse dos estudantes na aprendizagem”.

O tema é importante e faz parte de vários âmbitos educacionais, no entanto, embora se fale a respeito das melhorias e mudanças que estão ocorrendo no processo ensino e aprendizagem, na maioria das escolas, as estratégias utilizadas em sala de aula ainda contribuem para aprendizagem mecânica.

Souza (2016a, p. 26), afirma que: “Por muito tempo o ensino tem se dado por mera transmissão e assimilação de conteúdo pronto sem poder de crítica por parte do aluno, método chamado hoje em dia de tradicional”. Essa forma de ensino deve ser repensada, de acordo com Bazzo (2014), quem trabalha com o ensino deve ter como premissa o interesse em trabalhar com os estudantes e em construir efetivamente o conhecimento.

Com a mudança da sociedade acontecendo cada vez mais rápido devido a novos conhecimentos e novas tecnologias, é importante que os alunos sejam preparados para entender o mundo em que vive e se torne um indivíduo autônomo que faça diferença na sociedade que está inserido. Sobre isso, lê-se:

Preparar cidadãos capazes de entender o mundo em que eles vivem e adotar atitudes responsáveis e bem fundamentadas em relação aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e suas possíveis consequências exige uma abordagem das questões energéticas em sala de aula que considere as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (PRESTES e SILVA, 2009, p.8).

Dessa forma, o aprendiz poderá sair de uma aprendizagem mecânica para uma aprendizagem significativa na qual o aluno será capaz de relacionar o tema abordado com outras questões importantes presentes na sociedade. Uma das maneiras de promover a interação do aluno com o tema abordado é desenvolver trabalhos que contribuam nesse processo, envolvendo o estudante de forma ativa e significativa.

A seguir podemos ver alguns trabalhos desenvolvidos com a temática energia solar.

1.4.1 Trabalhos Realizados sobre o Ensino da Energia

A fim de analisar como o tema energia solar está sendo trabalhado em sala de aula, foi realizado um estudo bibliográfico, por meio do qual se observou vários trabalhos a respeito desse tema, principalmente, na ênfase do ensino de física, dentre os quais, destacaram-se três que serão descritos a seguir.

Um dos trabalhos realizados foi o desenvolvimento do projeto de aplicação do tema “Energia Solar no Currículo da Educação Básica” e foi tema de dissertação de Mestrado de

José Ricardo Patrício da Silva Souza². O referido projeto teve como foco principal palestras e experimentos apresentados aos estudantes, chamando a atenção do aluno devido ao tema ser atual e de alta relevância no cenário mundial. Inicialmente, as palestras abordaram o tema energia renovável e posteriormente apenas Energia Solar que foi o produto da dissertação. A respeito da dissertação abordada, relata-se que:

A palestra foi direcionada a alunos de terceiro ano do ensino médio, na oportunidade foram explicados os conceitos relativos ao tema como, por exemplo, o efeito fotovoltaico, muito confundido com o efeito fotoelétrico nos livros didáticos atuais. Foram, ainda, discutidos os conceitos físicos envolvidos na geração de Energia Elétrica a partir da Energia Solar. Foi explicado como a placa solar de silício gera energia e o fornecimento para a casa autossustentável. [...] O momento considerado mais relevante no que diz respeito à motivação e incentivo, onde os alunos tiraram dúvidas e se mostraram intensamente motivados em saber cada vez mais sobre Energia Solar Fotovoltaica, o momento que despertou a curiosidade e vontade de aprender física (SOUZA, 2016a, p. 73-74).

As palestras foram realizadas ainda em outras escolas para o ensino fundamental e médio. O projeto também foi apresentado para estudantes de Licenciatura em Física, com o intuito de divulgar novos conteúdos e metodologias para futuros professores de Física. Por fim, de acordo com Souza (2016a), este trabalho, foi designado à área de ensino de física visando contribuir de maneira significativa para o aprendizado de forma a inovar conteúdo e incentivar práticas que abordem os temas de física de forma atraente, que desperte no aluno um espírito científico e crítico desde a educação básica até a graduação.

Para o autor, o resultado dessa pesquisa foi a inovação no currículo de física, no qual alguns dos conceitos de energia solar puderam ser vistos por meio de experiências práticas simples e custo acessível para os docentes e estudantes. Foi verificado que os alunos que participaram das palestras propostas pelo projeto, tiveram um melhor desempenho no teste que abrangia os conteúdos, que aqueles que não participaram.

Outro trabalho analisado foi um estudo de caso do Projeto Energia Solar para Comunidades de Baixa Renda que faz parte da monografia de especialização de Elidionete de Andrade³. Este trabalho foi realizado com alunos de dois cursos técnicos diferentes (Florestal e Mecânica), por meio do qual foi analisado o desenvolvimento e aplicação do projeto de construção de aquecedores solares. Tinha como principal objetivo fazer com que os alunos

² Autor da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em ensino de física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

³ Autora da Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR – Polo de Ibaiti -PR.

vissem a física como ciência aplicada ao dia a dia contribuindo para que a aprendizagem fosse significativa.

No referido projeto os alunos ao pesquisarem na internet os diversos tipos de aquecedores, dividiram-se em equipe e construíram um protótipo de aquecedor a partir de um modelo simples, com materiais acessíveis. O projeto apresentado foi muito interessante, pois pode trabalhar o tema energia solar dentro de questões de física, dessa vez a sua forma de utilização não foi para geração de energia, mas para aquecimento, que é outra maneira de utilizar essa tão rica fonte.

Como resultado desse trabalho, foi verificado que os alunos tiveram um desenvolvimento criativo, e o projeto pode contribuir com conceitos abstratos que podem ser observados diariamente, além de trabalhar a questão social, uma vez que os protótipos foram desenvolvidos como proposta para casas de baixa renda. Segundo a pesquisadora, observou-se que o ensino de Física se torna bastante prático quando se trabalha com projetos e que a utilização de materiais e métodos foi diversificada e possibilitou ao aluno um aprendizado agradável para a construção do próprio saber (ANDRADE, 2014).

O último trabalho analisado descreve a respeito do uso da abordagem entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente - CTSA no ensino de energia, tendo o desenvolvimento sustentável como eixo temático. O projeto foi desenvolvido por José Alves de Lima Neto⁴ e fez parte de um trabalho de intervenção educacional apresentado como dissertação de mestrado. Tendo em vista o aumento da preocupação da sociedade com o meio ambiente, o projeto utilizou como abordagem uma associação entre CTSA. Para o autor, o objetivo do projeto foi:

“[...] contribuir para a formação de cidadãos mais criticamente conscientes de suas responsabilidades frente às questões do desenvolvimento sustentável, simultaneamente a sua aprendizagem de física no ensino médio (NETO, 2012, p. 7)”.

A intervenção educacional foi realizada com estudantes do primeiro ano de física do ensino médio, onde foram aplicadas algumas aulas a respeito de sustentabilidade e fontes de

⁴ Autor da dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

energia, as aulas buscavam uma participação ativa de professor e aluno. Embora o projeto fizesse parte de aulas de física, onde os cálculos são bem mais presentes, foi possibilitado ao aluno, durante as aulas, produzir e interpretar textos de modo a refletir de forma crítica a respeito do tema.

Como resultado da pesquisa, o trabalho contribuiu com o aprendizado do aluno não somente aplicando o conceito de energia, mas levando-o a compreender as transformações e leis ligadas a esse processo, envolvendo-o e conscientizando-o sobre as questões ambientais, pois para o autor, a melhor forma de fazer a ligação entre o conteúdo que está nos livros e o mundo real do estudante é por meio de uma abordagem que promova a conexão entre a ciência e a tecnologia com a sociedade através de conhecimentos ligados ao meio ambiente (NETO, 2012).

Discorrendo a respeito dos trabalhos, têm-se três situações que retratam a aplicação do tema geral Energia, o qual está inserido o tema principal deste trabalho que é energia solar. Embora a ênfase seja para esta rica fonte de energia, a mesma não pode ser vista de forma isolada, pois pertence a um contexto maior juntamente com outras fontes.

O primeiro projeto teve como ponto principal a divulgação do tema em forma de palestras com demonstrações práticas por meio de maquetes para que os alunos pudessem compreender melhor o assunto, focando, como a maioria desses trabalhos, as aulas de Física. Esse trabalho contribuiu nesta pesquisa no sentido de analisar o quanto as palestras e as maquetes ajudaram no aprendizado dos alunos.

No segundo projeto, a montagem de um aquecedor com materiais de baixo custo foi muito relevante, uma vez que os alunos puderam desenvolver uma parte prática, do que seria a energia solar térmica mais especificamente a parte de aquecimento solar, vendo o funcionamento real e constatando conceitos que antes eram somente teóricos, além de participarem de uma questão social no que diz respeito a contribuir com uma comunidade de baixa renda. Esse trabalho trouxe contribuições a respeito das questões práticas de desenvolvimento de protótipos e pesquisas mais elaboradas utilizando inclusive a internet, pontos que também são abordados nesta dissertação, utilizando, porém, a Aprendizagem Baseada em Projetos.

O terceiro, embora não tivesse nem demonstração, nem execução prática, levou em consideração o desenvolvimento do processo reflexivo por parte dos alunos no que diz

respeito ao tema energia, envolvendo questões ambientais relacionando-a com ciência, tecnologia e sociedade. Essa reflexão também é alvo do atual trabalho.

Em síntese, cada trabalho teve um foco diferente, embora envolvesse o tema energia. Os mesmos foram mencionados por terem pontos sutilmente relacionados ao que estamos propondo na presente dissertação, como divulgar o conhecimento na forma de uma mostra educacional para os alunos, semelhante às palestras do primeiro projeto. Levar os alunos a desenvolverem maquetes ou protótipos, como foi o caso do segundo projeto analisado, e por fim levar os alunos a desenvolverem uma reflexão a respeito do tema energia, como foi o último.

1.5 Energia solar na região amazônica: desafio e perspectivas

Antes de discorrer a respeito da energia solar na Amazônia, é preciso entender como a questão da energia elétrica funciona na região.

Segundo o Instituto Socioambiental (ISA) estima-se que cerca de dois milhões de pessoas não tem acesso à energia elétrica nas comunidades isoladas da Amazônia (GUEDES, 2019).

No estado do Amazonas, por exemplo, há um grande número de comunidades nesta situação, compostas por pequenos grupos de pessoas vivendo em áreas de difícil acesso e que devido às peculiaridades geográficas da região, o transporte da energia através de fontes convencionais se torna inviável. A concessionária do Estado, para atender algumas dessas comunidades isoladas, utiliza a energia térmica que utiliza o óleo combustível. Todavia, para transportá-lo até as comunidades, levam-se em média 45 dias através dos rios (VILLAÇA, 2011).

Com a iniciativa de tentar mudar esse cenário o governo, por meio do MME (Ministério das Minas e Energia) criou a Portaria nº 60/2009 – Manual de Projetos Especiais do Programa Luz para Todos, o qual propiciou a elaboração de projetos de eletrificação com utilização de recursos renováveis e uso de novas tecnologias.

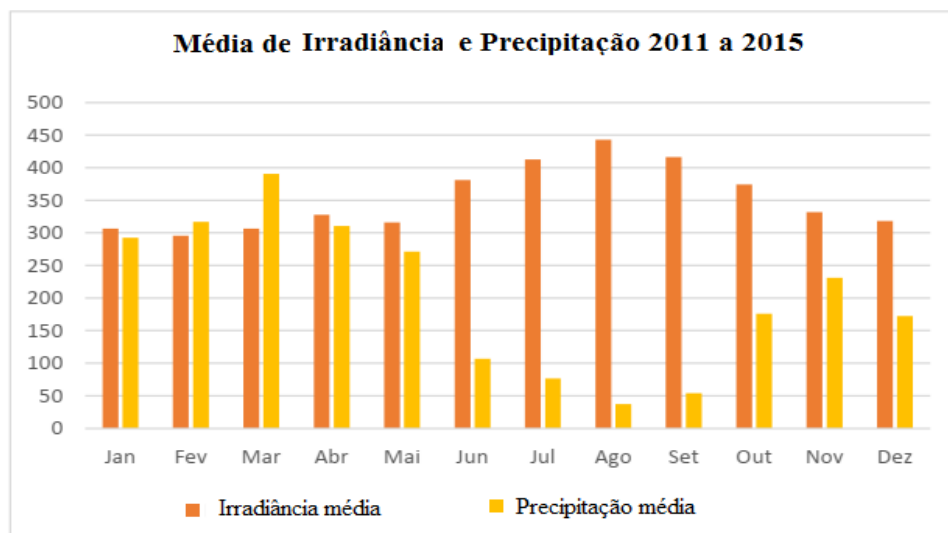
Sendo assim, a utilização da energia solar fotovoltaica tornou-se bastante atrativa para essas regiões, surgindo outros projetos financiados pelo Programa Luz para Todos, entre eles podemos citar um contrato que consistiu na instalação de sistemas de geração descentralizada com energia solar fotovoltaica para atender doze comunidades, que teve como empresa responsável pela implantação do projeto, a GUASCOR (VILLAÇA, 2011).

Segundo a mesma autora, Villaça (2011), esse projeto (cuja responsável era a empresa GUASCOR) ocasionou diversos benefícios, para as comunidades, contribuindo inclusive, para o comércio local, possibilitando a aquisição de equipamentos eletrônicos e, portanto, o aumento da atividade econômica dos municípios locais. No entanto, a adoção de energias alternativas nessas comunidades tem como empecilhos a informação e a formação educacional, sendo necessário capacitar pessoas e conscientizá-las sobre a maneira correta de utilizar a energia. Situação esta que vem de encontro aos objetivos deste trabalho.

No que se refere às cidades da região norte, Manaus, capital do Estado do Amazonas, mesmo com a questão sazonal climática, possui um bom potencial para geração de energia solar fotovoltaica, conforme medições de irradiação solar e estudos a respeito do assunto (SOUZA, 2016c). A irradiância que incide na superfície da Terra atinge aproximadamente 1.000 W/m² por dia, considerado como valor máximo, medido geralmente ao meio dia solar, ou seja, esse valor máximo dura poucas horas. No Brasil esse valor máximo já alcançou 1822 W/m² (PEREIRA et al., 2017). A seguir veremos alguns dados reais da cidade de Manaus.

Em um dos estudos realizados entre 2011 a 2015 obteve-se por meio do Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, o seguinte resultado quanto a radiação solar na cidade de Manaus, conforme podemos ver na Figura 13:

Figura 13 – Irradiância solar em Manaus e a precipitação média⁵



Fonte: Adaptado de Souza, 2016c

⁵ O gráfico da figura 13 foi adaptado por questão conceitual. A autora utiliza o termo radiação solar, enquanto nesta dissertação utilizamos o termo Irradiância (W/m²) ou Irradiação solar (Wh/m²) conforme o Atlas Brasileiro de Energia Solar.

Com base na Figura 13, observa-se uma sazonalidade natural nos índices de irradiação, ocasionada pela maior incidência de chuvas no período de novembro a maio, quando os índices de irradiação obtiveram uma média de 300 w/m², ao passo que nos períodos de menor precipitação o índice de radiação alcançou 450 w/m², sendo os meses de junho a setembro o período com maior radiação no período estudado (SOUZA, 2016c). Esse estudo mostra que mesmo diante da questão climática difícil na região, por conta das chuvas etc., Manaus ainda assim possui um potencial significativo para utilização da energia solar fotovoltaica.

Ressaltamos ainda que conforme comentado anteriormente, a região Norte possui irradiação global horizontal de 4,64 kWh/m².dia (PEREIRA et al., 2017, p. 67), valor superior aos de alguns países da Europa, como Alemanha (3,0 kWh/m². dia) e França (3,5 kWh/m². dia), lugares em que a utilização da energia solar já é vastamente difundida (FERREIRA, 2018).

Outra questão está na tarifa de energia, segundo a Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica), o Amazonas é o Estado que paga a tarifa de energia mais cara do país, com o quilowatt hora chegando a R\$ 1,07, enquanto média nacional é de R\$ 0,87. Fator este que favorece o uso do sistema fotovoltaica em Manaus pode levar o consumidor a ter uma redução de até 95% na conta de energia elétrica (PARENTE, Jornal do Comércio, 2019).

Este fator é extremamente importante, pois vem confirmando porque Manaus concentra um dos maiores retornos para investimento em energia solar no Brasil, de acordo com o Índice Comerc Solar. No Figura 14 a seguir, podemos visualizar o *Payback*, ou seja, o tempo de retorno do investimento de alguns estados brasileiro

Figura 14 - *Payback* de estados brasileiros para sistemas fotovoltaicos de B.T.

Ranking residencial	Estado	Cidade / Distribuidora	Payback (Anos)
1	RJ	Grande Rio de Janeiro - ENEL	2,70
2	PI	Teresina - CEPISA	2,78
3	AM	Manaus - AMAZONAS	2,79
4	PA	Belém - CELPA	2,87
5	PB	João Pessoa - ENERGISA PB	3,09
6	GO	Goiânia - ENEL GO	3,14
7	MT	Cuiabá - ENERGISA MT	3,18
8	AL	Maceió - CEAL	3,18
9	MA	São Luiz - CEMAR	3,23
10	RJ	Rio de Janeiro (capital) - Light	3,32
11	SE	Aracaju - ENERGISA SE	3,33
12	BA	Salvador - COELBA	3,34
13	ES	Vitória - EDP ESCELSA	3,41

Fonte: Comerc, 2019

Conforme esses dados, Manaus ocupa a terceira posição no que diz respeito ao retorno do investimento, ou seja, o tempo que o investimento se paga é em 2,79 anos. Essas referências correspondem a projetos residenciais de baixa tensão.⁶

Mas o bom índice quanto ao *payback* não se limita apenas à baixa tensão. O investimento em energia fotovoltaica no comércio e nas pequenas indústrias alimentadas por média tensão⁷ levou a um retorno ainda melhor, colocando a capital amazonense na primeira posição em 2018 de acordo com a Comerc Energia (2019). Esse valor pode ser visto na figura 15 a seguir.

Figura 15 - Payback de estados brasileiros para sistemas fotovoltaicos de Média Tensão

Ranking pequenos comércios / indústrias	Estado	Cidade / Distribuidora	Payback (Anos)
1	AM	Manaus - AMAZONAS	4,53
2	GO	Goiânia - ENEL GO	4,59
3	RJ	Grande Rio de Janeiro - ENEL	4,66
4	DF	Brasília - CEB	4,76
5	ES	Vitória - EDP ESCELSA	4,81
6	PI	Teresina - CEPISA	5,01
7	RJ	Rio de Janeiro (capital) - LIGHT	5,03
8	PA	Belém CELPA	5,14
9	MT	Cuiabá - ENERGISA MT	5,32
10	RO	Porto Velho - CERON	5,39

Fonte: Comerc, 2019.

Como se pode observar, o retorno para comércios e pequenas indústrias que investiram no seguimento solar foi de 4,53 anos. Este é um dos melhores resultados já alcançados pela região no setor de energia solar fotovoltaica.

Como se pode observar, a relação custo-benefício é viável para esse tipo de investimento. As legislações estão mudando e as formas de investimento também estão se adaptando a esse novo mercado de energia. Daí a importância de investir no ensino da energia solar, preparando os profissionais para atuarem de forma eficiente, levando em consideração não apenas a capacitação profissional, mas a relevância que esse tema tem para a sociedade.

⁶ De acordo com a NR-10, que é a norma regulamentadora de segurança em instalações e serviços em eletricidade, baixa tensão (BT) é a tensão superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua e igual ou inferior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

⁷ Segundo a norma NBR 14039, as instalações em média tensão são a partir de 1000 volts a 36200 volts.

2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS – ABP: UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM

Antes de discorrer a respeito da Aprendizagem Baseada em Projetos-ABP, é importante salientar que a mesma foi utilizada neste trabalho devido as suas características, uma das quais queremos destacar conforme Bender (2014), diz respeito ao Currículo elaborado em torno de problemas com ênfase em habilidades cognitivas e conhecimento, pois está alinhada com a Aprendizagem Significativa, que é a teoria a qual se baseia o presente trabalho, da qual falaremos posteriormente. A ABP, portanto, foi a estratégia educacional que foi escolhida para se alcançar a aprendizagem significativa.

O uso de projetos para colaborar com a educação surgiu em meio a diversas transformações na sociedade como o mundo do trabalho, as diversidades culturais, as tecnologias, dentre outras, fazendo com que o ensino não ficasse alheio a essas mudanças, sendo necessário focar mais na aprendizagem significativa do que na mera aprendizagem mecânica (MASSON et al., 2012).

Para quem está inserido no contexto do ensino, voltado para uma visão mais tradicional, é difícil pensar e, principalmente, praticar ou aplicar mudanças. Mas para isso existem estratégias que podem contribuir significativamente para esse processo de mudança, uma delas é a Aprendizagem Baseada em Projetos.

A ABP é uma estratégia de aprendizagem que vem crescendo ao longo dos anos, faz parte de uma das várias metodologias educacionais que trabalha o hoje do aluno preparando-o para o futuro e para uma aprendizagem significativa, uma vez que ajuda no desenvolvimento cognitivo do estudante, conforme Masson et al. (2012, p. 5) quando descreve sobre uma aprendizagem mais desejável, pois “Procura estabelecer uma estreita relação entre a aprendizagem que acontece na escola e a vida e a experiência do aluno, reconstituindo o vínculo entre seus processos cognitivos e seus processos vitais”.

Além do aluno se tornar autor do seu próprio conhecimento, possuindo uma participação mais ativa no processo, o professor passa a ser um mediador, ajudando, mas não como mero transmissor de conteúdos e sim como um orientador (TOYOHARA et al., 2010).

Dentre os conceitos da ABP, o Buck Institute for Education – BIE a define como:

[...] um método sistemático de ensino que envolve os alunos na aquisição de conhecimentos e habilidades por meio de um extenso processo de investigação

estruturados em torno de questões complexas e autênticas e de produtos e de tarefas cuidadosamente planejados (MARKHAM *et al.*, 2008, p. 18).

O Buck Institute for Education – BIE aponta uma singularidade no campo da ABP: que ela seja baseada em padrões que estejam em conformidade com a área que se pretende enfatizar.

Muitas outras definições semelhantes ou complementares à anterior podem ser apontadas por outros autores, entre eles Bender (2014, p. 15), o qual descreve que:

A ABP é um formato de ensino empolgante e inovador, no qual os alunos selecionam muitos aspectos de sua tarefa e são motivados por problemas do mundo real que podem, e em muitos casos irão contribuir para a sua comunidade.

A ABP leva os alunos a trabalharem questões próximas à realidade, adquirindo conhecimentos por meio da utilização de um método de pesquisa que pode envolver questões complexas e cuidadosamente planejadas.

Esta forma de aprendizagem baseada em projetos surgiu nos Estados Unidos e embora pareça não é tão nova assim, a mesma foi baseada na aprendizagem experimental, prática e dirigida pelo aluno. Segundo Markham *et al.* (2008), ela surgiu como resultado de importantes acontecimentos ocorridos a mais de vinte e cinco anos, um deles foi a revolução na teoria da aprendizagem, a qual trouxe a tona pesquisas sobre neurociência e psicologia que evidenciaram que o conhecimento, o pensamento, a ação e os contextos de aprendizagem estão totalmente relacionados.

Outro fator que contribuiu para o surgimento da ABP é a mudança do próprio mundo que vivemos, as escolas foram baseadas na cultura industrial desde os séculos XIX e XX, mas o mundo mudou, as relações mudaram, surgiram novas tecnologias, dessa forma as escolas precisaram se adaptar a um novo mundo e a ABP veio para colaborar com essa mudança (MARKHAM *et al.*, 2008).

A ABP surgiu nas primeiras décadas do século XX e foi inicialmente aplicada na área de ensino em medicina (COTE, 2007). Ainda a respeito da origem da ABP, Masson *et al.* (2012, p. 02) descreve que:

O desenvolvimento da metodologia da aprendizagem baseada em projetos teve suas origens em 1900, quando o filósofo americano John Dewey (1859 – 1952) comprovou o “aprender mediante o fazer”, valorizando, questionando e contextualizando a capacidade de pensar dos alunos numa forma gradativa de aquisição de um conhecimento relativo para resolver situações reais em projetos referentes aos conteúdos na área de estudos, que tinha como meta o desenvolvimento dos mesmos no aspecto físico, emocional e intelectual, por meio

de métodos experimentais. Este sentimento se reflete também no Construtivismo e no Construcionismo.

O Construtivismo elucida que os indivíduos constroem o conhecimento por meio das interações com seu ambiente, e a concepção do conhecimento de cada indivíduo se dá de forma diferente. Assim, por meio da condução das pesquisas, conversações ou atividades, um indivíduo está aprendendo a construir um conhecimento novo tendo como base seu conhecimento atual (MARKHAM et al., 2008).

Por outro lado, o Construcionismo faz uma análise minuciosa da noção da construção individual do conhecimento, passo a passo, afirmando que os indivíduos aprendem melhor quando estão construindo algo que possa ser compartilhada com o outro e sobre a qual possa refletir (GRANT, 2002).

A ABP está relacionada às teorias construtivistas, pois também ressalta que o conhecimento não é absoluto, mas construído pelo estudante através de seu conhecimento preliminar e sua percepção universal (MASSON et al., 2012). Quanto à relação sobre o Construcionismo, a ABP também foca na aprendizagem do fazer, do construir algo, e no compartilhar do conhecimento.

O construir, o fazer e o compartilhar é muito importantes para o aprendizado, muitos educadores ainda se baseiam apenas no observar, que o aluno assista e observe o que está sendo exposto, no entanto, para Behrens (2001) não basta apenas a observação, mas a significação que se confere para as atividades desenvolvidas no projeto. O professor deve levar em consideração as condições oferecidas aos alunos, sendo necessário também enfatizar que para o ponto inicial do projeto é necessário considerar o conhecimento já produzido sobre a temática ou o problema proposto. Em outras palavras, assim também na aprendizagem significativa é preciso partir do conhecimento prévio que o aluno possui a respeito do tema.

Ainda nessa perspectiva, embora a ABP motive a participação dos estudantes, vale ressaltar que a construção da aprendizagem só acontecerá se o aluno for ativo, se o mesmo for interessado naquilo que está desenvolvendo, ou seja, sua motivação precisa ser intrínseca, e não extrínseca (MASSON et al., 2012). Embora o papel do professor seja de extrema importância, a aprendizagem vai ocorrer dependendo do que o aluno faz, o professor pode orientar, mas a aprendizagem não dependerá de algo que o professor mostre ou faça.

A ABP é uma estratégia de ensino que muda o papel do aluno e inclusive do professor. Pode ser multidisciplinar, pode envolver a própria comunidade por tratar de questões atuais, locais e que podem despertar interesse entre os envolvidos, podendo levar o

estudante a ser mais autônomo e inclusive pode envolver os mais indisciplinados, de tal forma que os mesmos possam mudar suas perspectivas quanto ao que se está estudando, pois pode ser mais estimulante, além de poder se adaptar as diferenças individuais (BENDER, 2014).

Um dos pressupostos da ABP que é importante em praticamente todo setor da sociedade é trabalhar coletivamente na resolução de problemas, ou seja, o trabalho cooperativo é uma das marcas dessa estratégia de aprendizagem, já que é uma das qualidades que todos jovens precisam desenvolver por ser exigência do mundo do trabalho do século XXI (BENDER, 2014). Vejamos a seguir algumas características essenciais da ABP, conforme Bender (2014, p. 32):

- Âncora: Introdução e informações básicas procurando despertar interesse dos alunos.
- Trabalho em equipe cooperativo: imprescindível para as experiências com ABP.
- Questão Motriz: deve chamar a atenção dos alunos, focando seus esforços;
- Feedback e revisão: assistência estruturada proporcionada pelo professor;
- Investigação e inovação: a partir da questão motriz, o grupo precisará focar questões adicionais específicas do projeto;
- Oportunidade e reflexão: criar oportunidades para reflexão dos alunos a respeito do projeto;
- Processo de Investigação: Pode-se usar diretrizes para conclusão do projeto e geração de artefatos para estruturar o projeto;
- Resultados apresentados publicamente: é fundamental para a ABP (sites/jornais/exposições);
- Voz e escolha do aluno: os alunos devem ter voz em relação a alguns aspectos de como o projeto deve ser realizado.

A utilização de tecnologia é outra característica marcante para a ABP, pois é imprescindível que os alunos façam uso de tecnologia para desenvolver seus projetos, é grande a variedade de tecnologias disponíveis, sejam computadores, tablets, dentre outros. Ainda que algumas escolas não possuam acesso a tecnologias de informação e comunicação, a maioria dos estudantes dispõe de smartphone ou alguma outra forma de acesso à internet.

Segundo Bender (2014) as tecnologias modernas de ensino estão modificando a própria estrutura educacional de maneira fundamental por meio da reformulação do processo de ensino e aprendizagem. Os alunos tornam-se produtores de conhecimento, uma vez que seus artefatos são publicados na internet, dessa forma outras pessoas, como estudantes que estejam procurando assuntos similares, podem ter acesso e utilizar como fonte de pesquisa.

Para desenvolvimento do trabalho proposto é de extrema importância que conheçamos alguns termos da ABP, os quais Bender (2014, p. 16) destaca:

- Âncora: Base para pergunta e cenário envolvido (um jornal; um vídeo; etc.);
- Artefatos: representa possíveis soluções do projeto para o problema (vídeos; portfólios; *podcasts*; website; etc.);
- Desempenho autêntico: ênfase na aprendizagem resultante; representa coisas que se espera que adultos façam no mundo real;
- Brainstorming: processo para produzir o máximo de ideias para resolução das tarefas;
- Questão Motriz: Fornece a tarefa geral ou meta para o projeto;
- Aprendizagem expedicionária: que envolve viagens ou expedições reais para o projeto;
- Voz e escolha do aluno: expressam o fato do aluno ter certo poder de decisão.
- Web 2.0: Instrução baseada nas tecnologias. Tem a ver com criar conhecimento e não apenas usar a tecnologia de forma passiva.

Diante dessas argumentações e características, resume-se que a ABP foi utilizada nessa pesquisa justamente por proporcionar uma nova experiência de estudo e aprendizagem tanto para o aluno como para o professor, pois contribui para autonomia de criar e desenvolver ideias, envolve o uso de tecnologias, abrange trabalho em equipe, leva o aluno à resolução de problemas, corrobora para pesquisa e atividade ‘mão na massa’, além de promover uma interação do trabalho com outras pessoas por meio da publicação. Em suma, a ABP envolve situações que contribui direta ou indiretamente para uma aprendizagem significativa.

E agora que já abordamos a respeito dessas características e alguns termos utilizados, passamos para o desenvolvimento e as etapas da ABP.

2.1 Desenvolvimento e etapas de um projeto de ensino utilizando a ABP

Antes de discorrer a respeito do desenvolvimento de um projeto utilizando a ABP, é importante conhecermos os quatro pilares presentes no relatório internacional da UNESCO para Educação do Século XXI, que foram apresentados por Delors (1998), os quais são Aprender a Conhecer, Aprender a Viver Juntos, Aprender a Fazer e Aprender a Ser.

Na interpretação de Behrens (2001), o primeiro pilar está relacionado com o aprender a conhecer destacando o aprender a aprender, aprender a raciocinar, a investigar e aprender a pensar. O segundo pilar apontado é o aprender viver junto, ou seja, a conviver, que apresenta a importância de viver em comunidade, trabalhar de forma harmoniosa com seus pares, ter equilíbrio e atitude ética para compreender o outro como parte da equipe, ser responsável para participar em projetos conjuntos que demandem cooperação e colaboração. O terceiro pilar evidencia o aprender a fazer com a intensão de desenvolver aptidões, habilidades e competências, resolver problemas do mundo do trabalho. O quarto implica em ser ético e político na vivência da cidadania plena, ter pensamento crítico e reflexivo que levem a atitudes de autonomia tendo em vista uma melhor qualidade de vida para si e para os outros.

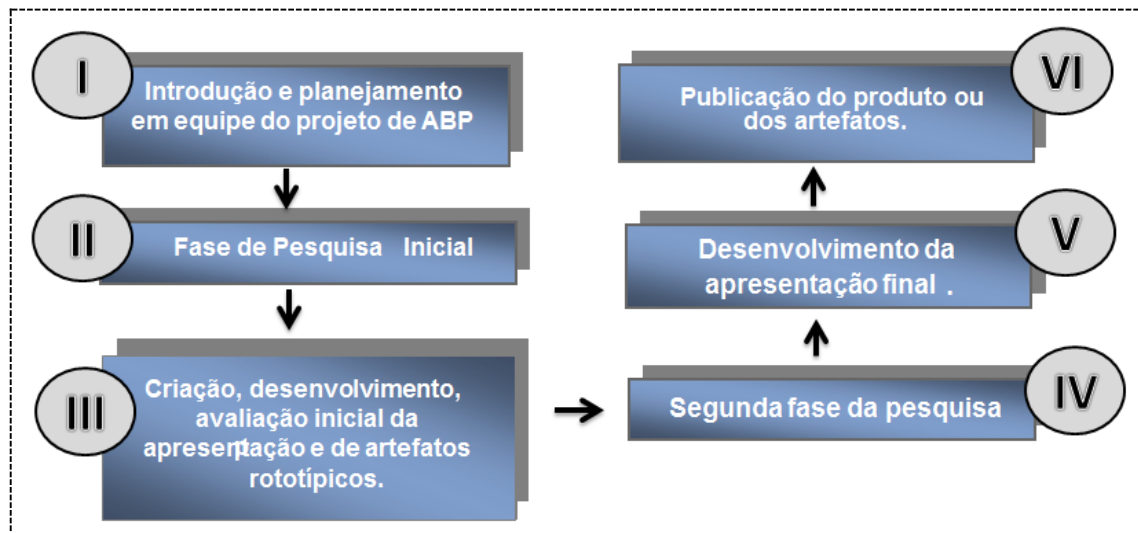
A proposta da Aprendizagem Baseada em Projetos, que é considerada por Bender (2014) como uma forma de educação diferenciada para o século XXI, vem trazer suporte para esses quatro pilares, uma vez que a aplicação de projetos que envolvam a ABP pode oportunizar aos estudantes o desenvolvimento destas características que são de extrema importância para a formação do indivíduo.

Por meio da ABP o processo de pesquisa contribui para aprender a investigar e pensar (aprender a conhecer); a ABP também colabora com o trabalho em equipe, cooperação (aprender a viver juntos); ainda ajuda no desenvolvimento das habilidades (aprender a fazer) e contribui para uma formação mais crítica com senso de cidadania, que reflita no bem-estar de si e dos outros (aprender a ser).

A divulgação dos resultados publicamente é outro ponto fundamental dentro da ABP. É importante frisar que nesse tipo de projeto o aluno deve possuir voz e escolha durante o processo, sendo assim, é provável que eles participem mais ativamente (BENDER, 2014). Em outras palavras, o aluno deixa de ser apenas ouvinte passivo e passa a ser um participante ativo e um dos responsáveis por seu próprio aprendizado, além de desenvolver habilidades diversas, como a de trabalhar em equipe, tomadas de decisão, dentre outras.

Para desenvolver um projeto utilizando a ABP como estratégia de aprendizagem é necessário seguir as etapas conforme descreve Bender (2014, p. 61), as quais podem ser visualizadas no Quadro 08 a seguir, ressaltando que estas etapas serão detalhadas na metodologia.

Quadro 08 - Etapas da ABP



Fonte: Baseado em Bender (2014)

A divulgação dos resultados publicamente é fundamental dentro da ABP. É importante frisar que nesse tipo de projeto o aluno deve possuir voz e escolha durante o processo, sendo assim, é provável que eles participem mais ativamente (BENDER, 2014). Em outras palavras, o aluno deixa de ser apenas ouvinte passivo e passa a ser um participante ativo e um dos responsáveis por seu próprio aprendizado, além de desenvolver habilidades diversas, como a de trabalhar em equipe, tomadas de decisão, dentre outras.

Por outro lado, as responsabilidades do professor também passam por algumas mudanças, o mesmo precisa adotar inicialmente um pré-planejamento abordando informações importantes como: quais padrões podem ser abrangidos; quais recursos tecnológicos estarão disponíveis; quanto tempo levará a preparação de recursos de ensino; que outros recursos estarão disponíveis para o projeto planejado; qual é o prazo para o planejamento de uma unidade de ABP. Para iniciar, o professor poderá escolher apenas uma disciplina e um tema específico para utilizar a ABP, como foi realizado basicamente neste trabalho, ao invés de aplicar a todas as disciplinas de uma vez, até que o professor tenha mais segurança para aplicá-la de forma mais abrangente.

Neste tipo de aprendizagem, conforme Bender (2014), o professor deixa de ser um mero fornecedor de informações, como geralmente ocorre nas aulas tradicionais, a ABP requer que os docentes atuem como facilitadores e orientadores educacionais, à medida que os alunos avancem nas atividades desenvolvidas no projeto ABP (Entende-se nesse momento como o projeto aplicado aos alunos, o qual foi utilizado a ABP como estratégia). O professor pode assessorar, incentivar e até ministrar mini lições ou oficinas com conteúdos pertinentes ao tema, no entanto, não pode impor suas ideias, é preciso deixar os alunos chegarem a uma decisão significativa por eles mesmos.

Sendo assim, são muitos os desafios para o professor, que deve buscar uma nova maneira de ensinar, e para o aluno, que deve aprender uma nova forma de estudar. Ainda tratando-se de desafios, discorreremos um pouco mais sobre eles na próxima seção.

2.2 Alguns desafios para a utilização da ABP

Após a pesquisa bibliográfica feita a respeito da ABP e posteriormente a experiência em trabalhar com a mesma, foi possível identificarmos alguns desafios que devem ser vencidos para desenvolver essa estratégia com os alunos, os quais são:

- Nível de envolvimento dos professores – o professor, embora tenha ótimas habilidades em sala de aula, será necessário mudar um pouco suas atitudes das aulas tradicionais para o ensino da ABP, aumentando inclusive seu nível de envolvimento, principalmente no quesito Planejamento.
- Papel do professor (orientador e facilitador) – o professor, por mais que deva estar sempre acompanhando o processo do aluno, deverá atuar mais como um orientador do processo do que como professor.
- Independência do aluno x comprometimento – esse é um dos maiores desafios, haja vista que a maioria dos alunos já se acostumou com o ensino tradicional, no qual praticamente todo o conteúdo já é passado para ele, no caso da ABP, o estudante deverá buscar a maioria das informações, a busca e comprometimento deverão ser dele.
- Tempo de execução do projeto – por usar uma metodologia diferente e nem todos os envolvidos estarem familiarizados com a mesma, o tempo pode ser outro grande desafio, principalmente devido ao sistema atual preso a disciplinas e seus respectivos conteúdos.

- Abrangência (sala de aula x escola/disciplinas x conteúdos específicos) – conforme citado anteriormente a forma educacional atual, na qual trabalha com conteúdos disciplinares, pode ser um dos desafios, por isso é necessário haver um bom planejamento quando se optar pela ABP, uma vez que a mesma pode abranger apenas uma disciplina ou até mesmo um tópico, assim como pode abranger várias disciplinas, envolvendo ainda vários professores, ou ainda a escola toda.

Enfim, os desafios são muitos, como se pode observar após o que já foi discorrido, pois a ABP não é algo trivial, pode ser difícil sua aplicação inicialmente. Bender (2014), inclusive, sugere que os professores aperfeiçoem a habilidade de adentrar em uma discussão com os alunos, além da capacidade de julgamento, mesmo porque, eles, os alunos, estarão a frente desse processo e o envolvimento deles será importantíssimo para o bom desempenho do projeto.

Destaca-se ainda que a ABP não exima a utilização de outras formas de ensino como a expositiva, mesmo porque requer certo tempo para ser desenvolvida desde a sua fase de planejamento até a execução, mas pode ser um complemento em determinadas áreas ou disciplinas, melhorando a qualidade da aprendizagem.

2.3 Pressupostos da Aprendizagem Significativa - APS

Dentre as várias teorias de aprendizagem existentes, o presente trabalho se baseou na Aprendizagem Significativa (APS) de David Ausubel (2000).

Ausubel possuía um currículo extenso, no qual vale destacar que foi professor emérito da Universidade de Columbia, em Nova Iorque e foi médico-psiquiatra de formação, no entanto, dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional.

Antes de comentar a respeito dos pressupostos da APS, vale salientar três tipos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora.

A aprendizagem cognitiva refere-se ao armazenamento organizado de informações na mente de quem está aprendendo. A aprendizagem afetiva é resultante de sinais internos ao indivíduo e estão associados a experiências como prazer, dor, alegria, descontentamento, entre outros. Algumas dessas são acompanhadas por experiências cognitivas, sendo assim, a aprendizagem afetiva ocorre em concomitância com a aprendizagem cognitiva. A aprendizagem psicomotora relaciona-se a respostas musculares, por meio de treinos e práticas, no entanto, algumas habilidades psicomotoras, como por exemplo, aprender a tocar

instrumentos musicais, requer alguma forma de aprendizagem cognitiva (MOREIRA, 1999). É possível perceber que os tipos de aprendizagens não são independentes entre si. Ausubel foca na aprendizagem cognitiva.

Conforme Moreira (1999), para Ausubel a aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva, a qual se refere ao conteúdo total de ideias de um determinado indivíduo e sua organização, ou ainda é o complexo resultante dos processos cognitivos, isto é, dos processos através dos quais se adquire e aplica o conhecimento.

Finalmente, o conceito de Aprendizagem Significativa para Ausubel, conforme Moreira (1999, p. 153):

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

O subsunçor é um conceito, uma ideia que já existe na estrutura cognitiva de quem está aprendendo, que funcionará como uma espécie de ancoragem para que novas informações possam se relacionar com essas que já estão ali presentes. Por isso que na aprendizagem significativa deve-se levar em consideração os conhecimentos prévios, que são as informações que os aprendizes já devem possuir. No entanto, estes subsunçores podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco desenvolvidos, isso dependerá da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunto com os subsunçores.

Ausubel quando expôs a aprendizagem significativa, frisava a importância da aprendizagem no dia a dia, ela se baseia no que o aluno já sabe, mas também nas novas informações que serão inseridas. A aprendizagem significativa também deve promover mudanças nos aprendizes, a respeito disto podemos encontrar um conceito complementar que descreve a aprendizagem significativa como:

Por aprendizagem significativa entendo uma aprendizagem que é mais do que uma acumulação de fatos. É uma aprendizagem que provoca uma modificação, quer seja no comportamento do indivíduo, na orientação futura que escolhe ou nas suas atitudes e personalidade. É uma aprendizagem penetrante, que não se limita a um aumento de conhecimento mas que penetra profundamente todas as parcelas da sua existência (ROGERS, 2001, p. 01).

Trazendo para o contexto do presente trabalho, o projeto que foi desenvolvido utilizando a ABP veio contribuir com a formação do aluno a respeito da importância e

aplicabilidade da energia solar, colaborou para a formação dos alunos de cursos profissionalizantes de elétrica, focando uma aprendizagem significativa, na qual foram levados em consideração os conhecimentos prévios adquiridos ao longo dos anos anteriores estudados, seja no ensino fundamental, como no médio, além do conhecimento não formal adquirido ao longo da vida.

Quanto às mudanças no discente, a aprendizagem significativa, vem de encontro à Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996), conforme visto anteriormente, pois os assuntos abordados devem além de contribuir na aquisição de novos conceitos, deve também proporcionar orientação para escolhas futuras e que façam diferença nas suas vidas profissionais.

A escolha por esta teoria da aprendizagem foi pensando nestes fatores, fazer a diferença nas suas vidas profissionais de tal forma que possam influenciar o meio que estão inseridos, orientando aos demais a respeito do uso dessa forma de energia, pois trata-se de uma energia limpa e renovável, além de aprenderem significativamente quanto ao funcionamento e aplicabilidade da energia solar. Mas para isso, a aprendizagem deve realmente ser significativa para o aluno, deve ultrapassar as barreiras da aprendizagem mecânica, na qual o conhecimento tem pouca ou nenhuma interação com as informações ali presentes, tornando-se meramente decorativa sem associação com outros conceitos.

No entanto, para Ausubel, não há uma distinção entre a aprendizagem significativa e mecânica, na verdade uma complementa a outra, tornando-se o processo contínuo (MOREIRA, 1999). Nos parágrafos a seguir abordaremos conceitos mais específicos da APS para entendermos melhor essa teoria, retomando posteriormente para sua relação com a ABP.

As formas como a aprendizagem significativa pode ser processada são: Aprendizagem por recepção significativa e aprendizagem por descoberta. Ausubel (2000, p.01) descreve a aprendizagem por recepção significativa como:

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige que um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz.

Em outras palavras, conforme Moreira (1999), na aprendizagem por recepção, o que deve ser aprendido deve ser representado em sua forma final (ex: livros, filmes, games etc.), o que seria um material potencialmente significativo. Isso não quer dizer passividade, o aluno

pode e deve interagir com esses materiais, mesmo que não tenha um problema específico para se resolver, o aprendiz precisa compreender e lembrar o conteúdo.

Por outro lado, a aprendizagem pela descoberta, é aquela em que “[...] o aprendiz deve em primeiro lugar descobrir este conteúdo, criando proposições que representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos” (AUSUBEL, 2000, p. 5).

Ambas as formas, por recepção e por descoberta, fazem parte do presente trabalho por meio da ABP, onde foram utilizados materiais potencialmente significativos, vídeos, sites, entre outros, com os quais os alunos puderam interagir por meio de discussões e inserção de ideias ou pensamentos. Na forma por descoberta, os alunos tiveram que criar e desenvolver soluções para a resolução do problema proposto.

É no decorrer da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito (MOREIRA, 2011).

Para entender a teoria da aprendizagem significativa é extremamente importante que se conheça o significado de não-arbitrariedade e substantividade.

De acordo com Moreira (2011) a não-arbitrariedade refere-se ao fato de que o material potencialmente significativo deve se relacionar de maneira não-arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do indivíduo, pode-se dizer que não é algo que é feito a força ou de forma mecânica. Em outras palavras, a relação entre o material potencialmente significativo e o conhecimento não é com um aspecto comum da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente pertinentes, que como vimos anteriormente, Ausubel chama subsunçores, que também podem ser chamados de “âncoras”, onde a nova informação vai poder se apoiar. Relacionando com o presente trabalho, no qual se aplicou a ABP, a aprendizagem não ocorreu de forma automática a partir do contato imediato dos alunos com o assunto estudado, mas a partir das conexões com algum conhecimento prévio que já havia na mente do indivíduo.

A substantividade descrita por Ausubel, na visão de Moreira, pode se descrita como:

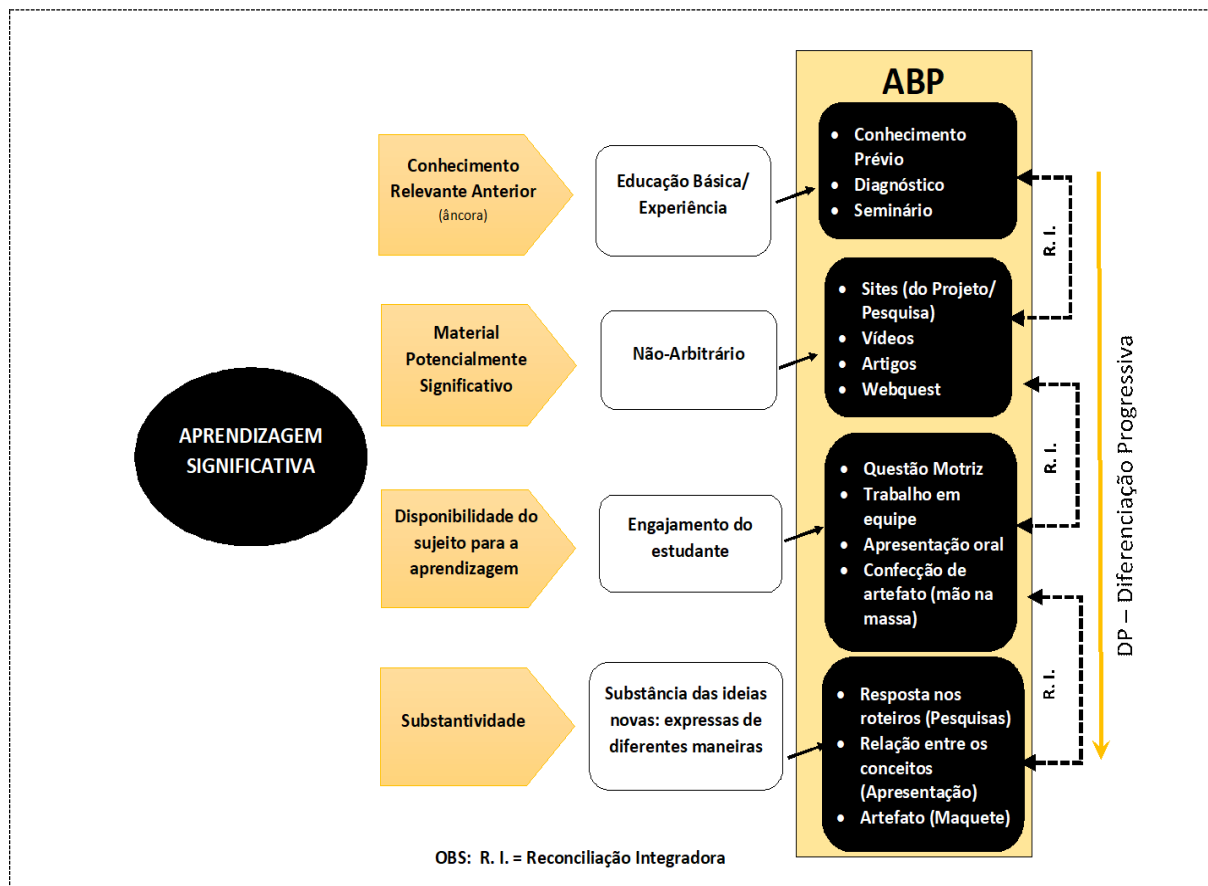
[...] significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las. O mesmo conceito ou a mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras, através de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos de significados (MOREIRA, 2011, p.26).

Podemos dizer que a substantividade refere-se ao fato de que uma vez aprendido um determinado conteúdo, o indivíduo será capaz de explicar essa nova informação com suas próprias palavras, ou até mesmo com outras formas de linguagem.

A aprendizagem significativa pode ser do tipo: aprendizagem representacional, aprendizagem conceitual e aprendizagem proposicional. A primeira, a representacional tem a ver com os símbolos individuais ou a aprendizagem dos seus significados. A segunda, a conceitual, é um tipo de aprendizagem representacional, pois trabalha os conceitos e estes muitas vezes são representados por símbolos. A última, a proposicional trabalha com o significado de ideias expressas por grupo de palavras (MOREIRA, 2011).

Ainda o mesmo autor relata que a teoria da aprendizagem significativa não é nada trivial, assim como a ABP, não é algo simples, ainda mais por se tratar de uma teoria da aprendizagem em sala de aula. O Quadro 09 ajuda a relacionar a Aprendizagem Significativa com a Aprendizagem Baseada em Projetos, além de complementar algumas características da APS.

Quadro 09 – Relação da APS x ABP



Fonte: Elaboração própria

Neste quadro, relacionamos algumas das principais características da APS. Entre elas o conhecimento anterior, conhecido como ‘âncora’, o qual o aluno já deve ter tido um contato inicial seja na educação básica ou até mesmo em alguma experiência vivida. Esse fato é analisado na ABP realizando-se um diagnóstico para verificar o conhecimento prévio dos envolvidos.

Outro ponto já mencionado anteriormente é o material potencialmente significativo que deve envolver o aluno, chamar sua atenção, mas de forma não-arbitrária. Ao longo do planejamento da ABP foi criado um site, pesquisado artigos e vídeos que foram selecionados para serem utilizados como materiais potencialmente significativos que contribuam para a pesquisa e estudo dos envolvidos.

Uma outra característica importante que pode ser visualizada no quadro é a disponibilidade do sujeito para a aprendizagem, pois é necessário que o estudante esteja disposto a aprender, assim poderá estabelecer relações entre a nova informação com aquilo que já conhece (Solé, 2001). A ABP contribui nesse engajamento do estudante desde sua concepção, buscando temas atuais que despertem interesse desde a apresentação, o que chamamos de âncora e questão motriz, levando-os a trabalhar em equipe de modo que se ajudem mutuamente. Outro ponto é o ‘aprender fazer’ que os leva a uma prática de ‘mão na massa’ para desenvolver a solução do que foi proposta, o que torna um diferencial nesse processo.

Uma questão que também deve ser considerada na APS é a Substantividade, ou seja, como o aluno aprendeu realmente. Relacionando com a ABP, para verificar se houve esse processo de substantividade, o aluno realiza uma apresentação pública de seu trabalho, explicando o que foi desenvolvido ao longo do projeto. A forma como o aluno se expressa, seja na parte oral ou em demonstrações práticas através do artefato criado, evidencia o quanto aprendeu significativamente ou não.

Por fim, o Quadro 09 aponta para a diferenciação progressiva, a qual representa o processo de como os conteúdos foram apresentados, partindo-se do pressuposto que é mais fácil para o ser humano aprender seguindo uma hierarquia de ideias, que vão progressivamente incorporando proposições, conceitos etc. Já a reconciliação integradora refere-se ao fato de que é necessário relacionar as ideias, verificar a similaridades e diferenças entre o que se está aprendendo, reconciliando as discordâncias que possam existir em cada etapa (MOREIRA, 2011).

Por fim, essa questão vem de encontro ao que diz Moreira (2011, p. 41), o qual refere-se à diferenciação progressiva e à reconciliação integrativa como processos da dinâmica da estrutura cognitiva, no entanto estão sendo aqui apresentados como princípios programáticos instrucionais potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa.

Diante do que foi exposto, ratifica-se que, de fato, alcançar uma aprendizagem significativa não é fácil, principalmente se analisarmos o sistema educacional atual tão acostumado com a prática tradicional, na qual é priorizada a transmissão do conhecimento por meio da seleção dos assuntos.

O educador, muitas das vezes, favorece a aula expositiva, levando o aluno a ser um memorizador dos conteúdos. A avaliação geralmente é rigorosa e focada na reprodução dos conteúdos e informações. Nessa forma de ensino, o professor é autoritário e normalmente o detentor do saber (KLAUSEN, 2017).

Para que se busque uma aprendizagem significativa que faça a diferença na vida do aluno, é necessário repensar a forma de ensino, não desprezando conceitos e métodos antigos, mas abrindo opções para novas técnicas que venham somar com as existentes, de tal forma que o conhecimento ultrapasse a fase da aprendizagem mecânica e venha tornar-se verdadeiramente significativo para o aprendiz.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi de extrema importância para a pesquisa, uma vez que norteou o trabalho científico que foi desenvolvido. Além da pesquisa bibliográfica, foi realizada, no que diz respeito à abordagem, uma pesquisa qualitativa, a qual há uma proximidade entre sujeito e objeto da pesquisa (MINAYO e SANCHES, 1993). Quanto ao tipo, este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa-ação que conforme Thiollent (2011, p.07), pode ser descrita da seguinte forma:

[...] consiste essencialmente em elucidar problemas sociais e técnicos, cientificamente relevantes, por intermédio de grupos em que encontram-se reunidos pesquisadores, membros da situação-problema e outros autores e parceiros interessados na resolução dos problemas levantados ou, pelo menos, no avanço a ser dado para que sejam formuladas adequadas respostas sociais, educacionais, técnicas e/ou políticas.

A pesquisa-ação, de acordo com Thiollent (2011, p. 21), faz com que “os pesquisadores desempenhem um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas”.

Semelhantemente, Baldissera (2001) afirma que uma pesquisa pode ser considerada como pesquisa-ação quando há realmente uma ação da parte das pessoas envolvidas no processo que está sendo investigado, visando um projeto de ação social ou da resolução de problemas coletivos e está centrada na ação participativa e na ideologia de ação coletiva. Em outras palavras, esse tipo de pesquisa deve envolver as pessoas que estão participando do processo de modo que se solucione um problema de forma colaborativa.

No caso do Projeto Solar ABP (título do trabalho desenvolvido com os alunos), envolveu um problema de ordem energética e até mesmo ambiental, propondo busca por soluções que conduziu ao conhecimento, o que nos leva a um tipo de pesquisa-ação, conhecida como estratégica, a qual, segundo El Andaloussi (2004), é baseada na combinação da resolução do problema e produção de conhecimento.

Um dos aspectos da pesquisa-ação como uma estratégia metodológica é que a mesma “[...] não se limita a uma forma de ação (risco de ativismo): pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o ‘nível de consciência’ das pessoas e grupos considerados” (THIOLLENT, 2011, p. 23).

Os sujeitos da pesquisa foram 20 alunos do curso de Eletricista Instalador Residencial de Baixa Tensão, na modalidade qualificação profissional, de uma instituição de

educação profissional e tecnológica da cidade de Manaus, Amazonas. São alunos egressos do ensino fundamental ou médio, portanto, já possuíam noções básicas sobre fontes renováveis, noções estas que atuaram como conhecimentos prévios que contribuíram para consolidar a aprendizagem de forma significativa, contribuindo para uma visão crítica e mais sólida a respeito do assunto.

Antes de citar o itinerário da pesquisa, é importante salientar as fases da pesquisa ação para posteriormente traçarmos um paralelo com a ABP. Esse paralelo é possível devido à flexibilidade da pesquisa-ação, a qual pode iniciar geralmente pela “fase exploratória” e terminar com a “divulgação dos resultados” tendo temas intermediários que podem não estar ordenados de forma temporal (THIOLLENT, 2011). Resumimos as fases da pesquisa-ação em quatro: Fase Exploratória, Fase de Pesquisas Avançadas, Fase de Ação e Fase de Avaliação.

3.1 Itinerário da Pesquisa

3.1.1 Fase exploratória

Esta fase, seguindo os pressupostos de Thiollent (2011), consistiu em desvendar o campo de pesquisa, o tema que foi trabalhado, os alunos envolvidos e suas expectativas, estabelecer um diagnóstico da situação, das ações que deveriam ser realizadas etc.

Neste trabalho a fase exploratória correspondeu à etapa de pré-planejamento, a qual foi realizada conforme as orientações de Bender (2014, p. 55), que descreve como pré-planejamento, atividades realizadas pelo professor antes de aplicar a ABP, as quais podem ser guiadas pelas seguintes questões:

- a) **Quais padrões poderiam ser abrangidos?** Foi analisado os indicadores que se queria alcançar, quais tópicos que seriam estudados etc. Enfim, está ligado ao currículo da escola e das disciplinas envolvidas. No entanto, por se tratar de curso profissionalizante, os planos de curso e as disciplinas deveriam ser baseados no que está descrito no Itinerário Nacional específico de cada área. No caso do Projeto Solar ABP, as disciplinas foram Eletricidade Básica e Instalações Elétricas, nas quais foi desenvolvido o conteúdo de fontes de energia convencionais e renováveis, a fim de conhecer seus fundamentos, conceito, importância, funcionamento e aplicação (SENAI, 2017).

b) Quais recursos tecnológicos estariam disponíveis? Para desenvolver o presente trabalho foi verificada a disponibilidade dos computadores com acesso a internet.

c) Quanto tempo levaria a preparação de recursos de ensino? Essa fase descreve a preparação para as miniaulas, para as oficinas, ou palestras. O tempo estimado foi aproximadamente quatro semanas, antes de iniciar o projeto de ABP.

d) Que outros recursos estariam disponíveis para o projeto? Foi verificada a disponibilidade de acesso ao laboratório de instalações elétricas para realização de testes práticos, além de elementos e materiais de baixo custo para montagem do protótipo.

e) Qual é o prazo para o planejamento de uma unidade de ABP? Esse prazo depende muito de como o professor, lida com o processo, quantas horas se dedica para elaboração etc. Neste trabalho o planejamento, que será comentado a seguir, durou cerca de um mês.

Ainda como fase exploratória, após o pré-planejamento foi realizado o planejamento propriamente dito do Projeto Solar ABP, onde foram desenvolvidas situações de aprendizagem que proporcionaram conhecimento a respeito do uso da energia solar. Para isso foi desenvolvido um documento intitulado Plano de Trabalho o qual refere-se ao planejamento físico do Projeto Solar ABP, que se encontra no apêndice ‘A’ desta dissertação, no qual foi descrito as etapas do que foi planejado para trabalhar com os alunos, bem como o levantamento das necessidades de material de apoio que deu sustentação ao trabalho. Dentre essas necessidades podemos destacar:

- Elaboração de roteiros de aprendizagem para orientar os alunos;
- Produção ou pesquisa de vídeo que serviu de âncora para apresentação do Projeto Solar ABP;
- Pesquisa de materiais como apostilas, artigos, sites e vídeos para compor os roteiros;
- Criação de página web do Projeto Solar ABP para inserção de materiais sobre o tema⁸.

⁸ Site criado para o desenvolvimento do projeto: <https://lucielennunes.wixsite.com/abpsolar>

Nesse plano de trabalho do Projeto Solar ABP, também consta o plano de aula, o qual foi proposto conforme as orientações do Alinhamento Construtivo, que preconiza o alinhamento dos objetivos entre as atividades de ensino (geralmente realizadas ou providenciadas pelo professor), as atividades de aprendizagem (atividades desenvolvidas pelos alunos) e a avaliação que nesse trabalho foi aplicado pela professora pesquisadora, mas poderia ser realizado também entre os alunos (BIGS, 2015).

Para contemplar a Aprendizagem Baseada em Projetos, o plano de trabalho do Projeto Solar ABP abrange ainda tópicos como: âncora; questão motriz; descrição das atividades que deveriam ser cumpridas pelos alunos, bem como dos artefatos que seriam produzidos; finalizando com pontos que deveriam ser observados para avaliação e feedback das atividades de acordo com a dinâmica pretendida. Por fim, nessa fase foi realizado um diagnóstico da turma a respeito do conhecimento do tema, bem como o conhecimento a respeito dos recursos que seriam utilizados.

Este diagnóstico foi realizado por meio de um teste, intitulado Questionário Teste Diagnóstico apresentado no Apêndice B, o qual continha perguntas mistas a respeito de eletricidade e fontes renováveis. Havendo também perguntas sobre o conhecimento que os alunos possuíam a respeito da utilização de recursos tecnológicos como o uso de computadores, tablets, pesquisas na internet etc.

3.1.2 Fase da Pesquisa Profunda

Esta fase está relacionada a diversas etapas como apropriação do tema e da problemática, divisão das equipes, coordenação das atividades, busca das soluções, propostas de ação, acompanhamento das ações etc. Para relacionar com a ABP, essa fase foi dividida em várias etapas conforme os pressupostos de Bender (2014), nas quais estão inseridas as peculiaridades que envolvem a pesquisa-ação.

- a) Introdução e Planejamento em equipe de ABP;
- b) Fase de Pesquisa Inicial - Coleta de Informações;
- c) Criação, desenvolvimento, avaliação inicial da apresentação e de artefatos prototípicos;
- d) Segunda Fase da Pesquisa.

Nessa fase de Pesquisa Profunda foi dado início as atividades com os alunos, essas atividades foram realizadas, na maioria das vezes, por meio de encontros presenciais, nos quais cada dia foi desenvolvido uma parte do Projeto Solar ABP (PSABP). A princípio foi feita uma breve explanação sobre a estratégia de ensino a ser aplicada, a ABP, para que os alunos a conhecessem e entendessem a forma como iriam trabalhar. Posteriormente, foi feita a apresentação do PSABP aos estudantes com exibição do vídeo “âncora” e da “questão motriz”, que era justamente a problemática que os alunos teriam que responder buscando uma solução.

Ocorreu ainda formação de grupos para que os alunos pudessem trabalhar em equipes; foi informado o cronograma de pesquisa; realizou-se um diálogo sobre a acessibilidade das informações com uso de tecnologia; implementou-se dinâmicas, oficinas e palestras; ocorreu estudos e pesquisas direcionados; empreendeu-se a produção dos artefatos, além da avaliação formativa a respeito dos mesmos, encerrando com pesquisas mais avançadas para corrigir ou finalizar os artefatos. Essas e outras etapas serão descritas com maiores detalhes na seção ‘3.2’ mais a diante.

3.1.3 Fase de Ação

Esta fase correspondeu à divulgação dos resultados provenientes das soluções pesquisadas para responder a questão motriz, os quais pretendiam ter um sentido conscientizador e não apenas informativo. Essa divulgação ocorreu por meio de apresentações e publicação via site, sendo realizado ainda um retorno aos alunos sobre seus feitos, melhorias etc. Essa fase na ABP corresponde às etapas de “Desenvolvimento da apresentação final e Publicação do Produto ou artefato”.

3.1.4 Fase de Avaliação

Esta fase está relacionada à avaliação das ações realizadas. Para isso, foi desenvolvida uma rubrica, a qual pode ser visualizada no Apêndice C, que contribuiu para avaliar as atividades desenvolvidas pelos alunos desde a parte dos roteiros, onde foram evidenciadas as pesquisas iniciais até a apresentação, na qual foi realizada a observação de cada aluno, conforme os critérios inseridos na rubrica, e sua respectiva equipe, bem como os artefatos desenvolvidos.

No entanto, para avaliar a aplicação do PSABP, foi aplicado um questionário misto

com o intuito de captar como se deu essa experiência para os alunos. O mesmo pode ser visualizado no Anexo D.

O Quadro 10 a seguir resume e relaciona as fases da pesquisa-ação com as etapas da ABP e o tempo previsto para realização, o qual totalizou-se 40h:

Quadro 10 – Fases da Pesquisa-ação x Etapas da ABP

FASES DA PESQUISA-AÇÃO	ETAPAS DA ABP	ATIVIDADES	HORAS PREVISTAS
Fase Exploratória	- Pré-planejamento e - Planejamento.	Definir Indicadores almejados, planejamento do tema, das atividades, dos recursos, dos roteiros, diagnóstico da turma, plano de trabalho, seminário etc.	20h
Fase da Pesquisa Profunda	- Introdução e Planejamento em equipe de ABP (<i>Brainstorming</i>); - Fase de Pesquisa Inicial: Coleta de Informações (<i>webquests</i>); - Criação, desenvolvimento, avaliação inicial da apresentação e de artefatos prototípicos; - Segunda Fase da Pesquisa para coleta de informações.	Início do projeto com os alunos; Apresentação da ABP e da questão motriz; formação dos grupos; estudos e pesquisas direcionadas; oficinas; produção dos artefatos e avaliação formativa.	14h
Fase de Ação	- Desenvolvimento da apresentação final e - Publicação do Produto ou artefato.	Divulgação dos resultados provenientes das soluções pesquisadas para responder a questão motriz; retorno aos alunos sobre seus feitos e publicação dos vídeos na web.	04h
Fase de Avaliação	- Avaliação	Avaliação das ações realizadas pelos alunos e Avaliação da aplicação do projeto.	02h

Fonte: Elaboração própria

Traçado o paralelo entre a metodologia aplicada, pesquisa-ação, e a estratégia de ensino, ABP, vejamos na próxima seção uma descrição mais detalhada sobre as etapas da ABP, visando melhorar o entendimento a respeito do desenvolvimento do projeto.

3.2 Detalhamento das Etapas da ABP

Como citado anteriormente, além do Pré-planejamento e do Planejamento do Projeto, citados anteriormente, para desenvolver a ABP foi necessário seguir algumas etapas:

a) Introdução e Planejamento em equipe de ABP:

Nesta etapa foi realizada a Introdução e Planejamento em equipe de ABP, foi o início do contato com os alunos, tendo como atividades: Analisar âncora e discutir à respeito da questão motriz; fazer a dinâmica da tempestade de ideias (*Brainstorming*) com a turma e estabelecer metas; dividir os trabalhos e definir artefatos e produtos.

Os primeiros encontros correspondentes a esta etapa foram primordiais para início das atividades. Por isso foi necessário realizar várias tarefas, além de apresentar aos alunos o vídeo, que serviu de **âncora**⁹ para apresentar o projeto e estimular o interesse dos alunos pelo tema proposto, que é energia solar, foi lançada a questão motriz, que é a tarefa solicitada para resolução de um problema relacionado ao tema. A **questão motriz** do referido projeto é: *“Identificar um problema ou uma situação em uma casa, em uma empresa ou até mesmo na rua, em que a utilização de energia elétrica convencional, possa ser substituída ou complementada por energia solar fotovoltaica”*.

Posteriormente, foi realizada uma dinâmica de grupo, conhecida como *brainstorming* ou tempestade de ideias, de forma a estimular o pensamento criativo. Assim os estudantes puderam discutir entre si a respeito do tema e pensar em possíveis soluções para responder a questão motriz. Durante as discussões, os alunos foram separados em grupos para que cada equipe pudesse desenvolver uma situação como ideia inicial a respeito do tema energia solar.

Em seguida foram estabelecidas as metas a serem alcançadas e o prazo para a realização das atividades. Foi feita a divisão das tarefas entre os componentes das equipes e por fim, foi abordado que tipo de artefato que cada equipe deveria desenvolver até o final do PSABP, esse artefato iria representar a solução para a questão motriz. Ao final dos encontros,

⁹ Vídeo que serviu como âncora: Vídeo Matéria Fantástico - Energia Solar: <https://www.youtube.com/watch?v=iDseQ-BI9Yc>

quando necessário, foram entregues roteiros preparando para a próxima etapa.

b) Fase de Pesquisa Inicial: Coleta de Informações:

Nesta etapa foi dado início a parte das pesquisas, onde foram coletadas diversas informações e cada equipe teve que realizar uma investigação a respeito da problemática dentro do tema energia solar, estas informações podiam ser de revistas, jornais, livros, sites etc. e inclusive de entrevistas com profissionais da área e população de uma determinada localidade ou estabelecimento os quais pudessem ser alvo da pesquisa.

Para orientar esta pesquisa, os estudantes responderam *webquests*¹⁰ e contaram com roteiros de aprendizagem, que serviram como norteador das atividades desenvolvidas pelos alunos, auxiliando a realizar as pesquisas, examinando as fontes e sua autenticidade. Nesta etapa foram promovidas atividades de pesquisa que levassem os alunos a entender o funcionamento e aplicação do uso da energia solar.

Em continuidade às pesquisas, foram realizadas mini lições específicas a respeito do assunto proposto de acordo com a necessidade das equipes para melhor desenvolvimento de suas atividades, bem como oficinas práticas, como construção de placa solar caseira para ajudar na construção do artefato. Esta etapa foi finalizada com uma palestra externa de uma empresa do ramo da energia solar fotovoltaica, assim os estudantes puderam entrevistar e tirar dúvidas a respeito da temática.

c) Criação, desenvolvimento, avaliação inicial da apresentação e de artefatos prototípicos:

A partir desta etapa, os encontros foram para iniciar o desenvolvimento e confecção do artefato que foi exposto ao final do PSABP, em uma apresentação pública do trabalho desenvolvido. Os artefatos podiam ser vídeos, maquetes, portfólios, *podcasts*, website etc. Para fazer a confecção desses produtos foi necessário tempo extra, ou seja, tempo além dos encontros para conclusão dessa tarefa.

Foi realizada ainda uma avaliação inicial, do trabalho desenvolvido, inclusive

¹⁰ Uma *webquest* (do inglês, pesquisa, jornada na *web*) é uma metodologia que direciona o trabalho de pesquisa utilizando os recursos da internet. Em geral, a *webquest* é elaborada por um professor com questões a serem solucionadas pelos alunos. [...] O conceito foi criado em 1995 por Bernie Dodge, professor da universidade de San Diego, na Califórnia, Estados Unidos (BENDER, 2014, p.11).

avaliação formativa dos artefatos confeccionados, ou do que haviam construído até aquele momento. Lembrando que a avaliação formativa deve ter como uma de suas principais funções, encorajar o educando, concedendo feedbacks positivos que estimulem seus processos cognitivos, contribuindo com sua autoavaliação e seu envolvimento e responsabilização pessoal no desenvolvimento de atividades que o levarão a uma aprendizagem concreta (GREGO, 2013).

d) Segunda Fase da Pesquisa

Após as observações postas pela avaliação formativa, foi dado início à segunda fase da pesquisa para coleta de informações, onde foram realizadas pesquisas adicionais para conclusão dos artefatos de forma mais completa. Os mesmos foram revisados para a apresentação final.

Os artefatos são itens criados ao longo da execução do projeto e representam possíveis soluções ou ainda aspectos para solução do problema proposto (BENDER 2014, p. 16). No PSABP, as equipes optaram por construir maquetes, além do vídeo final que deveriam produzir para relatar o trabalho e divulgar o conhecimento, uma das características da ABP. Nesta etapa, as novas pesquisas realizadas tiveram como objetivo preencher as lacunas que ainda existiam no projeto de cada equipe, evitando, porém, maiores mudanças que descaracterizassem o trabalho iniciado (BENDER, 2014).

e) Desenvolvimento da apresentação final

Representa uma das últimas etapas do PSABP, no qual as equipes se prepararam para ficar tudo pronto para ser apresentado. Foram realizados os últimos ajustes no projeto individual de cada equipe, principalmente em relação aos detalhes do protótipo ou maquete. Por fim, foi realizada uma revisão da apresentação oral e aquisição de algum recurso adicional, como um painel, slides, aplicativo etc.

Uma vez que os detalhes para a apresentação estavam prontos chegou a hora da ação. Nesta etapa foi realizada a apresentação final das equipes, as mesmas fizeram uma apresentação pública dos trabalhos desenvolvidos para a comunidade estudantil local em um mostra educacional, onde contou com a participação de alunos de outras turmas bem como os demais professores e colaboradores que foram convidados.

f) Publicação do produto ou artefato

Uma observação muito importante, é que um dos diferenciais da ABP é a publicação do trabalho realizado pelos alunos. Para isso foi proposto as equipes que confeccionem um vídeo sobre o desenvolvimento dos seus artefatos. Esse vídeo foi publicado no *youtube* e no site criado para o desenvolvimento do PSABP. No entanto, para que isso ocorresse, as equipes foram orientadas por meio de roteiro desde o primeiro encontro a realizar o registro de suas atividades para que essa etapa seja alcançada.

A fim de colaborar com essa atividade, os alunos deveriam construir um blog para postar suas tarefas e encontros, cuja finalidade seria de um diário digital afim de manter as informações atualizadas de seus trabalhos. Dessa forma, as informações não se perderiam, além de utilizarem recursos tecnológicos que é outra característica importante da ABP.

3.3 Instrumentos de avaliação e coleta

Desde o início dos trabalhos com os alunos até a apresentação final, os mesmos foram avaliados a respeito de seu desempenho ao longo do processo desenvolvido por meio da ABP, e receberam suas notas referentes ao trabalho realizado. Uma das avaliações foi formativa e outra somativa, a primeira para auxiliar o aluno no desenvolvimento de suas atividades, aconselhando-o de forma a atingir os objetivos propostos, enquanto a última foi para análise do que o aluno desenvolveu e do que foi alcançado.

Essa avaliação foi feita por meio de rubrica, a qual pode ser visualizada no Apêndice C, e trata de um “[...] procedimento, ou guia de pontuação, que lista critérios específicos para o desempenho dos alunos e descreve diferentes níveis de desempenho para esses critérios” (BENDER, 2014, p. 133). Dentre esses critérios há diversos itens, avaliando desde o desenvolvimento por meio dos roteiros, até o trabalho individual e cooperativo dos alunos, tendo em vista que outra característica marcante da ABP é a cooperação entre os participantes.

Após o término da aplicação do projeto, aplicou-se um Questionário de Reação para analisar a experiência vivenciada pelos alunos, além dos novos conhecimentos adquiridos. Este questionário pode ser visualizado no Apêndice D deste trabalho, bem como no site criado. Os dados obtidos tanto no questionário prévio, como nas rubricas, foram analisados e interpretados, podendo ser vistos na próxima seção onde constam os resultados da pesquisa.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Nesta seção apresentaremos os resultados de cada fase da pesquisa bem como a realização de cada etapa, desde a parte de planejamento, o início do Projeto Solar ABP (PSABP) com os alunos, até a apresentação dos artefatos e publicação do vídeo de cada equipe. Além do tempo de pré-planejamento e planejamento que durou um pouco mais de um mês, o que levou aproximadamente 20h, o projeto foi desenvolvido em 10 encontros presenciais, com duração de 2h cada encontro. Dessa forma, levando em consideração as horas de planejamento, a execução e ainda alguns encontros extras para finalização do artefato, a carga horária total para desenvolvimento e aplicação do projeto de pesquisa (PSABP) foi de 45h, ou seja, acima do que foi programado conforme plano de trabalho, presente no Apêndice A, o qual consta um total de 40h.

4.1 Fase exploratória: Planejamento e Diagnóstico

Conforme citado anteriormente, nesta fase foi realizado o pré-planejamento e o planejamento que tinha como um dos propósitos fazer um diagnóstico da turma, o qual ocorreu por meio de questionário, podendo ser visualizado no apêndice 'B' desta dissertação.

Este diagnóstico teve como propósito avaliar o conhecimento prévio do aluno a respeito do tema, item de fundamental importância para se buscar uma aprendizagem significativa e averiguar o conhecimento geral dos alunos para dar continuidade ao planejamento das atividades que foram desenvolvidas. Com base neste questionário foram preparados muitos dos materiais para trabalhar com a turma.

A aplicação do questionário foi realizada no início das aulas do curso de eletricista e embora a turma fosse composta por 20 alunos, apenas 18 estavam presentes no dia da aplicação. Dessa maneira foram analisados diversos tópicos abordados, entre os quais noções de eletricidade, mas tratando-se de questões mais específicas, pôde-se observar que 77% da turma já tinha ouvido falar ou tinha uma noção do que era a energia solar fotovoltaica, 83,3% sabia identificar algumas fontes renováveis, no entanto, apenas 44% da turma sabia definir o que é a energia renovável.

Esse resultado levou ao desenvolvimento de um seminário para preparar a turma antes da aplicação do projeto (PSABP), por meio do qual os alunos foram divididos em equipes e pesquisaram a respeito de conceitos sobre energia renovável, bem como as várias fontes desse tipo de energia, entre elas a solar fotovoltaica. Na figura 16 podemos visualizar

os alunos pesquisando via internet bem como a apresentação das equipes para expor seus trabalhos sobre fontes renováveis.

Figura 16 – Seminário sobre Fontes Renováveis



Fonte: Elaboração própria

Esse seminário contribuiu para melhorar o entendimento dos alunos a respeito do tema, uma vez que para se trabalhar com uma determinada fonte de energia é importante que se conheça conceitos pertinentes ao assunto, de modo que favoreça a experiência ao longo do PSABP.

Outro resultado desta etapa foi a elaboração do Plano de Trabalho, que é a escrita do planejamento do Projeto Solar ABP (PSABP), que conforme dito anteriormente consta no Apêndice ‘A’ deste trabalho, o qual aborda o desenvolvimentos de pesquisas, construção de roteiros e criação do site para dar suporte aos alunos e apresentar o PSABP como um todo. A figura 17 mostra o layout do site, que pode ser acessado por meio do seguinte endereço eletrônico: <https://lucieleennunes.wixsite.com/abpsolar>.

O site contém todas as informações sobre o PSABP, desde o acesso a cada roteiro; material de pesquisa para ajudar a responder as questões requeridas nos roteiros, como artigos e apostilas; links de sites e vídeos. Possui ainda uma aba de galeria, onde contém o registro fotográfico de todos os encontros; a equipe de trabalho que aplicou e desenvolveu o PSABP, e ainda uma seção para falar sobre a ABP e alguns trabalhos já desenvolvidos com essa estratégia de ensino, além de documentos, como a rubrica¹¹, para ilustrar como a avaliação foi realizada.

¹¹ A rubrica exposta no site não está preenchida com as notas dos alunos por questões éticas, mas por meio dela, eles puderam saber como foram avaliados.

Figura 17 – Site do projeto



Fonte: Elaboração própria

4.2 Fase de Pesquisa Profunda: Introdução, Pesquisa e Desenvolvimento

Nesta fase os alunos conheceram a estratégia que seria trabalhada, bem como a problemática proposta por meio da questão motriz, cronograma das atividades etc.

Passaram posteriormente para a etapa de pesquisa sobre o tema, em que os alunos realizaram as primeiras coletas de informações. Ressalta-se que em cada encontro, de acordo com o cronograma do plano de trabalho, eram entregues os roteiros para nortear essas atividades.

Nessa etapa além das pesquisas os alunos participaram da dinâmica de grupo *Brainstorming* ou tempestade de ideias, sendo essa a real intenção: que os alunos pudessem discutir o tema uns com os outros levando o máximo de ideias para reflexão. Nesse momento foi entregue um roteiro para pesquisa e estudo, foi feita a divisão das leituras e ainda a formação das equipes.

Ao final da dinâmica, cada equipe apresentou suas ideias iniciais a respeito da solução pensada. A turma foi dividida em quatro equipes, sendo que duas optaram por utilizar o sistema fotovoltaico *on grid* e as outras duas, o sistema *off grid*. Este se refere a um sistema isolado e aquele a um interligado a rede da concessionária.

Essa dinâmica proporcionou troca de experiências entre os participantes seja com os integrantes da equipe, seja com os demais grupos formados. A figura 18 mostra alguns momentos da dinâmica.

Figura 18 – Discussão do tema por meio da dinâmica “*Brainstorming*”



Fonte: Elaboração própria

Para complementar o conhecimento dos alunos a respeito do tema, foi realizada uma palestra sobre energia solar fotovoltaica. A mesma foi ministrada por uma empresa especializada nesse ramo que foi convidada exclusivamente para atender ao projeto (PSABP).

O palestrante abordou conceitos teóricos sobre a energia fotovoltaica, os equipamentos envolvidos, o mercado de trabalho nessa área, bem como o aumento da demanda por essa fonte, e as perspectivas para o futuro. Essa palestra contribuiu para que os alunos tirassem várias dúvidas a respeito do assunto e até mesmo relacionassem questões abordadas com as ideias das equipes. Na figura 19, podemos visualizar uma parte da palestra.

Figura 19 - Palestra sobre Energia Solar Fotovoltaica



Fonte: Elaboração própria

No encontro seguinte foi realizada uma oficina sobre Placa Solar Caseira com Leds. Lembrando que uma das atividades que os alunos deveriam desenvolver era a demonstração

de suas ideias por meio de um artefato, sendo assim, todas as equipes optaram por desenvolver uma maquete ou protótipo das suas criações, e essa oficina teve como objetivo estimular os alunos a construir suas próprias placas solares para seus respectivos artefatos, seja com Led ou outro material que eles conseguissem pesquisar.

As placas solares, ainda que as didáticas, possuem um custo elevado para desenvolver projetos escolares, além da dificuldade de encontrá-las na região. Nesse sentido, foi proposta uma nova possibilidade de construção de placa solar, utilizando, no entanto, o Led ao invés de uma célula fotovoltaica, uma vez que o custo do Led é bem mais acessível para aquisição dos alunos.

Para testar as placas os alunos usaram uma calculadora de baixa potência como carga e utilizaram um multímetro para verificar se a mesma estava gerando alguma diferença de potencial em seus terminais. Para colaborar com a oficina, foi convidado um professor para fazer uma breve exposição sobre os componentes eletrônicos envolvidos na construção da placa Solar de LED. Na figura 20 a seguir, é possível visualizar alguns momentos dessa oficina.

Figura 20 - Oficina de Placa Solar com LED



Fonte: Elaboração própria

Os alunos utilizaram um roteiro explicativo, o qual possuía todas as informações para desenvolver a placa. Os mesmos ainda contavam com um vídeo ensinando passo a passo a construção da placa. Os materiais utilizados foram: um pedaço de papelão, tesoura, solda, leds, capacitor, fio e um ferro de solda para fazer as conexões. Foi disponibilizado também aos alunos um artigo de física que serviu como base teórica para construção de placa solar com leds¹².

4.2.1 Construção e montagem dos artefatos

Até este momento os alunos estudaram, pesquisaram, participaram de palestra e oficina, mas paralelamente a isso, estavam se empenhando na (s) ideia (s) para solucionar a questão motriz *“Identificar um problema ou uma situação em uma casa, em uma empresa ou até mesmo na rua, em que a utilização de energia elétrica convencional, possa ser substituída ou complementada por energia solar fotovoltaica”*.

Durante as aulas regulares do curso foram separadas algumas horas para que as equipes pudessem desenvolver a parte de construção e montagem dos artefatos de modo a responder à questão proposta, sendo acrescido ainda cerca de 5h ao tempo previsto. No entanto, foi necessário que os alunos se reunissem além desses momentos para finalizar suas atividades. A carga horária para essa parte variou de acordo com as necessidades de cada equipe, algumas se reuniram por cerca de 4h, outras 8h, por exemplo. Ressaltamos que esse tempo não foi contabilizado para o PSABP, pois tratou-se de tempo adicional para cada equipe. Essa etapa foi dividida em duas partes:

I – Construção e Montagem: onde as equipes fizeram o seu planejamento de como realizariam o trabalho, dividindo as tarefas e adquirindo materiais, partindo assim, para o desenvolvimento e montagem propriamente dita do artefato.

II – Experimentação: correspondeu a um teste que as equipes deveriam fazer em seus respectivos artefatos, mesmo que ainda não tivessem terminado, era necessário testar o que havia sido desenvolvido até aquele momento para verificar possíveis alterações nos artefatos. Nessa ocasião foi realizada uma avaliação formativa com as equipes, analisando o que tinham conseguido construir, como desenvolveram e que conceitos estavam envolvidos. Nesse momento foi feito um acompanhamento mais próximo

¹² Artigo base para a oficina disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/led.pdf>

das equipes, verificando o que precisavam, orientando-os e auxiliando-os como melhorar o artefato e suas ideias para apresentá-lo ao público.

Nem todas as equipes conseguiram chegar à etapa de experimentação, pois ainda não tinham conseguido finalizar a montagem do artefato, alguns estavam com dúvidas conceituais e outros com dificuldades para aquisição de materiais. Mas ainda assim foi feita uma análise do que faltava e aproveitou-se o momento para tirar as dúvidas, e ajudá-los.

No encontro seguinte após a experimentação foi feito o acompanhamento das melhorias conforme orientações passadas na avaliação formativa, prosseguindo então para a segunda fase da pesquisa para coleta de novas informações. Ressaltamos que conforme mencionado anteriormente, essa segunda fase da pesquisa teve como intuito fechar as lacunas que ainda pudessem existir no artefato.

No dia anterior à apresentação, os alunos fizeram uma pré-apresentação dos seus trabalhos, uns já haviam terminado, outros ainda estavam finalizando, mas ainda assim, foi possível fazer uma prévia de como seria na apresentação oficial, de modo que os alunos puderam “ensaiar” e se preparar melhor, para se sentirem mais confiantes no dia seguinte e expor o que haviam estudado. A figura 21 mostra um pouco desse momento de preparação. Alguns aproveitaram para desenvolver um último tópico solicitado no PSABP: um vídeo explicativo sobre o trabalho desenvolvido.

Figura 21 - Últimos ajustes e prévia da apresentação



Fonte: Elaboração própria

4.3 Fase de Ação: Apresentação final e publicação

Após a realização de várias etapas do PSABP, desde a introdução, fase de pesquisa inicial, resolução de roteiros, dinâmica, palestra, oficina e desenvolvimento dos artefatos, por fim chegou o dia da apresentação dos trabalhos desenvolvidos pelas quatro equipes. Essas apresentações foram reunidas em uma Mostra de trabalho final do curso de Eletricista Instalador Residencial.

A apresentação foi realizada no laboratório de instalações elétricas da escola, onde os alunos fizeram suas aulas práticas, o que ajudou no desenvolvimento do artefato por questões de materiais e ferramentas. Cada equipe se posicionou em uma cabine e preparou seu artefato para explicar a ideia desenvolvida por eles. Ressaltamos ainda que para construir os artefatos foram utilizados diversos materiais de baixo custo, como Leds, isopor, lâmpadas incandescentes, tecido não tecido (tnt) e até materiais que iriam ser descartados, como papelões, resíduos de cabos, pedaços de madeira etc. As equipes foram apresentadas por nomes escolhidos por seus próprios integrantes.

A turma teve como público os alunos e funcionários da própria instituição, que compareceram na mostra para prestigiar o trabalho das equipes e entender um pouco mais a respeito do tema abordado. Devido ao espaço do laboratório, foi feito um rodízio entre as turmas para assistirem a apresentação. Os alunos além de apresentar, deveriam responder as perguntas que eram dirigidas a eles. Nas figuras a seguir pode-se visualizar o trabalho de cada equipe e a apresentação pública.

A primeira equipe, nomeada de Voltaicos, criou como solução para a questão motriz um restaurante flutuante, nomeando de “Solaris Restaurante Amazônico” no qual para economizar energia, o proprietário poderia instalar painéis solares fotovoltaicos por meio do sistema *on grid*, que é interligado à rede elétrica da concessionária. Eles desenvolveram uma maquete demonstrando detalhes do sistema como, por exemplo, as placas, o inversor, o medidor bidirecional e a rede da concessionária, além de iluminar a maquete com leds. O diferencial desse grupo foi a ideia da instalação do sistema no próprio rio ou lago, no qual se encontraria o flutuante. Essa forma de instalação contribuiria, inclusive, no rendimento do sistema, o qual é influenciado pelo calor ambiente, nesse caso, por ser na água, esse calor poderia ser amenizado. Sem falar que ainda seria uma novidade na cidade, fazendo com que a própria instalação do sistema já fosse um atrativo para os clientes. Na figura 22 é possível visualizar o trabalho desta equipe.

Figura 22 - Equipe Voltaicos

Fonte: Elaboração própria

Outra equipe também desenvolveu uma ideia utilizando o sistema *ongrid*. Essa equipe foi nomeada de Ilumisol. Eles tiveram como proposta construir uma maquete de uma casa, a “Casa Solar” com o sistema fotovoltaico interligado, dessa forma, durante o dia, eles poderiam utilizar a energia proveniente do sol e somente a noite ou em período chuvoso, eles utilizariam a energia da rede elétrica convencional, o que diminuiria bastante o valor da fatura de energia elétrica. A figura 23 apresenta um pouco do trabalho desenvolvido por eles.

Figura 23 - Equipe Ilumisol

Fonte: Elaboração própria

Essa equipe teve como diferencial a construção de uma placa solar demonstrativa com Leds, conforme a oficina que participaram durante o PSABP, e utilizaram uma placa construída com lâmpadas incandescentes para simular a energia proveniente do Sol. Eles conseguiram demonstrar que a placa construída por led, na presença da iluminação “solar” artificial, gerava energia elétrica. Mesmo que em pequena escala, foi possível medir a diferença de potencial utilizando um multímetro digital, do tipo alicate amperímetro.

As próximas duas equipes desenvolveram seus projetos baseados em uma instalação solar fotovoltaica utilizando um sistema *off grid*, o qual é isolado e não depende da rede da concessionária.

A equipe FiveSolar desenvolveu um protótipo de um sistema de irrigação utilizando energia solar fotovoltaica. Eles desenvolveram seu trabalho pensando na dificuldade das pessoas do interior do estado que moram em comunidades isoladas, onde muitas vezes residem um pouco distantes de rios e lagos, principalmente no período das estiagens, tendo que andar grandes distâncias para conseguir água para beber e irrigar suas plantações. E a maioria dessas comunidades não possui acesso à energia elétrica, quando possuem, esse acesso é estritamente precário e limitado. Na figura 24, pode-se visualizar o protótipo desenvolvido pela equipe.

Figura 24 - Equipe FiveSolar



Fonte: Elaboração própria

Essa equipe teve como diferencial o fato de demonstrar o funcionamento do sistema mais próximo da realidade, seu protótipo contou com uma pequena placa solar, equipamentos como bateria, inversor e bomba hidráulica. Todos de pequena escala, mas conseguiu fazer a demonstração de regar uma plantação por meio de um reservatório de água e um sistema de tubulação hidráulica instalado. Eles simularam a placa solar alimentando a pequena bomba que regava a plantação. Embora contasse com os equipamentos, devido a apresentação ser em ambiente fechado, o funcionamento da placa solar foi encoberto pela instalação elétrica de modo que a apresentação fosse mais realista para exibição.

A quarta equipe, intitulada Poraquê, também desenvolveu um sistema fotovoltaico isolado pensando na comunidade ribeirinha. Eles fizeram uma maquete de uma casa típica do interior do Amazonas, uma casa flutuante. Eles desenvolveram essa ideia pensando na realidade de famílias que vivem isoladas em casas flutuantes ou que são constantemente atingidas pelas cheias dos rios, sem acesso a energia elétrica. A equipe pensou na instalação de uma placa solar fotovoltaica para alimentar equipamentos de baixa potência de modo atender as necessidades básicas dessas famílias. A figura 25 mostra o trabalho desenvolvido pela equipe.

Figura 25 - Equipe Poraquê



Fonte: Elaboração própria

O diferencial dessa equipe foi a pesquisa bem elaborada, os integrantes possuíam muitas informações, demonstrando um estudo mais aprofundado dos conteúdos, além da

montagem da placa eletrônica que representava a placa solar desenvolvida para acionamento da iluminação da maquete, eles explicaram o tema com bastante clareza e segurança.

As quatro equipes tiveram que apresentar várias vezes para os alunos e funcionários que foram prestigiar seus trabalhos, pois conforme comentado anteriormente foi feito um rodízio para poder realizar a apresentação a todos. Na figura 26 a seguir, podemos ter uma visão geral de como ficou o laboratório durante as apresentações na Mostra.

Figura 26 – Mostra Final da turma de eletricista



Fonte: Elaboração própria

Uma das características da ABP, é a publicação dos seus produtos ou artefatos. Essa publicação pode ser em jornal, sites, revistas etc. Como o produto das equipes foram maquetes, cada equipe criou um vídeo do seu projeto e publicou no *youtube*. Os links desses vídeos podem ser acessados no site do PSABP.

Para contribuir com essa atividade, os alunos deveriam criar um blog¹³ que tinha como objetivo ser um diário digital da turma a fim de manter as informações atualizadas de seus trabalhos, postando fotos, atividades e outros materiais que fossem importantes. Assim, as informações não se perderiam, além de utilizarem recursos tecnológicos que é outra característica importante da ABP. No entanto, os alunos não conseguiram concluir a criação do blog, eles até iniciaram, mas não finalizaram, alegando dificuldade no desenvolvimento do mesmo. Logo, as equipes utilizaram o *whatsapp* e seus *e-mails* particulares para comunicação entre eles e envio de materiais para o desenvolvimento do projeto.

¹³ O blog não está ativo, mas endereço criado para ele foi: eletricaresudencia2.wixsite.com/meusite

4.4 Fase de Avaliação

A fase de avaliação ocorreu por meio de observações e análises feitas durante o desenvolvimento do PSABP, assim como na apresentação final.

Conforme descrito anteriormente, utilizou-se uma rubrica como guia para a avaliação da aprendizagem, por meio da qual se pôde acompanhar o desenvolvimento dos alunos desde a parte dos roteiros, onde foram evidenciadas as pesquisas iniciais a respeito do tema, até a apresentação final na qual foi feita a observação de cada aluno e sua respectiva equipe. Em outras palavras, a rubrica foi sendo preenchida no decorrer do projeto, uma vez que a ABP nos leva a analisar o processo como um todo e não apenas uma apresentação, instigando a observar a atuação e o desenvolvimento do aluno durante toda a evolução do trabalho.

A rubrica contribuiu na análise dos resultados pretendidos na aprendizagem, dentre os quais destacamos: Disposição para realizar pesquisas; Habilidade para trabalhar em equipe; Desenvoltura para trabalhar com tecnologia e Demonstração dos conhecimentos dos conteúdos relacionados a energia solar.

A disposição para realizar pesquisas foi observada por meio das respostas na entrega dos Roteiros, nesta parte pudemos observar que a maioria dos alunos não realizaram todas as pesquisas, pois as respostas eram simples e não se aprofundaram. Ainda assim podemos dizer que uma parte de 35% da turma realizou todas as pesquisas e foi além do solicitado.

Quanto a habilidade para trabalhar em equipe, foi observado ao longo de todo o PSABP, que a maioria sentiu dificuldade em trabalhar em equipe, no entanto perceberam que devido a quantidade de tarefas que deveriam realizar, o trabalho em grupo é importante, pois quando todos fazem sua parte, ninguém se sobrecarrega, todavia alguns integrantes das equipes acabaram por fazer mais do que deveriam devido a falta de comprometimento por conta de outros.

Na desenvoltura para trabalhar com tecnologia, no que diz respeito à busca de informações via internet através do site do PSABP e outros sites sugeridos, os alunos não demonstraram maiores problemas para realizar as pesquisas, a não ser com o acesso à internet ser limitado, mas para construir o blog, os mesmos tiveram bastante dificuldade e não finalizaram conforme mencionado anteriormente.

Por fim, na demonstração dos conhecimentos dos conteúdos relacionados a energia solar foi observado como os alunos assimilaram conteúdos relacionados ao funcionamento e aplicação do uso da energia solar, bem como a ideia de se gerar energia elétrica por meio da

energia solar fotovoltaica. Essa observação iniciou-se por meio dos roteiros de aprendizagens 3 e 4, que podem ser visualizados no site do projeto¹⁴, através dos quais os alunos foram instigados a pesquisar sobre conceitos alusivos ao tema, equipamentos utilizados, tipos de sistemas fotovoltaicos e seu funcionamento.

Diante disso, ao analisar o diagnóstico feito no início do curso e as poucas noções que os alunos tinham a respeito do tema antes do projeto, pode-se verificar que os mesmos tiveram uma evolução em seu desenvolvimento, uma vez que, puderam perceber a importância e passaram a entender melhor conceitos relacionados à energia solar fotovoltaica, vantagens e desvantagens, descrevendo os tipos de sistemas, como o interligado à rede ou o sistema isolado, o funcionamento básico desses sistemas, os equipamentos envolvidos etc.

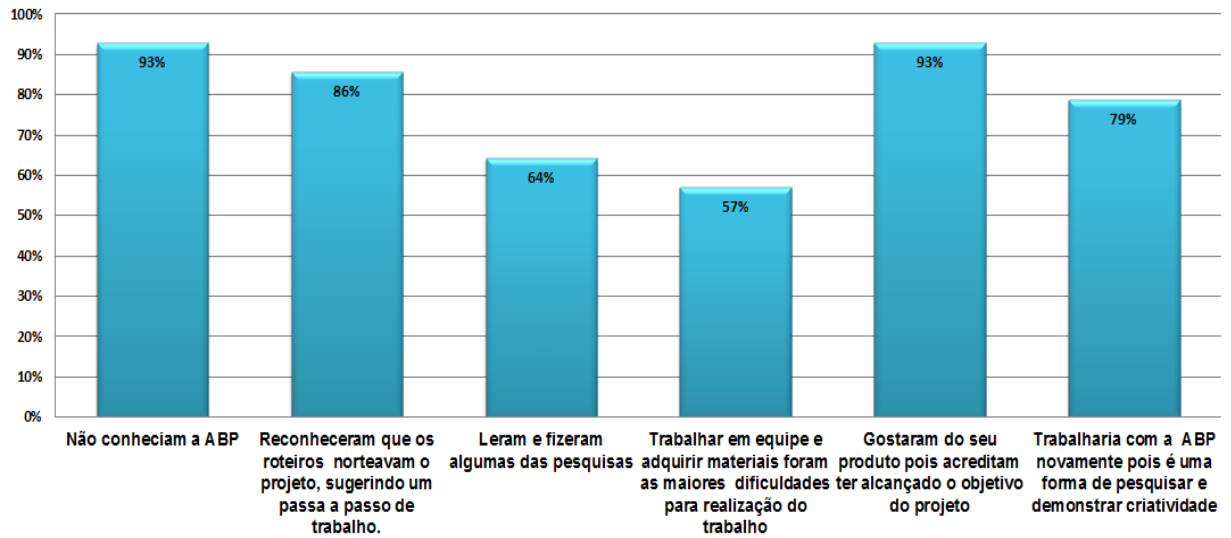
Deste modo, podemos dizer que os alunos conseguiram relacionar o que estudaram e aplicar esses conceitos nas maquetes que apresentaram, demonstrando a solução para a questão motriz e a importância ambiental envolvida nesse processo. Os alunos abordaram também a ideia de instalação desses sistemas, materializando soluções energéticas para população ribeirinha, por meio do sistema *off grid*, e visando economia e sustentabilidade para a cidade através do sistema *on grid*.

Outra forma de avaliação foi um questionário aplicado ao final do PSABP, aproveitando para fazer uma reflexão a respeito do trabalho desenvolvido. Assim, foi conversado sobre o desempenho das equipes e aplicado um questionário de reação aos alunos a fim de que os mesmos pudessem expor como foi o projeto para eles, ou seja, qual o parecer da turma em frente ao trabalho desenvolvido.

Por meio do questionário observou-se que a maioria considerou uma experiência válida, na qual 86% dos participantes reconheceram que os roteiros de aprendizagem tiveram um papel importante, orientando os alunos no desenvolvimento do trabalho. Quanto às pesquisas solicitadas 64% realizaram algumas, ou seja, não todas. Um destaque observado é para os artefatos, pois 93% dos alunos gostaram de seus produtos como solução da questão motriz. Por fim, 79% dos alunos declararam que trabalhariam com a ABP novamente, por ser uma forma de pesquisar com criatividade. A figura 27 esboça parte das principais perguntas feitas no questionário.

¹⁴ Para visualizar os roteiros acesse: <https://lucielennunes.wixsite.com/abpsolar/roteiros-do-projeto>

Figura 27 – Gráfico de análise do questionário de reação sobre a ABP.



Fonte: Elaboração própria

Algumas dificuldades foram encontradas pelos participantes, as quais se destacam: a dificuldade de acesso à internet, o trabalho em equipe e a aquisição de materiais para desenvolver os produtos. Ainda assim, o desenvolvimento do trabalho contribuiu para alcançar o objetivo proposto.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educativo relativo à dissertação, conforme exigência da Capes para Mestrado Profissional é um Guia Didático para utilização da Aprendizagem Baseada em Projetos.

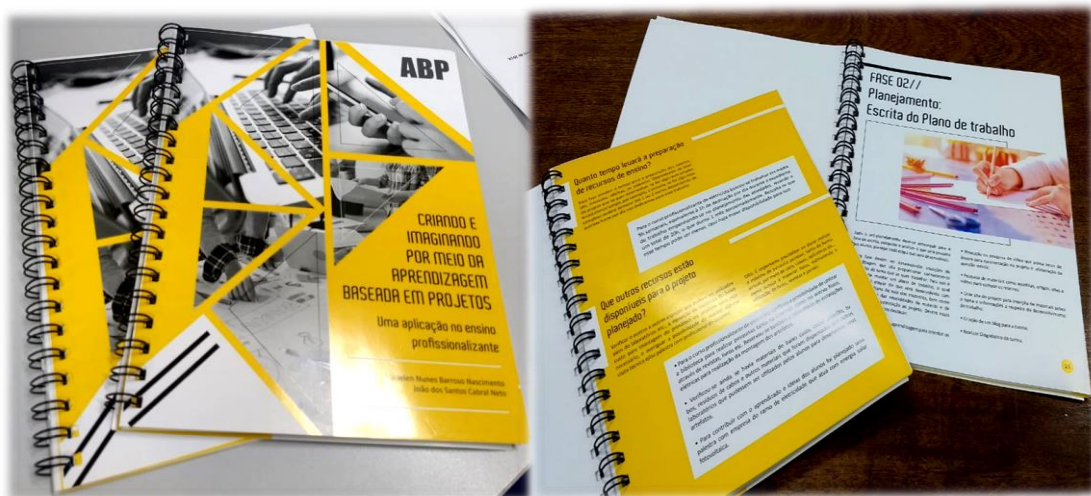
A ABP, embora não seja algo tão recente como vimos neste trabalho ainda é pouco difundida e utilizada no Brasil, um dos fatores talvez seja pela dificuldade de interpretá-la, além de não ser uma metodologia de ensino trivial, possuindo poucos livros que abordem com clareza o tema.

Nesse sentido, para contribuir com uma ferramenta educacional, que auxiliará o professor que tiver interesse em desenvolver um trabalho utilizando a ABP, foi desenvolvido um guia didático, de modo a simplificar o entendimento a respeito dessa estratégia, sem eximir, no entanto, a consulta nos livros que serviram de base para a construção do mesmo.

O conteúdo desse guia faz uma abordagem sobre a ABP; descreve a aplicação prática com a turma do curso profissionalizante de eletricista delineada nesta dissertação; aborda ainda o planejamento e a descrição das etapas, assim como informações para consultar outros materiais e aplicações que podem assessorar no desenvolvimento do projeto.

O guia didático tem como título, “Criando e Imaginando por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos - uma aplicação no ensino profissionalizante”, a primeira versão do mesmo pode ser visualizada na figura 28 a seguir.

Figura 28 – Produto Educacional: Guia Didático



Fonte: Elaboração própria

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento do projeto, pode-se constatar com mais propriedade por meio das pesquisas, a importância da energia solar fotovoltaica como fonte de energia renovável para o país e para região norte em particular. No entanto observou-se que ainda faltam profissionais capacitados com formação específica para atuarem nessa área, embora o mercado de energia solar esteja em fase de crescimento, o investimento para preparar esse público ainda é escasso, o que tornou o presente trabalho bastante significativo uma vez que trouxe como proposta o ensino da energia solar por meio de uma estratégia educacional baseada em projetos. Embora o trabalho não envolvesse diretamente a parte técnica da instalação do sistema, mas sim um despertar a respeito da importância desse tema para quem está se capacitando na área de elétrica.

A utilização da ABP foi um grande desafio tanto pelo desenvolvimento de todo o planejamento e material de estudo, trabalhando na orientação e na motivação das equipes, bem como no acompanhamento de todo o projeto. Da mesma forma tornou-se também um desafio para os alunos, os quais tiveram que buscar seu próprio conhecimento e não mais esperar que tudo fosse transmitido passivamente, tendo que criar as soluções para as atividades propostas e ao mesmo tempo desenvolvê-las. Ainda assim, todos concluíram o PSABP.

À vista disso, podemos dizer que a ABP requer ainda bastante tempo de planejamento para ser aplicada, principalmente para quem ainda não tem tanta experiência em desenvolvê-la, uma vez que ela pode envolver vários tópicos da disciplina ou do curso em questão. No caso desse projeto referiu-se a um tópico dentro dos assuntos que deveriam ser estudados, não obstante, foi necessário planejar minuciosamente para não comprometer os demais conteúdos do curso.

O PSABP foi executado conforme o planejamento das atividades, procurando atender o mais próximo possível o cronograma desenvolvido, atrasando uma ou outra ação, devido a alguns contratemplos. Ainda assim, todas as atividades propostas para as equipes foram realizadas conforme os pressupostos Aprendizagem Baseada em Projetos.

Desta maneira, podemos dizer que a proposta de ensino por meio do Projeto Solar ABP foi realizada de modo a alcançar os objetivos traçados para este trabalho, no qual os alunos demonstraram, conforme descrito no resultado, a assimilação a respeito do funcionamento e aplicação da energia solar, bem como a utilização da energia solar

fotovoltaica como fonte geradora de energia, ressaltando ainda, a conscientização a respeito da questão ambiental ligada ao tema que foi demonstrada em suas apresentações.

Por fim, constatou-se que a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é de fato uma excelente estratégia para usar em sala de aula, uma vez que tirou o aluno de sua zona de conforto, levando-os a estudar e a desenvolver pesquisas, influenciando o cognitivo do aluno, o que favoreceu o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Dessa forma, podemos concluir que a proposta de utilizar a ABP para o ensino da energia solar fotovoltaica foi desenvolvida com êxito não apenas pelo envolvimento dos alunos, mas pela resposta observada no processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Resolução Normativa Nº 687**, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília, DF. 2012. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em 12 de dezembro de 2017.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Resolução Normativa Nº 482**, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF. 2012. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em 11 de dezembro de 2017.

ANDRADE, E. de. **Ensino de Física no Ensino Médio Integrado**: Estudo de caso do Projeto Energia Solar para Comunidades de Baixa Renda. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Ensino de Ciências) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Telêmaco Borba, 2014.

ARAÚJO, M. M. V.; PINTO, K. de J.; MENDES, F. de O. A Usina de Belo Monte e os impactos nas terras indígenas. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, Macapá, n. 6, p. 43-51, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.unifap.br/index.php/planeta>>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Tradução: Lígia Teopisto. 1^o Ed. Lisboa: Paralelo Editora - LDA, 2000.

AVELLO, E. C.; SILVA, F. da. Plataforma Fotovoltaica Didática para uso nos cursos Técnicos e Graduação do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica. *In*: Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 4., 2014, Santa Catarina. **Anais [...]**. Santa Catarina: IFSC, 2014.

BALDISSERA, A. Pesquisa-Ação: uma metodologia do Conhecer e do Agir Coletivo. **Sociedade em Debate**, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 5-25, agosto, 2001.

BARBIERI, J.C. **Gestão Ambiental Empresarial**: Conceitos, modelos e instrumentos. 4^o Ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: e o Contexto da Educação Tecnológica. Santa Catarina, UFSC, 2014.

BEHRENS, M. A.; JOSÉ E. M. A. Aprendizagem por projetos e os Contratos didáticos. **Revista Diálogo Educacional** - v. 2 - n.3 - p. 77-96 - jan./jun. 2001.

BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI**. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2014. 159p.

BENEVENUTO, R. da S. **Os Benefícios da Geração de Energia Elétrica através do Sistema Fotovoltaico no Estacionamento do Centro de Tecnologia da UFRJ.** 2016. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

BIGGS, J. **Assessment and classroom learning:** A role for summative assessment? Disponível em: < <http://goo.gl/bYHVmP>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

BRASIL. **Balanco Energético Nacional 2018: Ano base 2017.** Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf> Acesso em: 17 de julho de 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional - LDBEN. Brasília: 1996. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 22 ago. 2017.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: 2004. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2017.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais – Ensino Médio:** Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais:** Ciências Naturais. Brasília: 1997. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION. **Aprendizagem Baseada em Projetos.** 2001. Adaptação de um texto original disponível em:< www.bie.org/pbl/overview> Acesso em: abril, 2017.

BUHLER A. J. **Estudo de técnicas de determinação experimental e pós processamento de curvas características de módulos fotovoltaicos.** 2017. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/30213>>. Acesso em: 15 set. 2017

CARVALHO, C. C. **Fontes Heliotérmicas:** um estudo sobre o funcionamento e o potencial de implementação no Brasil. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

COMERC ENERGIA. **Índice Comerc solar mostra tempo de retorno para investir em projetos solares no Brasil. Panorama Comerc.** Abril, 2019. Disponível em: <<http://panorama.comerc.com.br/2019/04/rio-de-janeiro-e-manaus-dominam-ranking-de-payback-de-energia-solar-no-brasil/>>. Acesso em 18 de junho de 2019.

COTE, D. Problem-based learning software for students with disabilities. **Intervention in School and Clinic**, Austin, v.43, n.1, p. 29-37, 2007.

CUNHA, M. da; MIRANDA, A. C. de. A construção de um protótipo de energia solar, em sala de aula. *In*: Fórum Ambiental da Alta Paulista, 8., 2012, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Periódico eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n. 6, 2012, p. 60-73, ISSN 1980-0827.

DELORS, J. et al. **Educação: Um tesouro a descobrir** - relatório para UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez/UNESCO, 1998.

DIN EM 50380. **Marking and documentation requirements for Photovoltaic Modules**, 2017.

DOMÉNECH, J.L. et al. Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation. **Science & Education**, v.16, p.43-64. 2007.

EL ANDALOUSSI, K. **Pesquisas-ações: ciências, desenvolvimento, democracia**. Tradução de Michel Thiollent. São Carlos: EdUFSCar, 2004.

FAVARETTO, J. A. **Biologia** — Volume Único, Editora Moderna. São Paulo: 1999.

FEITOZA, P. R. S. O conceito de conscientização em Paulo Freire como norte metodológico para as assessorias jurídicas universitárias populares. **Revista Direito & Sensibilidade**, Brasília, vol. 1, n. 1, p. 119-132, 2011.

FERNANDES, J. T. **Código de obras e edificações do DF**: Inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2009.

FERREIRA, P. S. **Avaliação do potencial de geração de energia pela medição da radiação solar incidente em superfície na estação meteorológica da Ilha do Fundão**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

GALDINO, M. A. E. et al. O contexto das energias renováveis no Brasil. **Revista da Direng**, Rio de Janeiro, n.9, 1998.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 46º ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRANT, M. M., Getting a grip on project-based learning Theory, cases. **A Middle School Computer Technologies Journal**. State University, Raleigh, Volume 5, Issue 1, Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/meridian/win2002> (2002)> Acesso em: 12 mar. 2018.

GREGO, S. M. D. **A avaliação formativa**: ressignificando concepções e processos. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNIVESP. São Paulo, 2013.

GUEDES, I. Falta de energia elétrica atinge 2 milhões de pessoas na Amazônia, aponta instituto. **A Crítica**. Manaus, fev. 2019. Disponível em: <<https://www.acritica.com/channels/governo/news/falta-de-energia-eletrica-atinge-2-milhoes-de-pessoas-na-amazonia-aponta-instituto>>. Acesso em 15 de junho de 2019.

HARADA, M. Ekó House, inspirada na cultura brasileira. **Bioclimatismo: Blog de Arquitetura Bioclimática**. 16 fev. 2016. Disponível em: <<https://bioclimatismo.com.br/eko-house/>>. Acesso em: 20 de março de 2019.

INATOMI, T. A. H. UDAETA, M. E. M. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos**. São Paulo, 2005.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Photovoltaic Power Systems Programme**. IEA, 2019. ISBN 978-3-906042-83-1. Disponível em: <www.iea-pvps.org>. Acesso em 10 de julho de 2019.

JAHNEL, E. L. et al. Montagem de um protótipo didático para estudo de fontes de energia solar. *In: Seminário de Iniciação Científica*, 21., 2013, Unijuí. **Anais [...]**. Unijuí, 2013.

KEMERICH, P. D. da C. et al. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v.20, n. 1, p. 241-247, jan.-abr. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/16132>> Acesso em: 12 fev. 2018.

KLAUSEN, L. dos S. Aprendizagem Significativa: um desafio. *In: EDUCERE – Congresso Nacional de Educação*, 13., 2017, Paraná. **Anais [...]** Paraná: 2017, p. 6403 a 6411.

MARKHAM, T., LARMER, J., RAVITZ, J. **Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio**. Buck Institute for Education. Tradução: Daniel Bueno. 2º Ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 200p.

MARTINS, F. R., ABREU, S. L., PEREIRA, E. B. Scenarios for solar thermal energy applications in Brazil. **Energy Policy**, Guildford, v. 48, p. 640-649, 2012.

MASSON, T. J.; MIRANDA, L. F. de; MUNHOZ JÚNIOR, A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada Em Projetos (PBL). *In: Congresso Brasileiro de Educação Em Engenharia*, 40., 2012, Pará. **Anais [...]** Pará: Universidade Presbiteriana Mackenzie – Escola de Engenharia, 2012. p. 1-10.

MAZINI FILHO, M. L. et al. A didática como elemento construtivo do processo ensino-aprendizagem. **Revista Digital Buenos Aires**, ano 14 n. 132, maio 2009. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd132/la-didatica-como-elemento-constructivo.htm>> Acesso em: 20 jan. 2018.

MEDEIROS, R. T. A educação como base da sociedade. **A Tribuna - digital**. Mato Grosso, agosto, 2013. Disponível em: <<http://www.tribunamt.com.br/2013/08/a-educacao-como-base-da-sociedade.>> Acesso em: 28 ago. 2017.

MELO, E. G. **Geração Solar Fotovoltaica**: Estimativa do fator de sombreamento e irradiação em modelos tridimensionais de edificações. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MELO, O. A. M. H. de. Fundamentos da Energia Solar. **Apostila do Curso em Energia Solar Fotovoltaica**. Brasília, DF. UNYLEYA: 2016b.

MELO, W. L. de B.; **Irrigador solar**: instruções de montagem e de funcionamento. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2016a.

MIAN, Helena M. & MOTA, Vítor A. de S. Mota. **Mecanismos de suporte para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira**: modelos e sugestão para uma transição acelerada. 1. ed. Brasília: WWF-Brasil, 2015.

MINAYO, M. C. S. & SANCHES, O. **Quantitativo-Qualitativo**: Oposição ou Complementaridade? Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul/set, 1993.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EDU, 1999.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, Porto Alegre, RS – V1(3), p. 25-46, 2011.

MORETTO, E. M. et al. Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira amazônica. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XV, n. 3 p. 141-164 set.- dez. 2012.

NETO, J. A. de L. **O uso da abordagem CTSA no ensino de energia tendo o desenvolvimento sustentável como eixo temático**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

NREL. **Glossary of solar radiation resource terms**: National Renewable Energy Laboratory. 2017. Disponível em <http://rredc.nrel.gov/solar/glossary/gloss_s.html>. Acesso em: 10 out. 2018.

OLIVEIRA, A. de S. **Avaliação de Impactos Ambientais do Módulo Fotovoltaico**: Produção e uso como Fonte de Energia Elétrica. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

PARENTE, A. Com potencial crescente, painéis solares ainda são raros em Manaus. **Jornal do Comércio**. Manaus, junho 2019. Disponível em: <https://cieam.com.br/?u=com-potencial-crescente_-painéis-solares-ainda-sao-raros-em-manaus>. Acesso em 18 de julho de 2019.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017.

PIASSINI, D. J. et al. Conceitos da Arquitetura Bioclimática Ligados ao Conforto Térmico e Eficiência Energética dos Edifícios. **Anais de Arquitetura e Urbanismo / ISSN 2527-0893**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 78 - 90, dec. 2016. ISSN 2527-0893.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI. **Plano de curso eletricitista instalador predial de baixa tensão**. SENAI ESDT: Manaus, 2017.

PRESTES, R. F.; SILVA, A. M. M. da. As contribuições do educar pela pesquisa no estudo das questões energéticas. **Experiências em Ensino de Ciências – V4(2)**, pp.7-20, 2009.

NASCIMENTO, R. L. **Energia Solar no Brasil: situação e Perspectivas**. Estudo técnico da Câmara dos Deputados: consultoria legislativa. DF, 2017.

ROGERS, C. R. **Tornar-se pessoa**. 5. Ed São Paulo: Martins, 2001.

SOLÉ, I. Disponibilidade para a Aprendizagem e Sentido da Aprendizagem. *In: O Construtivismo na Sala de Aula*. Porto: ASA Editores, 2001.

SOUZA, J. R. P. da S. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações para o Ensino Médio**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Federal do Pará, Pará, 2016a.

SOUZA, M. P. de. **Análise da viabilidade de utilização da energia solar como fonte alternativa de geração de energia na cidade de Manaus**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016c.

SOUZA, Ronilson di. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica – Livro Digital de Introdução aos Sistemas Solares**. Ribeirão Preto, SP: BlueSol Energia Solar. 2016b. Disponível em: <<http://programaintegradoronline.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Livro-Digital-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-aos-Sistemas-Solares-novo.pdf>> Acesso em: 05 ago. 2017.

TEIXEIRA, I.M.C, TEIXEIRA J.P.C. **Conceitos Básicos de Electrónica**. IST, 2003.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18^o Ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOYOHARA, D. Q. K. et al. **Aprendizagem Baseada em Projetos: uma nova Estratégia de Ensino para o Desenvolvimento de Projetos**. *In: PBL 2010 Congresso Internacional*, São Paulo, Brasil, 8-12 de fevereiro de 2010.

Universidade Federal de Goiás. **Ementa do curso de Engenharia Civil e Ambiental**. Escola de Engenharia Civil e Ambiental – EECA. Goiás UFG. 2017.

Universidade Luterana do Brasil - ULBRA. **Grade Engenharia Ambiental**. Manaus, 2015.

VILLAÇA, A. L. **A implantação de mini-redes de energia solar em comunidades isoladas do Amazonas**. Lavras: UFLA, 2011.

APÊNDICE A:

PLANO DE TRABALHO - PROJETO SOLAR ABP

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico – MPET

Prof. Orientador: João dos Santos Cabral Neto

Aluna: Lucielen Nunes Barroso Nascimento.

PLANO DE TRABALHO – “PROJETO SOLAR ABP”

1 Visão geral do projeto:

Trabalhar conceitos e aplicação a respeito de fontes renováveis, mais especificamente tratando a parte de energia solar, parece algo simples, sem muita complexidade. De fato passar aos alunos apenas informações básicas a respeito do assunto, pode ser considerado algo simplório, no entanto quando o aluno tem que envolver o assunto com a realidade, relacionando-o com a ciência, tecnologia e sociedade, o assunto não é mais tão trivial assim.

Dessa forma esse projeto visa trabalhar o tema energia solar dentro de um contexto mais aprimorado, transformando-o em um desafio tanto para o aluno quanto para o professor.

Esse desafio poderia ser explanado de várias maneiras, mas optou-se por apresentar esse conteúdo aos alunos usando interatividade e contextualização, aplicação real do conhecimento, proposição de problemas e um ensino estruturado para trabalhos de pesquisa e em grupo.

Deste modo, para desenvolver esse projeto será utilizada a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como estratégia de ensino, pois busca envolver os alunos na construção do conhecimento, tornando-o protagonista de sua própria aprendizagem e o professor ao invés de apenas passar conteúdos, desempenhará um papel de orientador do processo.

O desafio passado aos alunos será de propor soluções para uma determinada situação utilizando a energia solar fotovoltaica. Mais detalhes serão vistos posteriormente.

2 Público alvo: Alunos do curso profissionalizante de eletricista da modalidade qualificação.

3 Instituição na qual será aplicada: SENAI, unidade Demóstenes Travessa.

4 Levantamento dos recursos necessários: Computador, internet, Power Point, vídeos, materiais de baixo custo para experimentação.

5 Levantamento das necessidades de desenvolvimento de material didático e outros para apoio:

- Elaboração de roteiros de aprendizagem para orientar os alunos;
- Produção ou pesquisa de vídeo que possa servir de âncora para apresentação do Projeto;
- Desenvolver situação motriz para o Projeto;
- Pesquisa de materiais como apostilas, artigos, sites e vídeos para compor os roteiros;
- Criar página web do Projeto, ;
- Planejar mini lições ou oficinas para colaborar com o desenvolvimento do trabalho.

6 Descrição das atividades:

ATIVIDADES
Fase 01: Concepção do projeto
Pesquisa inicial de possibilidades de temas
Pesquisa de como trabalhar o tema escolhido
Definição do local de aplicação e público

Redação do projeto
Fase 02: Produção dos materiais didáticos
Roteiro 1 – geral do projeto/Site do projeto
Roteiro 2 – orientações para criação de um blog
Roteiro 3 – início da pesquisa: estudo sobre o tema
Roteiro 4 – continuação da pesquisa estudo sobre o tema, conceito e suas diversas aplicações.
Roteiro 5 – orientações para confeccionar placa solar com led
Roteiro 6 – desenvolvendo artefato/produto – divisão das tarefas
Roteiro 7 – Experimentação – teste artefato
Roteiro 8 – Orientações sobre a produção do vídeo resumo para os grupos
Criação do site do projeto
Criação dos slides de apresentação do projeto
Slide de orientação de como usar o Movie Maker
Produção do vídeo âncora
Fase 03: Divulgação do Projeto

Apresentar o projeto ao professor orientador
Apresentar o projeto aos coordenadores da escola onde será aplicado
Apresentar o projeto aos alunos
Fase 04: Aplicação do Projeto
Criação do blog do projeto (alunos)
Acompanhamento e orientação das atividades dos alunos
Avaliação do desempenho dos alunos
Apresentação do projeto pelos alunos
Fase 05: Socialização à comunidade acadêmica
Orientação sobre a produção do vídeo
Organização do evento em sala de aula
Organização dos alunos no evento
Carga horária de Pré-Planejamento: 10h Carga horária de Planejamento: 10h Carga horária de Aplicação do Projeto: 20h CARGA HORÁRIA TOTAL: 40H

8 ÂNCORA

Vídeo Matéria Fantástico - Energia Solar: <https://www.youtube.com/watch?v=iDseQ-BI9Yc>

9 QUESTÃO MOTRIZ

“IDENTIFICAR UM PROBLEMA OU UMA SITUAÇÃO EM UMA CASA, EM UMA EMPRESA OU ATÉ MESMO NA RUA, EM QUE A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA CONVENCIONAL, POSSA SER SUBSTITUÍDA OU COMPLEMENTADA POR ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA”.

10 TAREFAS A SEREM CUMPRIDAS PELAS EQUIPES

- Produção de um artefato que exemplifique sua ideia;
- Produção e publicação na internet de um vídeo explicativo sobre as etapas de construção desse protótipo bem como seu funcionamento;
- Criação, Preenchimento e registro no Blog como evidência de suas atividades, de forma que contribua para o desenvolvimento do vídeo;
- Apresentação publica para os demais alunos em sala de aula ou fora dela.

11 PLANO DE AULA

Resultados Pretendidos da Aprendizagem	Aula/ 2h	Escopo das aulas		
		Conteúdo envolvido	Atividades de ensino & Recursos	Atividades de aprendizagem

Conhecer o projeto			<p>1. Explicar a metodologia ABP e o projeto - (roteiro geral com cronograma) para os alunos</p> <p>SLIDE e ROTEIRO 1 GERAL DO PROJETO (links do site; do blog, de vídeos, cronograma do projeto, produtos previstos, protótipos ou soluções reais, culminância do projeto com um vídeo)</p>	Observar e tirar dúvidas sobre o que foi explanado.
Desenvoltura para trabalhar com tecnologia	1	- Ambientação no projeto / Aprendizagem Baseada em Projetos	<p>2. Apresentar a âncora do projeto: Vídeo Matéria Fantástico - Energia Solar: https://www.youtube.com/watch?v=iDseQ-BI9Yc:</p> <p>3. Apresentar a questão motriz: “IDENTIFICAR UM PROBLEMA OU UMA SITUAÇÃO EM UMA CASA, EM UMA EMPRESA OU ATÉ MESMO NA RUA, EM QUE A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA CONVENCIONAL, POSSA SER SUBSTITUÍDA POR ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA”.</p> <p>4. Apresentar o site criado para disponibilizar material para estudo, vídeos, roteiros e informações a respeito do projeto.</p> <p>Roteiro 1 – apresentação do projeto</p> <p>5. Explicar a respeito da criação do blog, sua função de registro e acompanhamento do desenvolvimento do projeto (postagem de fotos, vídeos e comentários sobre o processo de pesquisa e implantação do projeto pelo grupo), demonstrar como usá-lo e explicando o Roteiro 2 – ver BENDER p. 51</p>	Observar e tirar dúvidas sobre o que foi explanado.

Disposição para realizar pesquisas;			<p>6. Entregar e explicar o roteiro 3 para ser devolvido preenchido no próximo encontro. Orientar os alunos a coletar mais informações seja na internet, com professores, etc.</p> <p>Roteiro 3 – individual (nomes dos integrantes do seu grupo, orientações para a pesquisa: links de vídeos sobre energia solar, preencher problemas identificados e possíveis soluções).</p>	Tirar dúvidas sobre o que foi explanado
<p>Disposição para realizar pesquisas;</p> <p>Demonstração de conhecimento dos conteúdos relacionados a energia solar;</p> <p>Habilidade para trabalhar em equipe</p>	2	<p>-Técnica de estudo tempestade de ideias</p> <p>-energia solar: conceito, formas e aplicações;</p>	<p>1. Verificar o preenchimento do roteiro 3 – Organizar a turma em grupos do trabalho</p> <p>2. Explicar o que é a técnica de tempestade de ideias e sobre como participar – SLIDE</p> <p>3. Orientar os alunos a conversarem com o seu grupo por meio dessa técnica com base na questão motriz “Identificar um problema ou uma situação em uma casa, em uma empresa ou até mesmo na rua, em que a utilização de energia elétrica convencional, possa ser substituída ou complementada por energia solar fotovoltaica” e preencherem o roteiro 4</p> <p>Roteiro 4 – nome do grupo, pesquisa orientada/ problema/situação encontrada, solução escolhida</p>	<p>1. Se organizar em grupos e apresentar o Roteiro 3 preenchido</p> <p>2. Conversar com os colegas do grupo sobre os problemas /situações pesquisados e soluções possíveis com o uso da técnica tempestade de ideias</p> <p>3. Os grupos devem começar a preencher o Roteiro 4</p>
<p>Desenvoltura para trabalhar com tecnologia;</p> <p>Disposição para realizar pesquisas;</p> <p>Demonstração de conhecimento dos conteúdos</p>	3		<p>1. Promover uma socialização dos Roteiros 4 com o restante da turma;</p> <p>2. Decidir com os alunos se várias soluções serão desenvolvidas ou eleger uma solução de aplicação mais complexa para envolver toda a turma</p> <p>3. Palestra Energia Solar (empresa externa)</p>	<p>1. Socializar o roteiro 4 do grupo com a turma.</p> <p>2. Decidir com os colegas se várias soluções serão desenvolvidas ou eleger uma solução de aplicação mais complexa para envolver toda a turma.</p>

relacionados a energia solar; Habilidade para trabalhar em equipe.			4. Explicar a oficina que será feita: Solicitar que tragam papelão, tesoura e leds para o próximo encontro	3. Participar com perguntas para tirar dúvidas
Habilidade para trabalhar em equipe.	4	- energia solar: conceito, formas e aplicações;	1. Apresentar vídeo placa fotovoltaica e ensinar os alunos como construir uma placa fotovoltaica 2. Material: papelão, componentes eletrônicos, solda, máquina de solda, Roteiro 5 (etapas de produção da placa)	1. Observar e tirar dúvidas 2. Construir e montar a placa
			3. Explicar o Roteiro 6 para ser entregue no próximo encontro – Roteiro 6 – Desenvolvimento do artefato/produto	3. Tirar dúvidas com o professor
Disposição para realizar pesquisas; Desenvoltura para trabalhar com tecnologia; Demonstração de conhecimento dos conteúdos relacionados a energia solar.	5	- energia solar: conceito, formas e aplicações;	1. Discutir Roteiro 6 : em sala (BENDER, 2014, p. 62): desenho da solução, quais os recursos necessários para a implantação da solução, como dividir as tarefas entre os membros do grupo(o que tem para fazer? O quem faz o que?, e até quando?) incluindo as etapas 1 de ORGANIZAÇÃO E MONTAGEM	1.Desenhar a solução do grupo, definir as tarefas e recursos necessários para a implantação da solução e a divisão de trabalho entre os membros do grupo entregando por escrito ao professor
			2. Orientar os grupos e tirar dúvidas	2. Planejamento em grupo das atividades para próximo encontro. (Durante a orientação aos demais grupos)
			3. Entregar e explicar o Roteiro 7: EXPERIMENTAÇÃO no processo de produção do protótipo/solução	3. Tirar dúvidas com o professor

Habilidade para trabalhar em equipe.	6	-energia solar: conceito, formas e aplicações;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acompanhar a execução e o cumprimento das atividades de cada membro do grupo conforme divisão de tarefas definidas anteriormente no roteiro 6 2. Orientar e tirar dúvidas dos grupos. 3. Orientar os alunos na conclusão da etapa 1 de Organização e Montagem 4. Orientar os alunos para no próximo encontro concluir a etapa 2 – <p>ROTEIRO 7: preencher com base no resultado do roteiro 6</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Execução das atividades: Desenvolvimento e montagem do protótipo, etc. 2. Reunir em grupo e apresentar ao professor e demais membros do grupo o cumprimento das atividades definidas para cada um
Desenvoltura para trabalhar com tecnologia; Habilidade para trabalhar em equipe; Demonstração de conhecimento dos conteúdos relacionados a energia solar.	7	- -energia solar: conceito, formas e aplicações;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dar feedback aos grupos sobre Etapa 1 – Organização e Montagem 2. Orientar os grupos na Etapa 2 – Experimentação 3. Explicar o roteiro 9 sobre a produção do vídeo 4. Mostrar como usar o movie maker. <p>ROTEIRO 8: orientações sobre a produção do vídeo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concluir e Fazer a experimentação da solução, concluindo a etapa 2 2. Começar a confeccionar o vídeo (trabalho extraclasse)
Habilidade para trabalhar em equipe; Demonstração de conhecimento dos conteúdos relacionados a energia solar.	8	-energia solar: conceito, formas e aplicações;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avaliação Formativa dos protótipos 2. Dar feedback do protótipo construído e vídeo do grupo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentar o protótipo construído à turma 2. Apresentar o vídeo do grupo.
Disposição para realizar pesquisas; Desenvoltura para trabalhar com tecnologia; Habilidade para trabalhar em	9	energia solar: conceito, formas e aplicações;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Orientação e acompanhamento das melhorias dos protótipos 2. Orientação para publicação do vídeo 3. Orientar para apresentação final 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar e aperfeiçoar o protótipo 2. Publicar vídeo youtube 3. Treinar para a apresentação

equipe.				
Habilidade para trabalhar em equipe; Demonstração de conhecimento dos conteúdos relacionados a energia solar.	10	energia solar: conceito, formas e aplicações;	1.Organizar os alunos durante a apresentação dos vídeos e protótipo à escola. 2. Avaliação final	1. Apresentar o vídeo e o protótipo do grupo à escola

Observação da Aprendizagem, Avaliação e Feedback

Recurso	Dinâmica pretendida	Avaliação/Feedback
LED'S, Papelão, ferro de solda, cabos elétricos.	Construção de uma placa solar de LED	Analisar o funcionamento de uma placa solar de baixo custo para aplicação de baixa potência e comparar com uma placa solar real.
Computador com acesso a Internet	Pesquisa direcionada, construção de blog, do vídeo e acesso ao site do projeto.	Respondeu às questões solicitadas para pesquisa, desenvolvimento do aprendizado por meio de recursos tecnológicos.
Materiais de baixo custo e placas solares de uso didático	Construção de Protótipo para solução da questão sugerida	Qualidade e domínio do que foi realizado, comparando com o que foi estudado
Apresentação Publica	Apresentar ao publico o trabalho realizado	Verificar o domínio e a abordagem do que está sendo passado para os ouvintes.

APÊNDICE B:
QUESTIONÁRIO TESTE DIAGNÓSTICO

Avaliação Teste Diagnóstico

1 Unidade:		
2 Curso: Eletricista Instalador Residencial	3 Código da Turma:	4 Turno:
5 Docente: Lucielen Nunes Barroso Nascimento		6 Data:
7 Discente:		8 Nota:
9 Parecer Avaliativo:		

Marque um “x” na alternativa correta:

1. O que é Eletricidade?

- É o movimento ordenado de átomos
- É o ramo da Física que estuda as moléculas
- É o ramo da Física responsável pelo estudo de quaisquer fenômenos que ocorram por causa de cargas elétricas em repouso ou em movimento.
- N.D.A.

2. Marque a opção que possua somente as unidades das grandezas elétricas:

- Quilograma (kg), Watt(W), Metro (m)
- Watt(W), Volt(V), Ampere(A)
- Volt(V), Metro (m), Segundo(s)
- NDA

3. O que é Corrente Elétrica?

- É todo percurso que representa um caminho fechado
- É a dificuldade que a corrente encontra ao percorrer um certo material
- É a facilidade encontrada pela corrente ao percorrer certo material
- É o fluxo ordenado de elétrons que passa por um condutor, sob ação de uma tensão elétrica.

4. Marque corretamente os nomes de 04 (quatro) materiais usados diretamente em instalações elétricas:

- Arco de serra, talhadeira, Morsa, ferro de soldar
- Escada, capacete, furadeira e broca.
- Fita isolante, Receptáculo(bocal), Cabo elétrico e eletroduto.
- NDA

5. As lâmpadas de uma casa são ligadas em:

- circuito série
- circuito paralelo
- circuito misto
- NDA

6. O que são fontes renováveis de energia?

- São aquelas derivadas do petróleo
- São opções energéticas com origens diversas, podem ser renováveis e não renováveis.
- São as fontes naturais de energia que conseguem se renovar, ou seja, não se esgotam pois estão em constante regeneração.
- São recursos naturais ou artificiais utilizados pela sociedade para produção de algum tipo de energia.

7. Marque a opção que possui somente fontes de energia renovável:

- Usina Térmica Convencional; Usina Hidroelétrica
- Energia Solar, Energia Eólica, Energia Hidráulica
- Biomassa, Petróleo, Energia Solar
- Energia Geotérmica, Solar, Carvão

8. O que é Energia Solar Fotovoltaica?

- É a energia elétrica produzida a partir de luz solar, e pode ser produzida mesmo em dias nublados ou chuvosos. Quanto maior for a radiação solar maior será a quantidade de eletricidade produzida.
- É a energia proveniente da força do vento, ocorre por meio de um aerogerador.
- É a energia elétrica produzida a partir das usinas térmicas convencionais.
- N.D.A.

9. Como é o seu conhecimento na utilização de recursos tecnológicos como computador, tablete, smartphone, etc.?

- Não sei utilizar nenhum destes equipamentos
- Sei utilizar um pouco
- Sei utilizar bastante
- Sei usar somente os aplicativos/recursos no celular.

10. Você tem o costume de ler, pesquisar ou visualizar sites?

- Não
- Sim

11. Caso sim, quais?

- Facebook, Instagram /outros semelhantes
- Youtube e/ou outros semelhantes
- Google/outros semelhantes
- Jornais e notícias em gerais
- Todos os sites acima.

12. Além desses, tem outros sites que você costuma acessar?

Não Sim.

Quais? _____

APÊNDICE C:
RUBRICA DE AVALIAÇÃO

APÊNDICE D:
QUESTIONÁRIO DE REAÇÃO

QUESTIONÁRIO

Este questionário tem o objetivo de coletar dados quanto à utilização da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como estratégia de ensino e aprendizagem na realização do projeto intitulado “Solar ABP” desenvolvido pela aluna do Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do Instituto Federal do Amazonas: Lucielen Nunes B. Nascimento sob orientação do professor Dr. João dos Santos Cabral Neto. Desde já agradecemos sua valiosa contribuição.

Marque apenas uma alternativa:

- 1) Você já havia vivido a experiência de trabalhar com a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)?
 - a) Sim
 - b) Não

- 2) Como foi para você a experiência de trabalhar no “Projeto Solar ABP”?

- 3) Como você viu a proposta de trabalhar por roteiros na execução do projeto?
 - a) Os roteiros serviam para orientar as atividades.
 - b) Os roteiros serviram para nortear o projeto, sugerindo um passo a passo do trabalho, incentivando o estudo e a pesquisa.
 - c) Os roteiros eram cansativos e não ajudou em nada.
 - d) Não entendi a proposta de trabalhar com os roteiros.

- 4) Você leu todos os roteiros e realizou as pesquisas solicitadas?
 - a) Li, mas não fiz nenhuma pesquisa solicitada porque _____
 - b) Li e fiz algumas das pesquisas solicitadas.
 - c) Li e fiz todas as pesquisas solicitadas.
 - d) Não li e nem fiz as pesquisas porque _____

- 5) As sugestões e as questões para pesquisa inseridas nos roteiros ajudaram no desenvolvimento do projeto?
 - a) Sim. Elas contribuíram com as ideias.
 - b) Em parte, tivemos que buscar outras fontes.
 - c) Não contribuíram em quase nada.
 - d) Não sei, pois não li os roteiros.

- 6) Na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é imprescindível que se trabalhe com roteiros porque eles fazem parte do processo de aprendizagem. Pensando nos roteiros que lhes foram apresentados, que outras informações você considera importante que poderia acrescentar aos roteiros?

- 7) Indique qual (ou quais) a(s) maior(es) dificuldade(s) encontrada(s) na realização do projeto?

- a) Trabalhar em equipe, pois nem todos se comprometem, sobrecarregando alguns.
- b) O tempo para realização do trabalho não foi suficiente.
- c) Conseguir recursos para realização do projeto.
- d) Outras: _____

- 8) De que modo sua participação no projeto favoreceu a aprendizagem de conceitos sobre energia solar? Explique.

- 9) Como você avalia o produto confeccionado pela equipe?

- a) Muito bom, pois alcançamos o objetivo proposto pelo projeto.
- b) Bom, pois conseguimos confeccionar, mas não como planejado.
- c) Razoável, pois não conseguimos realizar o que foi proposto.
- d) Outra: _____

- 10) Você trabalharia com esse tipo de projeto (ABP) novamente?

- a) Sim, pois é uma forma de fazer pesquisa e demonstrarem criatividade.
- b) Talvez, mas preciso me aprofundar melhor nesse assunto.
- c) Não, pois é muito trabalhosa, prefiro o método tradicional.
- d) Não, mas procuraria outras técnicas.