



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO BAIXO TOCANTINS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

JOSIEL FERREIRA SANTOS

EFEITO FOTOELÉTRICO E FOTOVOLTAICO: UM ESTUDO DE CASO NO
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM EXPERIMENTAL NO ENSINO MÉDIO

ABAETETUBA-PA

2021

JOSIEL FERREIRA SANTOS

**EFEITO FOTOELÉTRICO E FOTOVOLTAICO: UM ESTUDO DE CASO NO
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM EXPERIMENTAL NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará, *Campus* Universitário do Baixo Tocantins, como requisito final para a obtenção de grau de Licenciado pleno em Física, sob orientação do Prof. Dr. Gabriel Adolfo Carbrera Pasca.

ABAETETUBA-PA

2021

JOSIEL FERREIRA SANTOS

**EFEITO FOTOELÉTRICO E FOTOVOLTAICO: UM ESTUDO DE CASO NO
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM EXPERIMENTAL NO ENSINO MÉDIO**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado e aprovado, para a obtenção do título de Licenciado Pleno em Física pelo corpo docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia de Universidade Federal do Pará, Campus Universitário do Baixo Tocantins.

Abaetetuba, 06 de outubro de 2021

Prof. Dr. Gabriel Adolfo Cabrera Pasca
UFPA
Orientador

Prof. Dr. Marcos Allan Leite dos Reis
UFPA
Examinador

Prof. Me. Fabricio Augusto dos S. Rodrigues
UFPA
Examinador

Dedico esta especialmente a Deus, por ter me dado força para concluir esta etapa da minha vida.

Dedico também a minha esposa e minha família, que sempre me apoiaram e incentivaram para que eu pudesse concluir meu curso.

Ao meu orientador Professor Gabriel Adolfo Cabrera Pasca que me apoiou através de sua valiosa orientação

AGREDECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que esteve comigo nos momentos mais difíceis;

Ao meu orientador que me orientou durante toda essa trajetória;

A minha família que esteve comigo durante toda a construção deste trabalho.

A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro.

(Albert Einstein)

RESUMO

Nos últimos anos as Energias Renováveis (ER) vêm ganhando destaque no cenário mundial devido à conscientização da população em relação a preservação do meio ambiente e ao uso de energia. Desse modo, este trabalho objetivou propor e desenvolver experimentos de física fundamentados em conhecimento sobre as energias renováveis com ênfase na energia solar, em particular dos processos fotovoltaicos de forma vivencial e didática em sala de aula, a fim de auxiliar as aulas de ensino aprendizagem dos professores de ensino médio. É notório que a sociedade no mundo vem buscando novas formas de se obter energia, em particular, as energias de fontes renováveis são de especial interesse a nível global o que tem impulsionado a construção e evolução de sistemas visando o uso deste tipo de fontes de energia. Nesse sentido, o ensino e a divulgação do conhecimento sobre as fontes de ER no ensino médio são de vital importância para o uso de fontes alternativas de energia. Portanto, neste trabalho foi utilizada uma pesquisa qualitativa descritiva em sala de aula com a utilização de levantamento bibliográfico, questionários e montagens de experimentos juntamente com os alunos. Consequentemente, foi notório o interesse dos alunos, os quais abrilhantaram seus conhecimentos a partir da contextualização sobre os assuntos abordados, os mesmos passaram de 43,5% para 72,8% na turma de 3º Ano A e de 48,9% para 60,5 por cento na turma de 3º Ano B o que está atribuída a metodologia utilizada, a qual buscou apresentar experimentos e a tecnologia de forma didática e significativa.

Palavras-chave: Energia Renovável; Radiação do corpo negro; experimentos de energia renováveis.

ABSTRACT

In recent years, as Renewable Energies (ER) gaining prominence on the world stage due to the population's awareness of environmental preservation and energy use. Thus, this work aimed to propose and develop physics experiments based on knowledge about renewable energies with an emphasis on solar energy, in particular photovoltaic processes in an experiential and didactic way in the classroom, in order to help teaching classes learning of secondary school teachers. It is well known that society in the world has been looking for new ways to obtain energy, in particular, energies from renewable sources are of special interest at a global level, which has driven the construction and evolution of systems aimed at the use of this type of energy sources. In this sense, the teaching and dissemination of knowledge about RE sources in secondary education are vitally important for the use of alternative energy sources. In this sense, the teaching and dissemination of knowledge about RE sources in secondary education are vitally important for the use of alternative energy sources. Therefore, in this work descriptive qualitative research was used in the classroom with the use of a bibliographic survey, questionnaires and set up of experiments together with the students. Consequently, the interest of the students was notorious, who enhanced their knowledge from the contextualization of the topics covered, they went from 43.5% to 72.8% in the 3rd Year A class and from 48.9% to 60.5% in the 3rd Year B class, which is attributed to the methodology used, which sought to present experiments and technology in a didactic and meaningful way.

Keywords: Renewable Energy; Black body radiation; renewable energy experiments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01.....	16
Figura 02.....	17
Figura 03.....	18
Figura 04.....	18
Figura 05.....	19
Figura 06.....	20
Figura 07.....	21
Figura 08.....	23
Figura 09.....	23
Figura 10.....	24
Figura 11.....	25
Figura 12.....	26
Figura 13.....	27
Figura 14.....	28
Figura 15.....	33
Figura 16.....	34
Figura 17.....	38
Figura 18.....	40
Figura 19.....	43
Figura 20.....	44
Figura 21.....	45
Figura 22.....	46
Figura 23.....	47
Figura 24.....	48
Figura 25.....	49
Figura 26.....	50
Figura 27.....	52
Figura 28.....	54
Figura 29.....	55
Figura 30.....	55
Figura 31.....	56
Figura 32.....	56
Figura 33.....	57

Figura 34.....	58
Figura 35.....	59
Figura 36.....	59
Figura 37.....	61
Figura 38.....	62

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1-ENERGIAS RENOVÁVEIS	14
1.1 Energia	14
1.1.1 Energias renováveis.....	14
1.1.2 Energia hidráulica.....	15
1.1.3 Energia eólica.....	16
1.1.4 Energia solar.....	18
1.2 Energia Renováveis no Cenário Mundial	20
1.3 Energia Renováveis no Brasil	21
1.3.1. Ensino sobre energias renováveis no brasil.....	28
1.3.2. Uso de tecnologia.....	29
1.4. Experimento como ferramenta de Ensino e aprendizagem do conhecimento das Energias Renováveis	30
CAPÍTULO 2-REFERENCIAL TEÓRICO	32
2.1 Motivação Pedagógica	32
2.2 Radiação do Corpo Negro	33
2.3 Efeito Fotovoltaico	36
2.4 Efeito Fotoelétrico	37
2.5 Semicondutores	38
2.6 Radiação Solar	39
2.7 Medidores de radiação	40
2.7.1. Luxímetro.....	40
2.7.2. Piranômetros.....	41
2.7.3. Sensores meteorológicos.....	41
CAPÍTULO 3-METODOLOGIA	42
3.1. Identificação e caracterização da escola	42
3.2. Caracterização da Pesquisa	43
3.3. Simulação computacional do Efeito Fotoeletrico	44
3.4. Atividade de experimentação: Efeito Fotovoltaico	46
3.5 Seguidor de luz montado no LFCA em um sistema móvel controlado por Arduino	46

CAPÍTULO 4-ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	50
4.1 Construção e Caraterização de um Luxímetro.....	50
4.2 Análise do resultado protótipo Luxímetro.....	53
4.3 Construção e caracterização do carrinho.....	56
4.4 Análise dos resultados obtidos com a aplicação o experimento.....	57
4.5 Análise dos resultados obtidos com a aplicação dos questionários.....	60
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICE.....	67

INTRODUÇÃO

Analisando o cenário mundial atual, com um panorama voltado para o uso das fontes de energias, é intuitivo concluir que o ser humano vem buscando novas formas de obter energia. Recentemente, se fizéssemos essa mesma análise na década de 90 seria e é fácil constatar que a maioria das fontes de energia eram provenientes dos combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão. Estes combustíveis, ainda são utilizados nos dias de hoje e representam fontes de poluição ao meio ambiente. É importante salientar que nessa época não era muito notória as preocupações e ideias voltadas a preservação ambiental, desde que se acreditava que os recursos fósseis seriam quase inesgotáveis.

Dessa forma, atualmente, apesar dos esforços para contrair novos hábitos a sociedade ainda vive à custa de recursos não renováveis, derivados do petróleo como os combustíveis que são usados nos carros, no momento, gasolina e óleo diesel. Para Piva (2010), grande parte das alterações climáticas, como efeito estufa, está atribuída à emissão de gases na atmosfera e os combustíveis fósseis são os maiores responsáveis pela emissão de poluentes. Por exemplo, a queima de petróleo, gás natural e carvão para produzir energia.

A queima dos combustíveis fósseis libera muitos gases poluidores como por exemplo dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre que são gases venenosos e que causam chuva ácida.

Após anos de resistência às mudanças climáticas sob o Protocolo de Kyoto e pouco sucesso, o Acordo de Paris foi alcançado em 2015, que entrou em vigor em 2016. O acordo assume uma estrutura ascendente, ao contrário do seu antecessor, e segundo denúncias, para promover a diferenciação de todos, utiliza surpresas da política interna para orientar a resposta às urgentes questões ambientais globais: contribuições nacionalmente determinadas (Oliveira 2019). Onde os países estão aderindo ao uso das energias renováveis, que consistem em ciclos naturais, por isso são quase inesgotáveis, no entanto os processos que antecede o uso da energia causam prejuízo ao meio ambiente.

Dentre as energias renováveis a energia solar, com avanço da tecnologia têm melhorado os processos fotocondutivos de conversão e sua eficiência chega a 16.5%. Por outro lado, nos últimos anos há também um melhoramento no processo de transferência e distribuição desta energia; fazendo que haja um crescimento exponencial. De acordo com o portal solar em outubro de 2020, o Brasil bateu 7 GW de potência instalada em energia solar, sendo mais de 4 GW correspondentes à porcentagem de 99,9% de toda micro e minigeração distribuída em residências, comércios, indústrias e propriedades rurais. Já na geração centralizada, o Brasil obteve 2,955 GW gerados pela energia solar, sendo 1,6% de toda a matriz energética brasileira.

Vale a pena ressaltar, que este crescimento surge devido aos avanços em pesquisa e tecnologia e na descoberta de novos materiais o como hemateno e o grafeno, assim como o aperfeiçoamento dos mesmos atrelados a fundamentos da Física Moderna. Assim, podemos dizer que física moderna é como um guia dos passos para o uso de novas formas de energia, da nossa geração e das gerações futuras.

Objetivo geral:

Analisar o conceito de energia renováveis de forma didática e significativa no ensino médio;

Objetivos específicos:

Disseminar a ideia de energias renováveis;

Desenvolver experimentos de física fundamentado em conhecimento sobre energias renováveis.

Realizar junção entre teoria e prática na sala de aula de forma lúdica;

Justificativa: Acreditamos que a região norte - Abaetetuba – PA, geograficamente localizada nas coordenadas Latitude: 1° 43' 46" Sul, Longitude: 48° 52' 27" Oeste, possui grande potencial para a produção de energia fotovoltaica, e há uma necessidade de inserção e acentuação de novas fontes de energia na matriz energética brasileira, e nosso trabalho e mostrar que é possível a utilização, através de experimentos e demonstrações práticas, estimular a utilização dessa fonte renovável.

O texto desse trabalho está organizado em quatro capítulos, que descrevem e definem conceitos relacionados com as Energias Renováveis no Brasil e no mundo, dados de consumo e produção, assim como uma abordagem teórica sobre radiação e experimentos de energias renováveis no ensino médio.

Sendo assim, o primeiro capítulo trata do conceito de energia e das principais energias renováveis, energia hidráulica, energia eólica e energia solar. Além de trazer um panorama histórico sobre a energia solar fotovoltaica e uma análise da mesma no cenário mundial e nacional, de seu crescimento e sua representação na matriz energética.

O segundo capítulo traz um cronograma de como foi explicado a radiação do corpo negro, além de efeitos como efeito fotovoltaico, efeito fotoelétrico, radiação solar e medidores de radiação.

O terceiro capítulo trata da metodologia utilizada, que foi trabalhada por meio de pesquisa bibliográfica e de campo, com a descrição das atividades realizadas em uma escola de nível médio da rede pública de ensino do município de Abaetetuba.

O quarto capítulo trata da análise dos resultados, com base na aula ministrada, dos questionários e dos experimentos aplicados, sendo as respostas um instrumento de estudo, e no final do capítulo as conclusões e considerações deste trabalho.

CAPÍTULO 1 ENERGIA RENOVÁVEIS

Neste capítulo daremos início a abordagem sobre o conceito de energia, as principais fontes de energias renováveis exploradas e utilizadas no Brasil e no mundo, bem como o ensino de energias renováveis, com ênfase na energia solar.

1.1. ENERGIA

Energia na Física é um conceito muito importante e possui diversas descrições de acordo com a área de interesse e aprofundamento matemático. No entanto, representado no livro didático do Ensino Médio e definida como a capacidade de produzir trabalho, mas podendo se apresentar de muitas formas.

De acordo com Ribeiro (2014), apesar de o termo energia derivar do grego, sua aplicação teve vários sentidos no decorrer do tempo. No entanto, somente em 1802, o inglês Thomas Young (1773 – 1829) foi o primeiro a utilizar o equivalente moderno que se aproxima da definição de energia atual. Antes, o termo utilizado para descrever esse conceito era o termo *vis viva*, ou força da vida, introduzido por Gottfried Leibniz (1646 – 1716).

Posteriormente em 1847 Helmholtz publicou a monografia *Über die Erhaltung der Kraft* (Sobre a Conservação da Força), que se o consagrou. Ele desvendou o princípio da conservação de energia enquanto estudava o metabolismo muscular. Pretendeu provar que a energia não é perdida nos músculos em movimento, porque isso também significa que não existem “forças vitais” para mover um músculo. Ele revelou que a hipótese de que o trabalho não pode ser produzido a partir do nada leva então a conservação de energia cinética. Helmholtz comprovou que em várias situações em que a energia parecia ser perdida, na verdade é transformada em energia térmica.

1.1.1 Energias Renováveis

A obtenção de energias renováveis é indispensável, e faz-se necessário com que um dos assuntos a serem discutidos envolvam conceitos e princípios básicos relacionados à Terra e ao Espaço, para alcançar um dos nossos objetivos, o qual procura produzir mecanismos de ensino aprendizado a fim de sensibilizar e fixar aos conceitos de energia renováveis. Sensibilizar, pois, trata-se de um tema de enorme interesse, não apenas para o Brasil e fixar, pois, através de em ensino sequencial entre a teoria e a prática procura-se proporcionar aos estudantes um ensino e aprendizado sólido. A energia solar fotovoltaica. Mediante isso, esses conceitos de terra e espaço devem tornar clara a ideia de que o Sol é a maior fonte de energia existente, fonte esta que ajuda a realizar inúmeros fenômenos na superfície terrestre. Esses fenômenos, por sua vez, atingem a vida de todos os seres vivos e seu habitat, Fernandes (2016).

Como consequência da Segunda Guerra Mundial, século XVIII, obteve-se um acréscimo significativo do nível de produção, a qual em consequência demandou uma maior produção de energia elétrica, mecânica e térmica. Essa expansão foi suprida principalmente como o uso do carvão e do petróleo não sendo levado em conta seu esgotamento futuro, Bueno (2010). Nesse contexto, as energias renováveis surgiram como aliadas para reduzir os efeitos da crise ambiental que se mostra cada vez mais inevitável com a futura escassez do petróleo e com as mudanças climáticas causadas pela emissão de gases do efeito estufa, Lucon (2007).

Por outro lado, inúmeras tragédias decorrem da não preocupação com o meio ambiente, em detrimento disso, as mineradoras não se preocupam com a preservação da vida e sim apenas com seus próprios interesses. Apesar disto, as comunidades vêm buscando meios de preservar o meio ambiente, construindo fazendas solares, parques eólicos e usinas hidrelétricas. No entanto para produzir células fotovoltaicas se gera o óxido de silício, eólica depende de terras raras e a hidroelétrica lidera metano na vegetação inundada.

1.1.2 Energia hidráulica

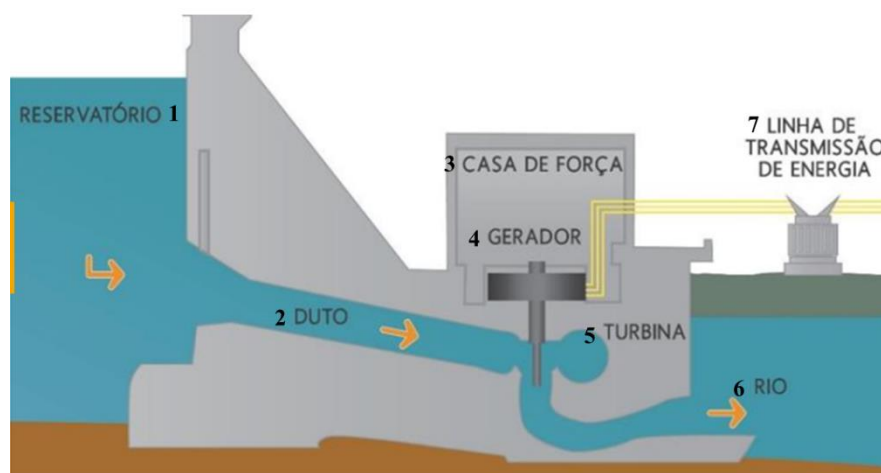
Energia hidráulica é gerada por usinas hidrelétricas através da energia potencial e energia cinética das águas fluentes de rios mares ou quedas d'água, ou seja, é obtida através dos movimentos das águas, que são utilizados para movimentar as turbinas dos geradores das hidrelétricas, transformando o movimento destas em energia elétrica.

Essa transformação ocorre da seguinte forma, a energia potencial acumulada nas águas se transforma em energia cinética movimentando as turbinas fazendo-as girar. Desse modo, através dos geradores acoplados na turbina, ocorre à geração de energia elétrica. Neste processo, as turbinas são de fundamental importância, pois é através dela que a queda d'água através da força gravitacional, movimenta as turbinas que por sua vez movimenta os geradores, produzindo uma corrente elétrica.

Essa fonte de energia renovável ainda é umas das mais utilizadas no Brasil, mas considerando o impacto ambiental gerado, ela não é considerada uma solução ecológica. Para Seva (2005) a construção de represas, necessárias para o armazenamento de água para a posterior geração, pode ocasionar alagamentos em imensas áreas de matas, interferindo no escoamento dos rios e migrações dos peixes, prejudicando a flora ao destruir espécies vegetais e interferindo na ocupação dos homens e animais.

A figura 01, representa a forma de como a energia é obtida e como ocorre a transformação de energia cinética da água em energia elétrica, como mostra a imagem abaixo:

Figura 01: Ilustração de uma usina hidrelétrica



Fonte: adaptado de Relatório de Impacto Ambiental. Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Salto Alemã Rio Chopim – PR Julho / 2018.

Na imagem acima temos enumerados os itens que possuem uma hidrelétrica, em 1 temos o reservatório que é de fundamental importância, em 2 temos o duto que liga o reservatório a turbina, em 3 temos a casa de força onde fica localizado o gerador, em 4 temos o gerador, em 5 temos a turbina, em 6 temos o rio que recebe a água do reservatório que passa pela turbina, em 7 temos a linha de transmissão que transmite essa energia a residências, indústrias e etc...

A imagem acima representa o processo de transformação das águas em energia elétrica, processo este que ocorre nas hidrelétricas, as quais para gerarem energia necessitam da construção da barragem e a construção de um duto, para escoar a água que ao passar por uma turbina acoplada a um gerador produzirá a energia elétrica.

1.1.3 Energia eólica

A energia eólica é obtida através da força dos ventos que é usada para gerar energia e vem sendo utilizada há muito tempo. Inicialmente foi utilizada para movimentar navios através das velas e em moinhos de vento, após a crise energética da década de 70, a força do vento passou a ser utilizada por “turbinas de vento” em grande escala para gerar eletricidade na região nordeste e na região sul do país.

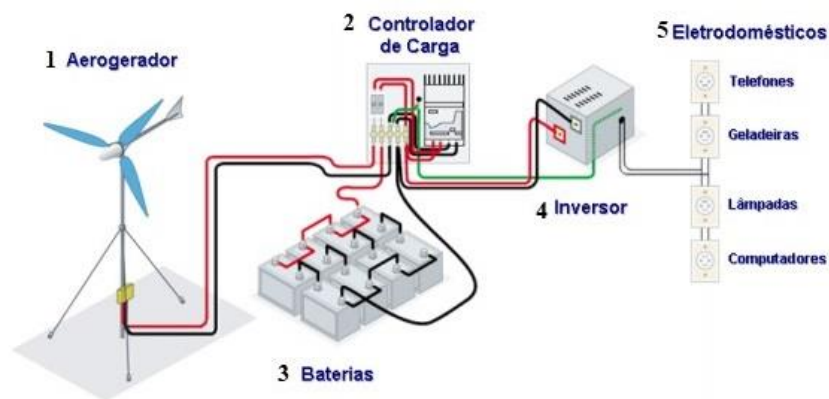
A energia eólica além de necessitar de terras raras o que dificulta a produção dos aerogeradores, outro fator que não contribui para a utilização e a irregularidade do vento não se pode ter um aproveitamento total dessa fonte de energia, tanto em energia mecânica pelos cata-ventos como em energia elétrica pelos aerogeradores.

Os sistemas de energia eólica são eficientes onde o vento tem uma velocidade média superior a 5,5 m/s para girar as turbinas do gerador de energia. Essa parcela de quantidade de

movimento transmitida do ar para as turbinas é convertida em potência mecânica (torque da turbina multiplicado pela velocidade angular da mesma), que é transmitida através do eixo a um gerador de energia elétrica acionando-o e produzindo eletricidade para uso humano, Passos (2008).

Bermann (2006) cita algumas restrições à implementação de usinas eólicas no Brasil: praticamente metade do potencial eólico da região nordeste está localizado em áreas de preservação permanente (APPs), em função da existência de dunas há a necessidade de estudos prévios, com respeito as rotas de migração das aves de forma que possam evitar choques com as turbinas eólicas, e estas sejam obstáculos aos movimentos migratórios das mesmas. A figura abaixo mostra o funcionamento das usinas eólicas.

Figura 02: Funcionamento das usinas eólicas.

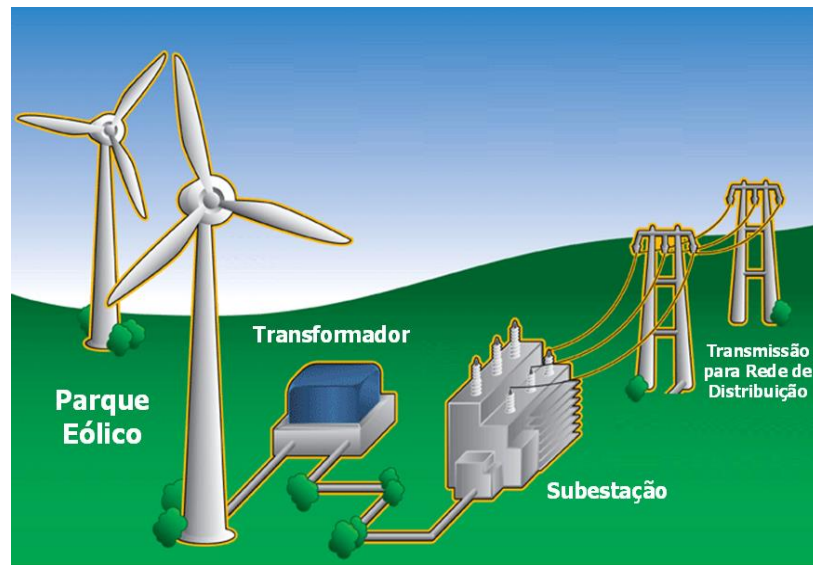


Fonte: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_eolica_2008_e-book.pdf acesso em 17/03/2020.

A figura mostra como funciona os sistemas de energia eólica, onde os aerogeradores identificado na figura com o número 1 e movimentado através da força dos ventos e gera uma corrente contínua, o controlador de carga identificado com 2 na figura e responsável por regular essa corrente e conduzir para as baterias item 3, onde é armazenada, o inversor item 4 e ligado a bateria para transformar a corrente contínua gerada pelo aerogerador em corrente alternada, e no item 5, temos as tomadas que alimentam os eletrodomésticos, substituindo a energia das concessionárias.

Outra forma da utilização da energia solar e que não se utiliza de baterias e sim de um transformador e uma subestação que é um caso específico dos parques eólicos, como mostra a figura 3, os parques eólicos são compostos apenas pelos aerogeradores, transformador, subestação e as linhas de transmissão que levam a energia produzidas para as residências onde são utilizadas pela população nos eletroeletrônicos, como tvs, ventiladores, ar condicionados entre outros.

Figura 03: Funcionamento de parques eólicas.



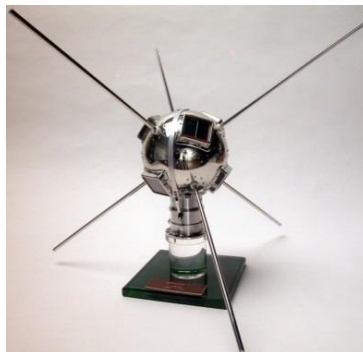
Fonte: <https://cbie.com.br/artigos/como-funciona-a-geracao-eolica>

1.1.4 Energia solar

A energia solar fotovoltaica é captada por painéis solares, que convertem energia solar em energia elétrica, sua primeira aplicação foi para alimentar satélites espaciais. No início, os satélites usavam pilhas químicas ou baseadas em isótopos radioativos. As células solares eram uma curiosidade, e foi com grande resistência que a NASA incorporou em seus satélites como “back-up” de uma pilha convencional no Vanguard I, lançado em março de 1958 (Vallêra e Brito 2006)

A pilha química falhou e o pequeno painel com cerca de 100 cm^2 , que produzia quase $0,1 \text{ W}$, manteve o transmissor de 5 mW em funcionamento o Vanguard I manteve-se operando durante oito anos a figura 4 mostra o satélite.

Figura 04: Vanguard I



Fonte: <https://airandspace.si.edu/collection-objects/satellite-vanguard-i>. Acesso em 15/06/2020.

Depois desta demonstração de confiabilidade, durabilidade e baixo peso, o programa espacial norte-americano adaptou as células solares como fonte de energia nos satélites, Gazeta de Física (2006).

Os semicondutores são materiais que possuem características distintas, em condições normais são isolantes por não conduzirem corrente elétrica, porém se recebem energia externa podem passar a serem condutores, os mais comuns e mais utilizados são o silício e o germânio.

Nos painéis solares de silício e germânio, quando exposto a uma radiação luminosa, a energia dos fótons que incidem é transferida para o semicondutor podendo excitar elétrons da banda de valência para a banda de condução dando origem a uma corrente elétrica, chamamos esse fenômeno de efeito fotovoltaico.

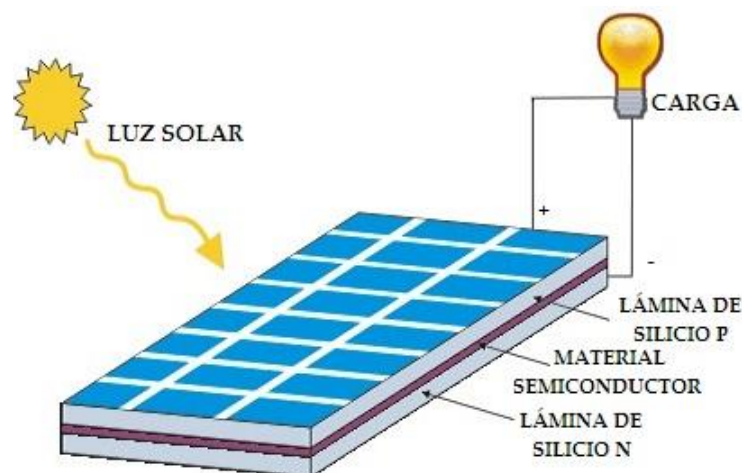
Com base nisso, o fenômeno acontece no instante em que o fóton atinge os elétrons do átomo, chamados de elétrons de valência, que recebem a energia proveniente dos fótons, Swanson (2009).

Atualmente há diversas aplicações para a energia elétrica derivada do sol, na agricultura, em sistemas de bombeamento de água e sistemas residenciais, as vantagens são inúmeras e necessitam de pouca manutenção.

Para o bom funcionamento desse sistema não é necessário à incidência de radiação solar direta, pois a corrente elétrica é gerada também em dias nublados através da radiação solar difusa, Cresesb (2012).

A figura abaixo, mostra a forma de obtenção da energia solar na qual a partir da radiação emitida pelo sol, à junção de silício PN, transforma energia luminosa em energia elétrica.

Figura 05: Funcionamento do painel solar

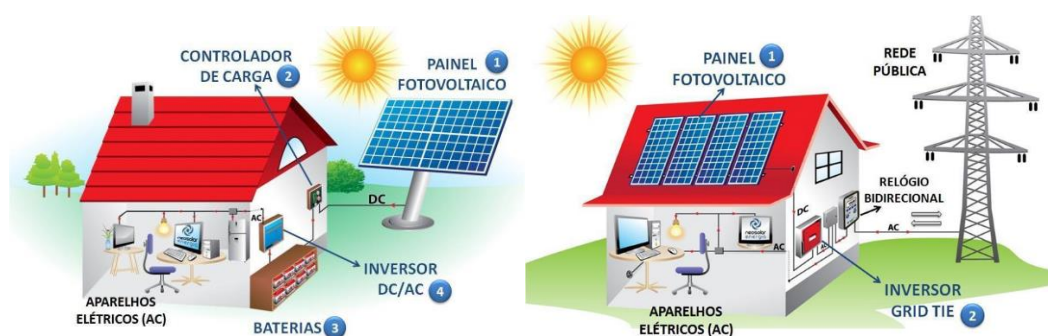


Fonte: http://www.anjusine-amon.com.br/Pages/a_eletricidade_solar.html. Acesso em 14/03/2020.

A Figura acima, apresenta a forma de obtenção de energia radiante, emitida pelo sol, através de duas lâminas (junção) de silício (uma junção P e outra N) e um semicondutor.

Os sistemas para a utilização da energia solar são o: Off grid (Desconectado da rede) On grid (Conectado da rede) e os sistemas de uso misto que utilizam tanto as redes de transmissão quanto as baterias como mostra a figura 06 abaixo.

Figura 06: Funcionamento do painel solar



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes> acesso em 20 de março de 2021.

Como mostra a figura 6 os sistemas para a utilização da energia solar fotovoltaica o Off grid (Desconectado da rede) utiliza painel solar item (1) da imagem, controlador de carga item (2), inversor item (3) e baterias item (4), já o sistema On grid (Conectado da rede) também utiliza o painel solar item (1), e o inversor grid tie item (2) que faz a conversão da corrente contínua em corrente alternada que é transmitida para a linha de transmissão (rede pública)

1.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CENÁRIO MUNDIAL

Os combustíveis fósseis são predominantes na matriz energética mundial. Em 2018, 31,5% da energia consumida mundialmente era proveniente dos combustíveis fósseis, (26,9%) do carvão e (22,8%) do gás natural.

A energia nuclear contribuiu com cerca de 5,0% da quantidade significativa, por se tratar de um recurso esgotável. Em seguida, temos as fontes renováveis que representam os 11,8% (Matriz energética mundial 2018)

Apesar do uso demasiado dos combustíveis fósseis causarem grandes consequências e muitos desastres ambientais, eles ainda lideram a matriz energética mundial, mas diante desse cenário podemos dizer que a matriz energética vem sendo reestruturada e as energias renováveis vêm ganhando espaço na matriz energética mundial. Representando 13%, as energias renováveis ajudam o planeta e reduzem o custo da energia que pagamos atualmente, apesar dos custos para obtenção ainda serem muito elevados, acreditamos que não demorará muito para que as fontes renováveis possam competir com os combustíveis fósseis.

Empresas no mundo inteiro vêm investindo na fabricação de equipamentos eficientes para obtenção e captação das energias renováveis de maneira eficiente, minimizando as perdas. Hoje em dia temos os controladores de carga e inversores MPPT, o inversor de onda senoidal pura, aerogeradores e painéis solares eficientes, equipamentos que aproveitam o máximo as fontes renováveis.

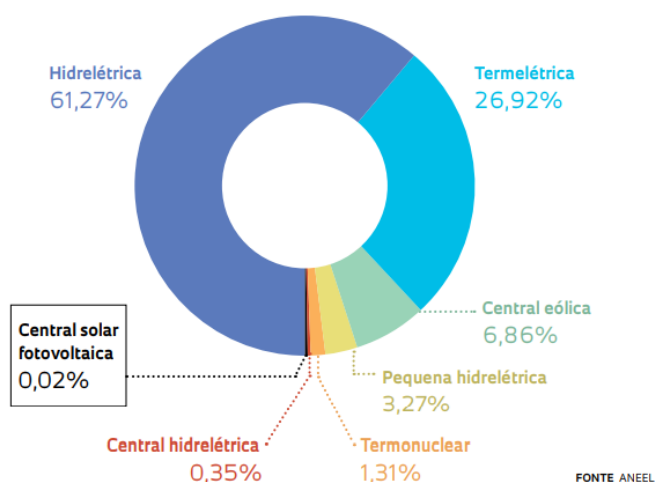
O setor elétrico teve seu maior aumento anual de capacidade de todos os tempos, com um crescimento significativo em todas as regiões. As energias eólicas e solar fotovoltaica apresentaram adições recordes pelo segundo ano consecutivo, respondendo por cerca de 77% das novas instalações, e a energia hidrelétrica representou a maior parte das demais. O mundo agora acrescenta mais capacidade de eletricidade renovável a cada ano do que a capacidade (líquida) adicionada de todos os combustíveis fósseis combinados. No final de 2015, a capacidade de energia renovável instalada era suficiente para suprir aproximadamente 23,7% da eletricidade mundial, com a energia hidrelétrica suprimindo cerca de 16,6%. ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2016 RELATÓRIO DA SITUAÇÃO MUNDIAL.

1.3. ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL

O Brasil vem adquirindo destaque internacional pela forte participação de fontes renováveis em sua matriz energética. Dados do Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2010) indicou que em 2009 as fontes renováveis representavam 47% da oferta interna de energia do país, enquanto a média mundial era de 13% e a dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) totalizava 6% Pereira Junior (2014).

As fontes de energias renováveis são abundantes no Brasil, embora não representem a maior parte na matriz energética do país, devido a vários fatores tais como investimentos e incentivo governamental. Mediante isso, a forma de energia mais explorada é a hídrica que apesar de ser renovável traz algumas consequências para o meio ambiente e a população local, dentre as fontes de energias renováveis, a energia solar vem ganhando destaque com aumento de 407% em 2016, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Em termos de potência instalada, a energia solar corresponde por 70% e a eólica por 9% da matriz energética brasileira de acordo com a ANEEL.

Figura 07: Gráfico Matriz energética Brasileira (ANEEL)























Apesar de a energia solar representar 70% da instalação das energias renováveis, essa porcentagem ainda é pequena levando em conta o potencial do Brasil e sua matriz energética.

A energia solar fotovoltaica cresceu exponencialmente não só no Brasil mais também no mundo, onde podemos observar no quadro apresentada na Snapshot Of global Photovoltaic Markets (Instantâneo de Mercados Fotovoltaicos Globais) pela Report IEA PVPS T1-33:2018.

O QUADRO 01: TOP 10 PAÍSES PARA INSTALAÇÕES E TOTAL CAPACIDADE INSTALADA EM 2017

TABLE 1: TOP 10 COUNTRIES FOR INSTALLATIONS AND TOTAL INSTALLED CAPACITY IN 2017

TOP 10 COUNTRIES IN 2017				TOP 10 COUNTRIES IN 2017			
1		China	53 GW	1		China	131 GW
2		USA	10,6 GW	2		USA	51 GW
3		India	9,1 GW	3		Japan	49 GW
4		Japan	7 GW	4		Germany	42 GW
5		Turkey	2,6 GW	5		Italy	19,7 GW
6		Germany	1,8 GW	6		India	18,3 GW
7		Australia	1,25 GW	7		UK	12,7 GW
8		Korea	1,2 GW	8		France	8 GW
9		UK	0,9 GW	9		Australia	7,2 GW
10		Brazil	0,9 GW	10		Spain	5,6 GW

Fonte: disponível em: [http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS - A Snapshot of Global PV - 1992-2017.pdf](http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2017.pdf). Acesso em 17/03/2020.

Apesar do Brasil se encontrar em último lugar na lista dos países com instalações até 2017, o país possui capacidade energética proveniente do sol, superior a muitos países da Europa, considerando o fato da energia solar ter sido liberada pela Aneel em 2012, através da Resolução Normativa N° 482 da ANEEL, aprovada em abril.

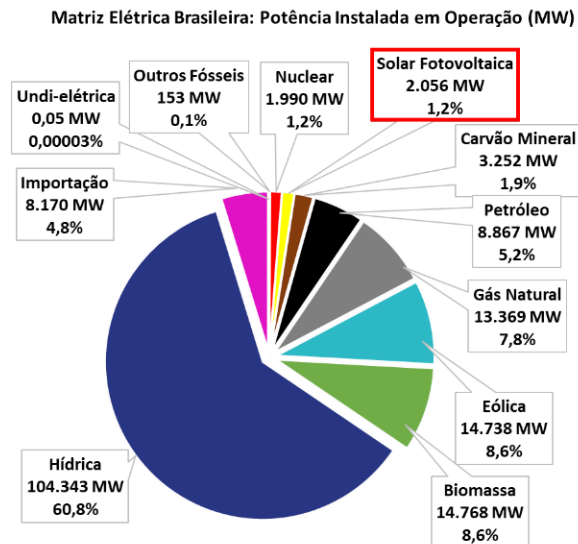
Mediante isso, fica permitido desde 17 de abril de 2012, o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica nacional (redes elétricas das concessionárias), através das normas criadas na Resolução 482 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica).

Desse modo, todo consumidor ativamente cadastrado no Ministério da Fazenda, por um CPF ou um CNPJ, tem concessão para conectar-se a um sistema gerador de energia elétrica próprio, oriundo de fontes renováveis (hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada) paralelamente às redes de distribuição das concessionárias.

Sendo assim, podemos dizer que ainda estamos no início da instalação da energia solar no Brasil, considerando nosso país uma potência em sol o ano inteiro, não demorará muito para nos aproximarmos de países como China, Estados Unidos e Japão.

Segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), em termos de potência instalada a fonte de energia solar corresponde por 70% e a eólica por 9%, conforme apresentado no Figura abaixo:

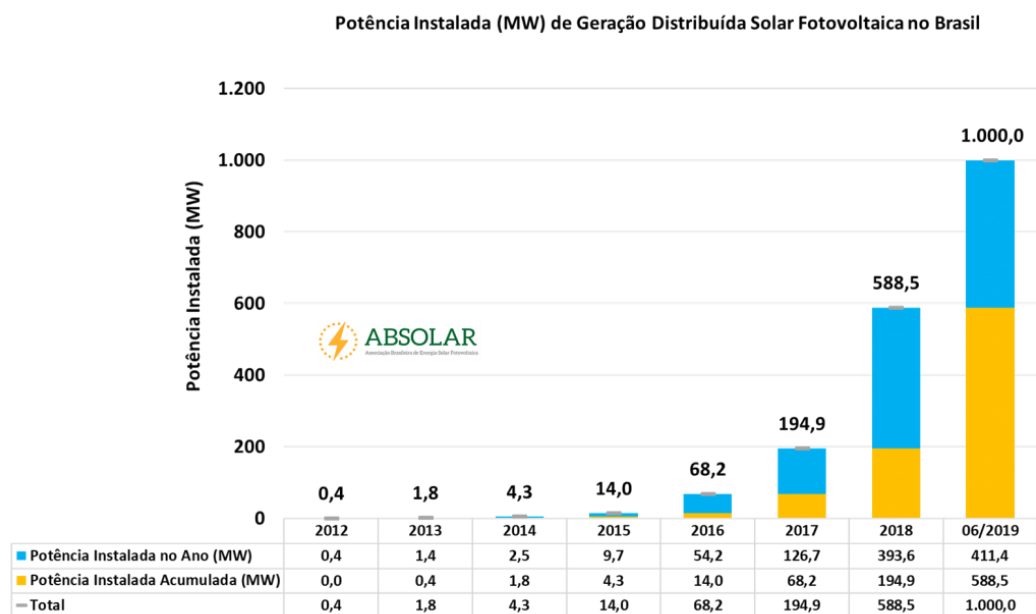
Figura 08: Gráfico Potência instalada por fonte até 2019.



Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2019

O gráfico da figura acima mostra que a energia solar fotovoltaica é a mais utilizada dentre as energias renováveis e teve a evolução da potência instalada desde 2012, evidenciando o seu forte crescimento em 2016 com aumento de 407% em relação a 2015 e esse crescimento só vem amentando no decorrer dos anos. Como mostra a gráfico abaixo:

Figura 09: Gráfico Evolução da potência instalada (MW) até 2019

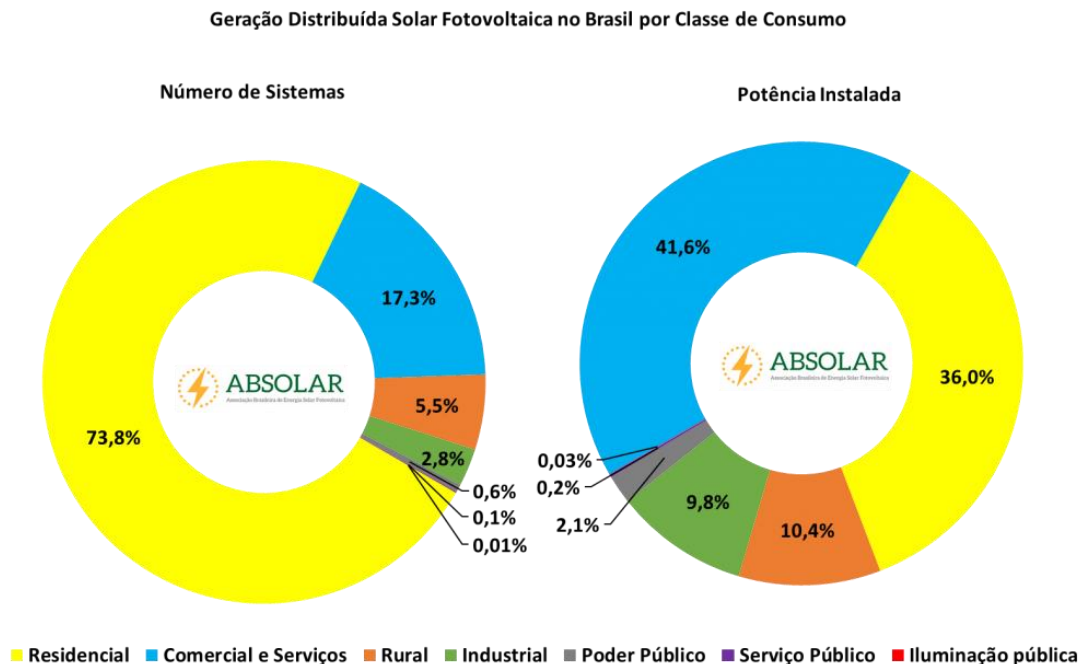


Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2019

A figura acima mostra elevado crescimento do uso da energia solar pela sociedade brasileira, que cresce a cada ano. Segundo mapeamento da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), a fonte solar fotovoltaica, baseada na conversão direta da radiação solar em energia elétrica de forma renovável, limpa e sustentável, lidera com folga o segmento de microgeração e minigeração distribuída, com mais de 99,7% das instalações do País.

Mediante isso, o setor vem sofrendo reajustes na conta de luz que totalizam 20,7% de 2018 a 2020 e com previsão de 13% no ano de 2021 segunda a Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O aumento do kWh cobrados pelas concessionárias de energia, tem impulsionado os comércios a aderir de forma tímida ao uso de energia solar, que apesar de ainda necessitar de altos investimentos é uma boa opção para reduzir os custos com energia devido a durabilidade de 25 a 30 anos dos painéis solares, o gráfico abaixo mostra esse crescimento.

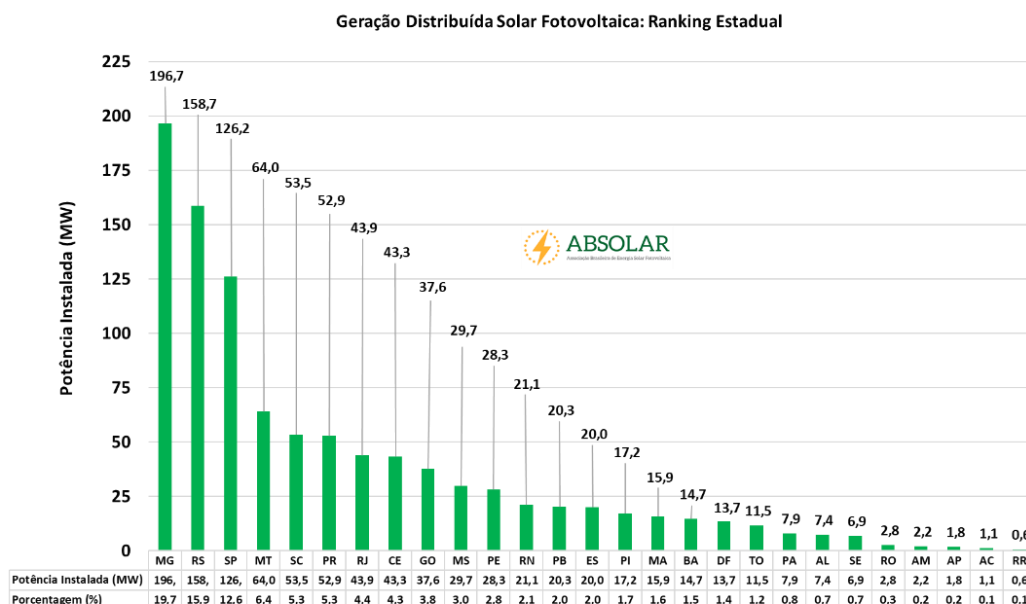
Figura 10: Gráfico geração distribuída classes de consumo até 2019



Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2019

O gráfico mostra os consumidores responsáveis pelo crescimento do uso da energia solar, onde percebe-se que as instalações residenciais lideraram com 79% seguido pela comercial que corresponde a 15% desse crescimento.

A distribuição de micro e geradores por Estado é apresentada na figura 11 abaixo. Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo mantiveram as primeiras posições no ranking, enquanto Mato Grosso subiu para a quarta posição, ultrapassando Santa Catarina, que ficou em quinto.

Figura 11: Número de conexões por Estado até 2019.

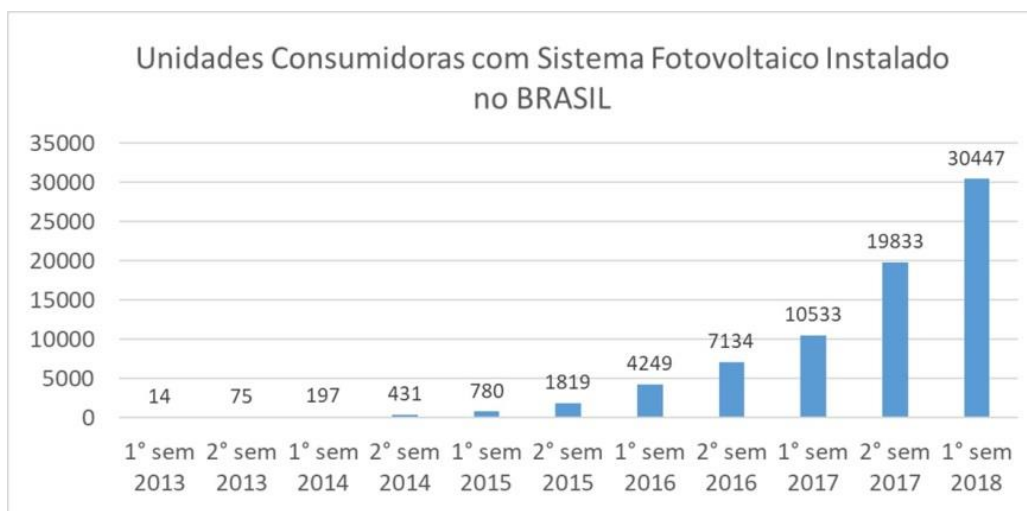
Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2019

Embora a maioria dos estados Brasileiros seja um forte potencial para a produção de energia solar, o estado que mais tem instalações é o de Minas Gerais seguidos por São Paulo.

Dessa forma, acreditamos que o estado do Pará tem potencial para a produção de energia solar e que essa produção é uma alternativa para ter energia elétrica em comunidades distantes, que não possuem projeto para a implantação de energia por partes das concessionárias, e nas cidades será possível a redução do consumo de energia das concessionárias de quem investir na captação de energia proveniente do sol.

Concomitante a isso, podemos observar no gráfico apresentado a seguir que apesar do investimento para gerar energia solar ainda ser elevado, esse cenário tende a mudar e a energia solar será muito atrativa para a população de modo geral. Considerando o preço dos sistemas atualmente para se instalar um sistema de 300 kWh/mês e necessário o investimento 15 mil reais e o retorno ocorrerá em aproximadamente 5 anos, a energia ainda é vantajosa e isso é observado na figura 10, que representa o crescimento da energia solar no Brasil.

A figura mostra o crescimento exponencial de instalação da energia solar, no Brasil já são mais de 30 mil brasileiros produzindo sua própria energia.

Figura 12: Gráfico crescimento de energia solar no Brasil

Fonte: Terra solar. Disponível em: <http://www.terasolar.com.br/veja-quantos-brasileiros-geram-energia-solar/>. Acesso em 05/02/2020.

A figura acima representa o crescimento exponencial da energia solar no Brasil, o qual é a principal fonte renovável tratada neste trabalho. Para a região amazônica, a energia solar vem se mostrando como solução por diversos fatores como: o preço elevado cobrado pelas concessionárias de energia e alto investimento para levar eletricidade para as comunidades ribeirinhas, distantes das cidades.

Por outro lado, a energia solar não necessita de altos investimentos com cabos para chegar a localidades distantes e seu investimento é mais viável, pois após a instalação não se tem a necessidade de manutenção, apenas limpeza dos painéis, e pode ser instalado nos telhados das residências dispensando o desmatamento necessário para a implantação da energia da concessionária.

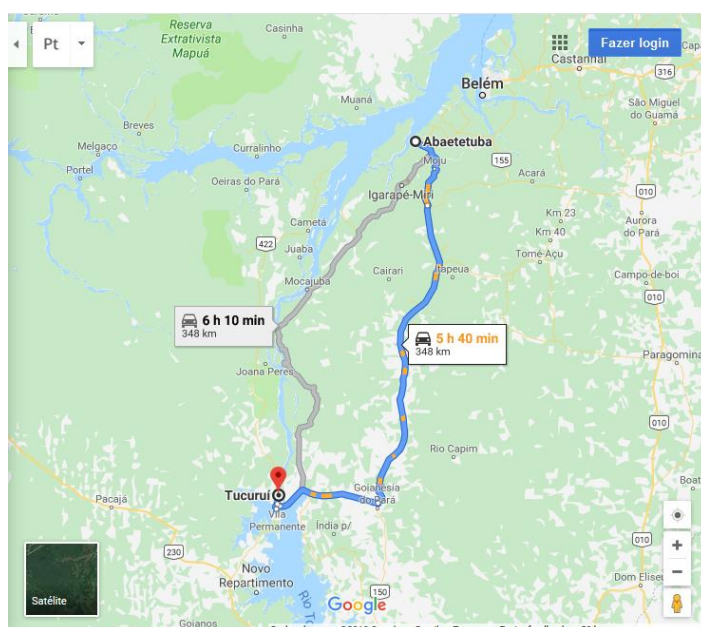
Levando em conta que o Brasil só iniciou a produção de energia após a Resolução Normativa N° 482 da ANEEL, aprovada em abril de 2012, tem-se investido alto em energia solar, como por exemplo: as fazendas solares e passou-se a incorporar à energia solar nos serviços públicos. Além da energia solar, a eólica também vem crescendo ultimamente e novas hidrelétricas estão sendo construídas como a de Belo Monte, em Altamira-PA, a 668 km de Abaetetuba.

Em nosso estado temos a Usina Hidrelétrica de Belo monte e a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, uma central hidroelétrica que fica há 347,6 km de Abaetetuba, situada no rio Tocantins, estado do Pará. A Usina Hidrelétrica (UHE) de Tucuruí é a maior em potência 100% brasileira (8.370 MW), cujo funcionamento exigiu a formação de um lago artificial que inundou

uma área de 2.830 km² (Eletronorte, 1989). No entanto, isso não torna o Brasil um país suficiente energeticamente.

A imagem abaixo mostra a distância em metros da cidade de Abaetetuba, sudeste paraense, e a cidade de Tucuruí, cidade onde está localizada a hidrelétrica. Na imagem, percebe-se que não estamos tão longe da hidrelétrica de Tucuruí, no entanto devido as tarifas do Governos Federal, Estadual e Municipal cobradas na conta de luz o PIS/COFINS, o ICMS e a Contribuição para Iluminação Pública, respectivamente. Eleva o preço do kWh, o que propicia o uso de painéis solares para suprir a necessidade energética de comunidades distantes das cidades, pelo fato de o uso da energia solar baratear os custos com redes de transmissão, utilizadas pelas concessionárias de energia, o que elevaria ainda mais o preço do kWh.

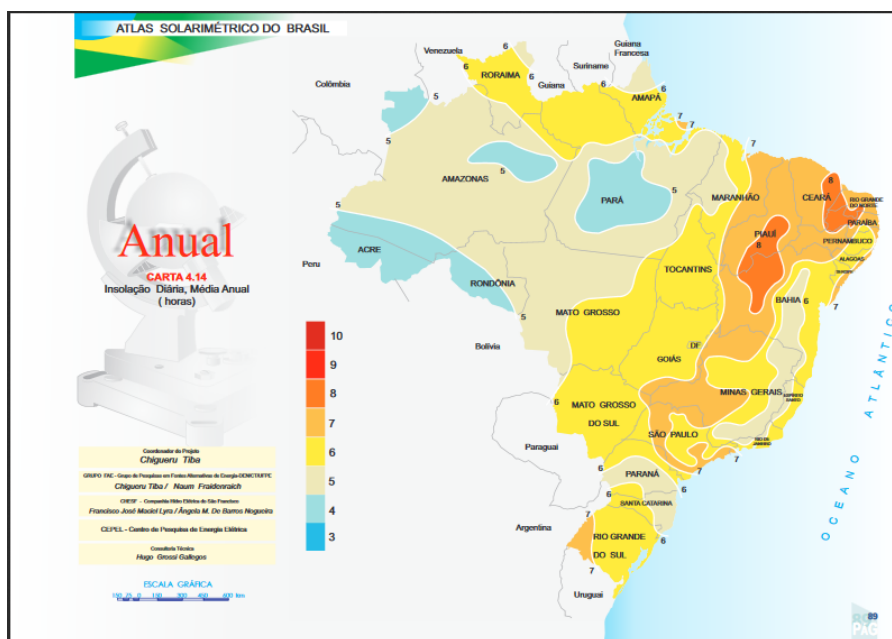
Figura 13: Mapa distancia entres as cidades de Abaetetuba e Tucuruí.



Disponível em: <https://www.google.com/maps/dir/Abaetetuba,+PA/Tucuru%C3%AD+--+PA/@-2.78492,-50.3350657,8z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x92a35aef67525e1:0x5133bd522acf7fd!2m2!1d-48.8792698!2d-50.3350657!3e0>. Acesso em 15/06/2020.

No entanto acredita-se que esse cenário pode mudar no estado do Pará, um estado que recebe grande incidência solar anualmente, o que o torna um estado promissor para o uso dessa fonte de energia. A figura abaixo mostra a média anual de radiação solar incidente no estado do Pará, que recebe uma média de 5 horas de insolação diária.

Figura 14: atlas solar métrico do Brasil.



Fonte: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf.

Acesso em 20/03/2020

1.3.1 Ensino sobre as energias renováveis no Brasil

Apesar de o país ser rico em fontes renováveis isso não é aproveitado, mesmo havendo a necessidade dessas fontes.

Durante o século XX, deu-se início na terceira Revolução Industrial, precisamente por volta de 1970, o qual teve como influência a corrida espacial e algumas características, com ênfase principal na utilização de altas tecnologias. Este novo período foi caracterizado pelas energias renováveis e a computação, que se caracteriza pela internet conectando os países que formam o mundo e como consequência encurtando distâncias comerciais, (Souza, 2016).

Sabemos que o ensino da Física é de fundamental importância no entendimento dos conhecimentos gerais da natureza e seus fenômenos, no entanto, por séculos o ensino se caracteriza pela transmissão e assimilação dos conteúdos já elaborados, sem poder ser questionado ou criticado pelo aluno, método que nós conhecemos como método tradicional.

Apesar disso, para Delizoicov, Angoti e Pernambuco 2007. O ensino precisa de uma inovação sendo necessária uma nova abordagem para chegar à aprendizagem do estudante, pois a educação necessita novas abordagens devem tomar o lugar do método tradicional.

Dessa forma, ao analisarmos de que modo o livro didático (Tempo de Ciências) 9º Ano, vem abordando o tema energias renováveis na análise do livro escolhido, percebemos que o tema vem sendo abordado de forma superficial deixando de tratar alguns conceitos físicos

importantes, e não explora os benefícios e a importância que a energia solar fotovoltaica pode trazer para a comunidade e para o ambiente.

Sabemos que o tema energia renovável tem sido abordada em debates internacionais e que esses conceitos já deveriam fazer parte do currículo das escolas de ensino básico. Vimos que no livro didático analisado (Tempo de Ciências) 9º Ano, não há uma abordagem da temática de forma detalhada, onde é feito apenas citações superficiais sobre energia solar, assim como de outras fontes renováveis. Por outro lado, temos países da Europa, como a Alemanha, onde esses conceitos vêm sendo discutido no cotidiano das escolas, (Souza 2016).

Desse modo, o tema energias renováveis é uma necessidade por ser algo moderno e fazer parte da revolução energética que vem ocorrendo mundialmente, além de envolver conteúdos atuais de ciência e tecnologia aplicado ao cotidiano dos alunos, o que é muito exigido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). No tópico as Competências em Física.

No Ensino Médio de acordo com os PCNs, o objetivo em cada área de conhecimento é envolver de forma definida o desenvolvimento de conhecimentos práticos contextualizados que respondam as necessidades de vida moderna (BRASIL, 1998, p.6).

1.3.2 Uso de tecnologia

A cada década nos tornamos cada vez mais dependentes dos combustíveis fósseis, mas a guerra Kippur em 1973 elevou o preço do petróleo e novamente o planeta volta a sonhar com nossa maior fonte de energia, o Sol. Desse modo, a indústria no início do novo século olhou com outros olhos voltando suas atenções para as fontes de energias renováveis.

Para Dienstmann (2009), a incorporação de novos materiais para uma absorção eficiente da luz, novas técnicas para captação do espectro de luz da irradiação solar e novas aproximações de nanoestruturas podem revolucionar a tecnologia usada para produção de energia solar.

Como comprovação da fácil utilização dessa tecnologia estão os painéis solares monocristalinos e novas novidades como células ultra-finas, semicondutores orgânicos, sensibilidade à cor (dye sensitization), que proporcionam momentos encantadores para a fabricação de células barateando-as e tornando-as mais eficientes e de maior durabilidade.

A indústria tem investido alto em energia solar produzindo células de alta eficiência e durabilidade, assim como concentradores solares que concentram a energia do sol através de espelhos. Outra tecnologia que também aumenta a eficiência dos sistemas solares é o seguidor solar (Solar Tracker). Segundo Blaszcak (2017) em alguns períodos do dia, o painel com o solar tracker teve um ganho de eficiência que resultou em até 30% mais energia gerada que o painel fixo.

1.4 EXPERIMENTOS COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONHECIMENTO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

Para Souza, Berto e Fernandes (2016), as técnicas a serem utilizadas nas escolas para despertar o interesse dos estudantes e instigar de algum modo uma preocupação com o meio ambiente, fazendo com que quando saírem do ambiente escolar buscarem as fontes de energias renováveis, dependem fortemente de incentivo governamental, disponibilização de materiais didáticos sobre o tema e uma instrução de qualidade aos professores que transmitirão tal conhecimento. Dessa forma proporcionarão a correlação entre cotidiano e o mundo científico, o jovem é incentivado a criar novos recursos que facilitem e/ou melhorem o seu dia a dia.

O campo científico possui uma grande variedade de assuntos que influenciam a vida do ser humano. Um dos exemplos dessa variedade é a geração e conservação de energia que é de fundamental importância para o desenvolvimento econômico e social do país, Ostermann (1999). Em física, o termo conservação de energia refere-se a algo que não muda, isto significa que a variável de uma equação que representa uma grandeza conservativa é constante ao longo do tempo, a variável tem o mesmo valor antes e depois de um evento.

A abordagem de assuntos como o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico de forma lúdica, mostra de forma clara e simples o que tem além do conceito inserido em um livro didático, uma vez que tais temas afetam diretamente o cotidiano e o futuro dos seres humanos. Uma das formas que geram um aumento significativo do interesse por estes conhecimentos é a utilização de ferramentas didáticas que ilustrem a abstração do tema, Barroso (2010).

O Brasil ainda é deficiente na oferta de materiais didáticos que abordem o tema “energia fotovoltaica”, materiais que sejam considerados didáticos devem apresentar desde a bagagem tecnológica, proveniente da adoção dessa energia, até as teorias que expliquem o seu funcionamento.

Alguns trabalhos para auxiliarem na formação de professores têm sido desenvolvidos paralelamente, visando estimular e ampliar o conhecimento científico dos jovens, Ostermann (1999).

Visto que os mesmos ainda não contêm explicações específicas sobre a energia fotovoltaica e seus conceitos de uma forma didática, fazendo com que seja necessária a elaboração de um material com esse enfoque. Outro aspecto deficiente é o incentivo governamental para a realização de uma atualização no currículo escolar SOUZA, BERTO e FERNANDES (2016).

Para Researc (2015) citado por Cabral (2018), existe uma dificuldade em ensinar Física de forma simples e eficaz, pois alguns docentes tendem a utilizar apenas livros didáticos e o

quadro branco, deixando de lado simulações e experimentos que podem ser produzidos por equipamentos simples de forma a incentivar o raciocínio dos alunos.

CAPÍTULO 2- REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MOTIVAÇÃO PEDAGÓGICA

De acordo com Vigotsky (GASPAR, 2014, p.176), a motivação é a origem do pensamento. Deste ponto de vista, a motivação é o motor do processo de ensino e aprendizagem. Sem ela, nem professores nem alunos podem produzir conhecimento. Assim, o conhecimento é necessário para que haja aprendizagem, então temos de acordo com o dicionário Aurélio, no padrão da linguagem, a palavra conhecimento é:

“ato ou efeito de conhecer / informação ou noção adquiridas pelo estudo ou pela experiência” (FERREIRA, 2001, p.176).

Mediante a assertiva conhecimento, aprendizagem e experiência estão interligados e são consequências de uma boa motivação pedagógica. Depreende-se então que a motivação do educador através da realização de atividades práticas como a experimentação é algo primordial para que os discentes construam conhecimento e se sintam motivados e valorizados

A motivação fará com que os educandos relacionam teoria e prática tudo pautado em atividades práticas experimentais. Por isso, é primordial que o educador conduza atividades práticas direcionadas para obter resultados específicos relacionados a uma dada atividade prática permitindo que o educando se sinta parte da construção do conhecimento, Gaspar (2014, p. 180) corrobora dizendo que toda atividade prática e experimental ajudará o aluno a compreender da melhor forma possível os conteúdos teóricos.

O pensamento do ensino científico baseado na investigação, orientando os alunos a “aprender a resolver, a resolver aprender” significa mobilizá-los para a resolução de problemas e, a partir dessa necessidade, os mesmos passam a gerar conhecimentos, sentimentos e ações através da interação entre o pensar. Criar atividades de pesquisa aliada a experimentação para construção de conceito é uma forma de dar aos alunos a oportunidade de participar do processo de aprendizagem:

“Uma atividade de investigação deve partir de uma situação problematizada e deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar, enfim, que ele comece a produzir seu próprio conhecimento por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos”. (AZEVEDO, 2004 apud WILSEK; TOSIN, 2008).

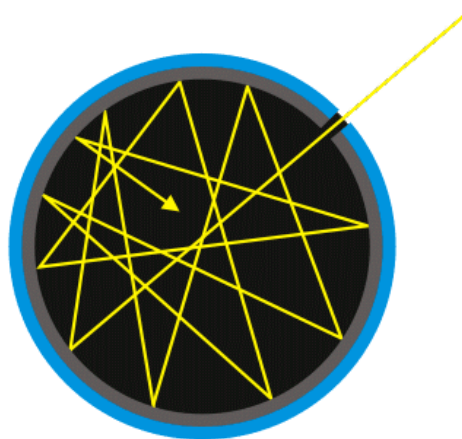
Segundo Guimarães (2009), a experimentação pode ser uma estratégia eficaz para a criação de problemas reais, permitindo contextualizar e fomentar problemas do processo de ensino aprendizagem. Desse modo, por meio de experimentos as turmas analisadas tiveram um aumento significativo em relação a aprendizagem e aos conceitos trabalhados.

2.2 RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO

De acordo com Paula (2004), a Radiação do Corpo Negro, também conhecida como Radiação Térmica, é a radiação emitida por um corpo devido a sua temperatura, tornados visíveis através mesmo no escuro através da luminosidade emitida pela radiação. Essa emissão de radiação pode ser observada, por exemplo, em uma lâmpada incandescente.

O termo corpo negro não se remete ao brilho, mas sim a ausência de reflexibilidade, CARRON (2003). O sol e algumas estrelas são corpos muito utilizados experimentalmente, quando se pretende estudar radiação do corpo negro. A figura abaixo, mostra a representação do aspecto de radiação de um corpo negro.

Figura 15: aspecto de radiação do corpo negro.



Fonte: <http://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula13.98/>. Acesso em 07/09/2020

Na imagem acima que representa um corpo negro, toda radiação externa que penetra pelo orifício é absorvida nas paredes de dentro do buraco negro, ou seja, não há reflexo, a reflexibilidade é quase nula.

Para Beiser (2003), um corpo negro pode ser conveniente, considerado como corpo ideal aquele que absorve toda a radiação incidente sobre ele independentemente da frequência.

Na organização molecular da matéria, quando ocorre uma “vibração” acompanhada de oscilação de cargas elétricas, há a emissão de ondas eletromagnéticas. Isto é o que se refere como emissão de radiação, por exemplo, ruído de interferência ao ligar tomadas próximas a aparelhos de som como rádios.

No caso dessa agitação ser decorrente de uma agitação térmica, a radiação é denominada radiação térmica. Outro aspecto importante é que os corpos em geral absorvem a energia radiante, a qual lhe provocam o aumento na “agitação” molecular e conseqüentemente de temperatura, Carron (2003).

Diz-se que o corpo está em equilíbrio térmico com o ambiente em seu redor quando sua taxa de energia radiante é igual a sua taxa de absorção, caso contrário haveria variação em sua temperatura violando a hipótese de equilíbrio térmico, Carron (2003).

Então, um bom absorvedor de energia radiante é também um bom emissor. O absorvedor em equilíbrio térmico com o meio ambiente é chamado de corpo negro, Paula (2004).

Agora veremos algumas leis associadas à radiação do corpo negro. Seja I , a intensidade de radiação eletromagnética emitida em todos os comprimentos de onda λ e $\lambda + d\lambda$, a intensidade refere-se à radiância espectral $R(\lambda)$, como Antunes (2012).

$$dI = R(\lambda)d\lambda \quad (1)$$

Assim, a radiância espectral é a intensidade de radiação emitida pelo corpo, por comprimento de onda.

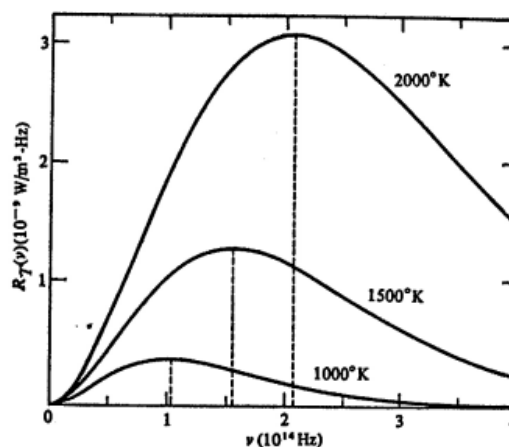
Lei de Stefan-Boltzmann e Lei do Deslocamento de Wien nota-se que: A intensidade da radiação expande com a quarta potência da temperatura absoluta, desta forma,

$$I = \int R(\lambda)d\lambda = \sigma T^4 \quad (2)$$

Onde σ é uma constante.

Esta é a Lei de Stefan Boltzmann, e σ é a constante de Stefan-Boltzmann de valor $5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$. Ocorre que das expressões matemáticas (1) e (2), que a intensidade total da radiação emitida por um corpo negro I é a área inferior da curva que representa a função $R(\lambda)$.

Figura 16: Espectro de radiação de um corpo negro, em função da frequência de radiação, para temperaturas de 100° K , 1500° K , 2000° K



Fonte: EISBERG, RESNICK. Física Quântica Átomos, Moléculas, Núcleos e Partículas. Editor Campus 23ª Tiragem.

O comprimento de onda $\lambda_{\text{máx}}$ para a qual a função $R(\lambda)$ é máxima e inversamente proporcional à temperatura absoluta:

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{b}{t} \quad (3)$$

onde $b = 2,898 \times 10^{-3}$ m K. Esta é a Lei do Deslocamento de Wien.

Lei de Rayleigh – Jeans: A tentativa de esclarecer estes resultados é a forma da curva no gráfico da radiância, figura 13, à luz das teorias clássicas do eletromagnetismo e termodinâmica teve como consequência o fracasso. As primeiras medidas precisas dessa grandeza tiveram avanço devido a Lummer e Pringsheim em 1899 (ALONSO & FINN, 1978).

Que tem como previsão para a radiância a Lei de Rayleigh – Jeans:

$$R(\lambda) = \frac{c8\pi}{4\lambda^4} K_b T \quad (4)$$

Onde K_b é a constante de Stefan-Boltzmann, é c a velocidade da luz. Podemos concluir que esta lei prevê, de forma bastante correta, a radiância em comprimento de onda pequenos proporcional a λ^{-4} . É notório que para comprimentos de onda pequenos, a $R(\lambda)$ torna-se infinitamente grande. Esta desigualdade entre a previsão teórica da física clássica e a realidade identifica-se por catástrofe do ultravioleta, em que o maior comprimento de onda considerado nesta altura era a radiação ultravioleta, Antunes (2012).

Lei de Planck A solução de Planck teve como consequência após a substituição na fórmula de Rayleigh - Jeans, a energia média clássica equivalente a cada modo do corpo negro, o valor $K_B T$ e dado por:

$$K_B T = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{\frac{1}{hc}}{e^{\lambda K_B T} - 1} = \frac{\frac{E_\lambda}{hc}}{e^{K_B T} - 1} \quad (5)$$

Planck acreditava que a emissão e absorção de radiação de comprimento de onda λ ocorrem em números mínimos de energia,

$$E_\lambda = \frac{hc}{\lambda} \quad (6)$$

Encontrando a equação (5) para revelar a energia média dos modos do corpo negro com comprimento de onda, λ .

À esperança da física moderna, estatística quântica, a Lei de Planck produzido pela substituição da expressão matemática (5) na fórmula de Rayleigh - Jeans:

$$R(\lambda) = \left(\frac{c8\pi}{4\lambda^4}\right) \cdot \left(\frac{hc}{\lambda}\right) \cdot \left(\frac{1}{e^{\lambda K_B T} - 1}\right) \quad (7)$$

é interpretado como o número de fótons que têm comprimento de onda λ , multiplicado pela energia de cada um destes fótons, $\frac{hc}{\lambda}$.

A quantidade de fótons com comprimento de onda λ é exatamente a quantidade de fótons em cada estado com este comprimento de onda e permitida pelo arranjo de Bose-Einstein, Antunes (2012).

$$F_{BE} = \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k_B T} - 1}} \quad (8)$$

A equação (8) descreve acertadamente a radiância espectral do corpo negro definido experimentalmente. A proposta renovadora de Planck, associado à energia de emissão e de absorção de uma onda eletromagnética com o seu comprimento de onda solucionou a questão da radiação do corpo negro. Mas, conseqüentemente, levantou novas questões das quais soluções trariam à elaboração da Mecânica Quântica um quarto de século posteriormente, Antunes (2012).

Planck não propõe que seja a própria radiação que tem um carácter corpuscular, essa hipótese é feita por Einstein em 1905, ao propor uma nova explicação para o efeito fotoelétrico.

A natureza ondulatória da luz, de forma sólida determinada, não é inserida por motivação de Planck. A compreensão do “porquê” da emissão e absorção da radiação em “quanta” de energia mínima, fazendo entender que transitaria por um entendimento melhor da organização de matéria e dos átomos, e não da luz.

Na realidade, só a partir das experimentações de Compton, em 1923, é que a formulação do conceito de fótons como entidade física real foi provada. A aprovação da natureza dual - onda e partícula-de luz foram enfim estendidas por de Broglie em 1924, à própria matéria e levaria à formulação da Mecânica Quântica nos anos seguintes.

A suposição de Planck, até aquele momento distante da Física Quântica e, no entanto, sendo o primeiro movimento na direção que levou ao surgimento dessa nova física, Antunes (2012).

2.3 EFEITO FOTOVOLTAICO

O efeito fotovoltaico é o evento físico que proporciona a transformação de forma direta da luz em eletricidade. Esse fenômeno acontece quando a luz ou a radiação eletromagnética do Sol atinge uma célula de materiais semicondutores com propriedades específicas, Vilalva e Gazoli, 2012.

O efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839 por Edmond Becquerel, que verificou que placas metálicas de platina ou prata, mergulhadas num eletrólito produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz, Becquerel (1839).

Apesar do efeito fotovoltaico estar diretamente relacionado ao efeito fotoelétrico, eles são processos diferentes. No efeito fotoelétrico, os elétrons são expulsos da superfície de um

material quando exposto à radiação. O efeito fotovoltaico difere pelos elétrons gerados serem transferidos entre bandas diferentes, dentro do próprio material, resultando no aparecimento de uma tensão elétrica entre dois eletrodos, ou seja, o efeito fotovoltaico nada mais é do que a criação de tensão elétrica ou de uma corrente elétrica correspondente num material, após a sua exposição à luz.

Em 1873, Willoughby Smith descobriu a fotocondutividade do Selênio. Em 1877, dois inventores norte-americanos, W. G. Adams e R. E. Day utilizaram as propriedades fotocondutoras do selênio para desenvolver o primeiro dispositivo sólido de produção de eletricidade por exposição à luz, Adams & Day (1877). O qual, consistia em um filme de selênio depositado em um substrato de ferro com um segundo filme em ouro (contato frontal). Desse modo criaram o primeiro dispositivo de produção de eletricidade, através do efeito fotovoltaico.

2.4 EFEITO FOTOELÉTRICO

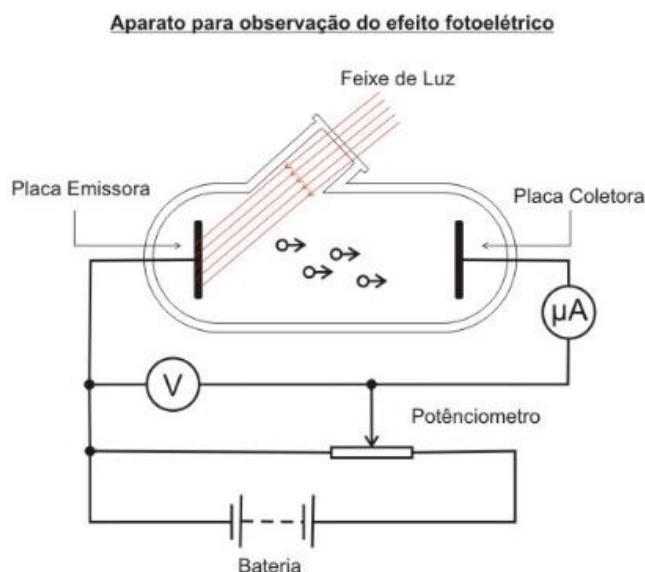
O efeito fotoelétrico, na verdade, é a emissão (ejeção) de elétrons da superfície de um material semicondutor relacionado com a incidência de ondas eletromagnéticas, ou seja, a luz. Os elétrons do metal (semicondutor) absorvem a energia contida na luz incidente e desse modo adquire energia suficiente para serem ejetados do material.

Este efeito foi constatado pela primeira vez por Heinrich Hertz em 1887, sendo também conhecido como efeito Hertz. Hertz presenciou que eletrodos iluminados com luz de comprimento de onda na faixa ultravioleta criavam faíscas elétricas.

O experimento para o efeito fotoelétrico, constitui-se tipicamente em um tubo transparente (de vidro ou quartzo) mantido em vácuo e contendo uma placa de um metal alcalino, que é chamada de placa emissora ou cátodo e outra chamada de placa coletora ou anodo, que equivale a um metal nobre quando iluminada a placa emissora com luz de uma frequência ν suficientemente alta e bem definida, se mede a eventual corrente elétrica que pode ocorrer entre o cátodo e o anodo.

A placa emissora e a placa coletora são mantidas a uma diferença de potencial V . Se os fotoelétrons emitidos (*elétrons*) tiverem energia suficiente para atingir o coletor, serão por ele capturados e se manifestará em forma de uma corrente elétrica, i , passando pelo amperímetro μA como mostra a figura 17.

Figura 17: aparato para observação do efeito fotoelétrico.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Efeifotofotoelétrico_-_Thiago_-_UNIFEI.jpg acesso em 13/03/2020

Foi em 1886 e 1887 que Hertz, realizando suas experiências, confirmou as existências de ondas eletromagnéticas e a teoria de Maxwell sobre a propagação da luz. Eisberg, Resnick (1979).

2.5 SEMICONDUTORES

Os semicondutores são basicamente compostos por bandas, têm a “banda de valência” completamente cheia e a “banda de condução” vazia. O “band-gap” de um semicondutor é de aproximadamente 1,12 eV (elétron-volt). Essa característica faz com que um semicondutor se comporte como um isolante à 0° Kelvin, mas, com o aumento da temperatura, passa a conduzir eletricidade, agindo como um condutor. Por isso o nome: semicondutor.

Ao receber fótons de radiação eletromagnética com frequência dentro do espectro da luz visível, os elétrons da banda de valência podem saltar para a banda de condução, produzindo uma corrente elétrica no interior do semicondutor. Desse modo quando um elétron deixa o seu lugar de origem, fica um buraco que logo é preenchido por outro elétron, pelo efeito da recombinação ou reorganização. Essa recombinação de elétrons faz com que o semicondutor fique eletricamente neutro. Um semicondutor puro, que não tem impurezas, é chamado de intrínseco.

Para que seja possível aproveitar essa corrente elétrica do interior de um semicondutor intrínseco, é necessário perturbar a sua formação cristalina. Isso é feito adicionando-se elementos químicos que facilitam a condução elétrica. Esse processo se chama dopagem.

O silício possui quatro elétrons de valência e necessita de mais quatro átomos vizinhos para formar uma ligação covalente. Se inserirmos um elemento de 5 elétrons de valência (ex.: fósforo ou arsênio) o quinto elétron ficará fracamente ligado ao átomo de origem e, quando o semicondutor estiver à temperatura ambiente, esse elétron ficará livre, fazendo com que o cristal de silício dopado com esse material fique negativamente carregado. Esse é um semicondutor do **Tipo N**.

Se ao silício for adicionado um dopante com 3 elétrons de valência, ficará faltando um elétron na estrutura cristalina. Em temperatura ambiente, com a liberação de elétrons, o semicondutor ficará positivamente carregado se tornando um semicondutor do **Tipo P**.

2.6 RADIAÇÃO SOLAR

Segundo a norma Técnica Brasileira ABNT NBR 10899: 2006. Radiação é definida tecnicamente como forma de transferência de energia, proveniente do sol, através da propagação de ondas eletromagnéticas. E irradiação solar, como sendo a quantidade de radiação incidente em uma superfície, é integrada durante um intervalo de tempo especificado. Desse modo, o Sol é um gigantesco reator de fusão, Del Bosco (2013).

Fisicamente, temos dois tipos de radiação: ionizante e não ionizante. A radiação ionizante tem energia suficiente para liberar elétrons de um átomo, deixando assim o átomo carregado, como ocorre no painel solar, os fótons carregados de energia colidem com os elétrons arrancando-os dos semicondutores, normalmente silício e germânio.

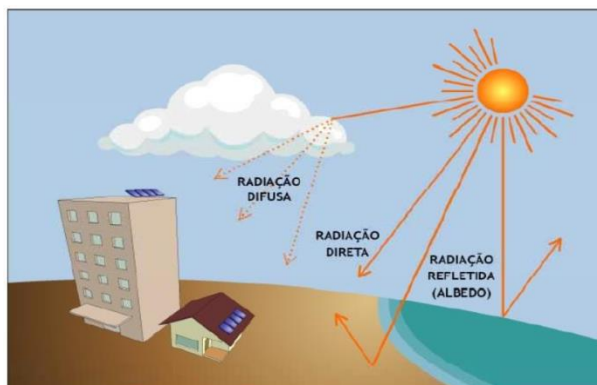
Já a radiação não ionizante como por exemplo, ondas de rádio, luz visível, ou radiação ultravioleta, não tem energia suficiente para arrancar os elétrons.

Atualmente, o planeta terra recebe 1×10^{18} kWh/, ao ano de energia solar, o que corresponde a 10 000 vezes o consumo mundial de energia neste período, Greenpro (2004).

Tendo-se em vista somente um determinado local, a quantidade de radiação incidente sobre sua superfície é bastante variável sendo influenciada pela geometria, Sol – Terra, condições climáticas gerais (nuvens, poeira), obstáculos físicos, entre outros, Pinho (2008).

Chamamos de radiação direta, a radiação que atravessa em linha reta até a superfície terrestre. A radiação que é espalhada pelas moléculas de ar, nuvens e chega à superfície é denominada de radiação difusa. A parte da radiação que chega à superfície da terra e é refletida pelo solo, em direção a um plano inclinado, é denominada de albedo, Pinho (2008). A distribuição da radiação está ilustrada na figura 18.

Figura 18: Distribuição da radiação solar incidente



Fonte: Kaufmann, G.V. Avaliação do Potencial de Geração Solar Fotovoltaica e Análise em Tempo real da Operação de um Pannel Fotovoltaico Instalado na Cidade de Lageado/RS. <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/422/1/GustavoKaufmann.pdf>. Acesso em 20/03/2020.

2.7 MEDIDORES DE RADIAÇÃO

A radiação solar, proveniente do sol, se divide em dois tipos de radiação: a radiação direta que atinge a superfície terrestre de forma direta, proveniente diretamente de o disco solar, e atinge a superfície planetária “sem sofrer” desvios na atmosfera e a radiação difusão, que sofre desvios durante sua trajetória resultante do espalhamento na atmosfera, e depende propriamente da latitude, altitude, declinação solar e da quantidade de nuvens existentes em seu caminho. Segundo a EMBRAPA (2005), o acúmulo tanto da radiação direta e a difusa chama-se radiação global.

A determinação da radiação global é importante não só para o estudo das condições climáticas, e sim para diversas áreas tanto agrícolas como para projetos que visam à captação de energia do sol.

Desse modo, faz-se necessário conhecer a estimativa de radiação solar, através de monitoramentos, adquirindo respostas quantitativas e qualitativas precisas que poderão permitir o aproveitamento eficiente desse recurso. Cujas, ainda é obtida com certa dificuldade por estações meteorológicas.

2.7.1 Luxímetro

O luxímetro é um instrumento utilizado para medir a intensidade de luminância presente em um determinado local. Sua unidade de medida é o lux, um lux corresponde a um watt por metro quadrado ($1 \text{ lux} = 1 \text{ W/m}^2$).

Este tipo de equipamento é adequado para ser usado em indústrias, escritórios, hospital, residências, escolas, restaurantes, entre outros espaços.

Ele consiste em uma célula fotoelétrica e um miliamperímetro. A célula fotoelétrica é um material semicondutor, sensível à luz, quando a luz incide sobre a fotocélula ocorre à

formação de corrente no semicondutor, que depois de amplificada é medida no amperímetro, utilizando-se uma escala graduada adequadamente para medir o nível intensidade luminosa, que é proporcional à radiação incidente.

2.7.2 Piranômetro

Piranômetro é um equipamento utilizado para medir a radiação eletromagnética sobre uma superfície plana, por meio da densidade do fluxo de radiação difusa ou direta, através de comprimentos de ondas da faixa de ultravioleta ao infravermelho. Os piranômetros geram sinais elétricos analógicos em unidades de radiação W/m^2 os sensores utilizados variam de fotodiodos a termopilhas.

2.7.3 Sensores meteorológicos

Com os avanços da tecnologia, no ramo da energia solar, faz-se necessário medir a radiação eletromagnética com sensores confiáveis em diversas localidades, esses sensores são caros, no entanto muitas vezes não são calibrados e nem são realizadas manutenção periódicas necessárias. Desse modo, recorre-se a sensores alternativos de baixo custo, mas que são capazes de estimar a radiação com uma precisão semelhante aos sensores profissionais.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Com o objetivo de abordar conteúdos de física moderna relacionadas a energias de fontes renováveis, de forma lúdica e interativa para estudantes do ensino médio, foi utilizada a seguinte metodologia:

- (1) Pesquisa qualitativa-descritiva utilizando levantamento bibliográfico e relatos e experimentações como instrumentos de pesquisa.
- (2) A experimentação sequencial em sala de aula com o tema de energias renováveis.
- (3) Um projeto de caráter demonstrativo, que consistiu na construção de um “seguidor de luz em um sistema móvel controlado pelo Arduino”, o qual foi montado no LFCA (Laboratórios de Física do Campus de Abaetetuba) para fins de abrir discussões em sala de aula sobre impactos tecnológicos como consequência da evolução física e uma visão do futuro.
- (4) Instrumentos avaliativos de aprendizagem através de questionários objetivos, a fim de obter os percentuais de conhecimento dos alunos em relação a física moderna e energia renováveis, enfatizando a importância das energias renováveis no cenário mundial. Enfatizamos que a experimentação foi motivada desde que essa atividade reforce a compreensão e assimilação de determinados conceitos relacionados a física moderna.

3.1 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA

A escola **Bernardino Pereira de Barros** foi fundada em 1962, para suprir a necessidade que a cidade de Abaetetuba tinha para com os jovens do sexo masculino que quisessem dar prosseguimento aos estudos no curso colegial. Destacam-se na luta pela criação da escola pessoas como Francisco de Lima Batista, Edevaldo de Paixão Rocha, Anastácio Coutinho e outros.

A escola recebeu esse nome em homenagem ao Professor Bernardino Pereira de Barros, logo quando foi criada em 1962 a escola funcionava de forma precária no prédio da escola Professor Basílio de Carvalho, no turno da noite, até que em 1966 ela foi transferida para o prédio que funciona até os dias atuais.

A Escola Estadual está localizada na Rua Magno De Araújo, 1485, Centro. CEP: 68440-000. Abaetetuba – Pará, o telefone da escola é (91) 3751-1589. Atende duas etapas da educação básica de ensino: (a) ensino fundamental a partir do 5º ano e (b) ensino médio. No total, a escola possui 10 salas de aula e 1077 alunos (segundo dados do Censo Escolar de 2018) em Ensino Fundamental II, Ensino Médio e EJA.

Figura 19: Localização da escola Bernardino em Abaetetuba-PA



Fonte: Disponível em:

<https://www.google.com/maps/place/Eefm+Prof+Bernardino+Pereira+De+Barros/@-1.7255296,48.8860556,464m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x92a3454c2143c35b:0x4e8560a1266df9ef!8m2!3d-1.724998!4d-48.884774>

Acesso em 23/02/2020.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa refere-se à aplicação de experimentos de Física Moderna no Ensino Médio, buscando promover a alfabetização científica na escola Bernardino Pereira de Barros, onde foi realizada atividades sobre efeito fotoelétrico, efeito fotovoltaico e energia renováveis, com o objetivo de disseminar e incentivar o uso das energias renováveis, especificamente a energia solar.

A aplicação dos experimentos foi ministrada para os alunos do 3º ano do ensino médio de forma abrangente e construtiva, onde fez-se uso de uma abordagem teórica e prática devido a não familiarização dos alunos com conceitos de física moderna. Foi objetivado evidenciar as fontes de energias renováveis, como foco para a energia solar, a produção de energia a partir da energia luminosa do sol e enfatizar os efeitos envolvidos.

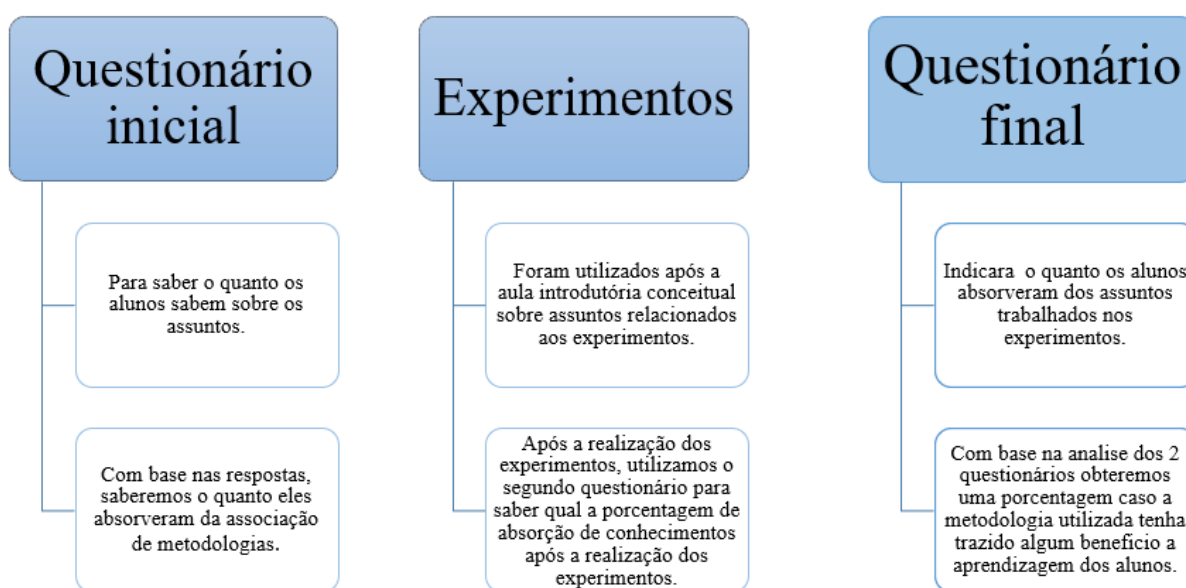
Nesta ocasião foram convidados a fazer experimentos de energias renováveis, efeito fotoelétrico e efeito fotovoltaico, na escola de ensino médio Bernardino Pereira de Barros.

Nas atividades realizadas na turma de 3º Ano “A” e na turma de 3º Ano “B”, nos dias 25 de novembro e no 5 de dezembro de 2109. Nesta ocasião foi iniciada uma aula de revisão dos conceitos básicos envolvidos, de aproximadamente quarenta minutos em ambas as turmas, e durante a aula foi realizado uma explicação dos conceitos de efeito fotoelétrico e efeito fotovoltaico pertinentes na física moderna, enfatizando a importância histórica do experimento primitivo e a importância para os dias atuais, além de mostrar através de simulação

computacional utilizando o Java, que mostra como ocorre o efeito fotoelétrico fisicamente e em seguida a aplicação do carrinho lúdico. Após a realização do levantamento bibliográfico e bastante procura sobre o que os PCN's dizem no que diz respeito ao ensino de física moderna e energias renováveis, encontramos algumas referências do que deveria ser trabalhado com relação a física moderna e energia renováveis, no entanto, percebemos que não é trabalhado nas escolas pelos professores, por não vir de forma clara nos livros. No livro analisado, encontra-se apenas um capítulo com o título “Produção e consumo de energia elétrica” que aborda os tipos de energias e usinas geradoras de eletricidade, não abordando de forma satisfatória o conteúdo de energia renováveis.

Desse modo por meio dos experimentos o foco será a complementação desse conhecimento, já adquirido nos livros didáticos. Com a utilização de um questionário inicial aplicação do experimento e questionário final, como mostra o diagrama da figura 20.

Figura 20: Representa o diagrama das etapas realizadas durante a aplicação dos experimentos, que foi iniciada com uma conversa com os estudantes onde os mesmos foram informados que iriam participar de um projeto de TCC, em seguida os mesmos realizaram o questionário inicial, aula introdutória, experimento e questionário final.



Fonte: Autoria própria

Podemos dizer que utilizamos a metodologia classificada como tradicional, e a metodologia ensino por investigação, utilizada na montagem dos experimentos pelos alunos com a distribuição dos materiais necessários.

3.3 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO EFEITO FOTOELÉTRICO

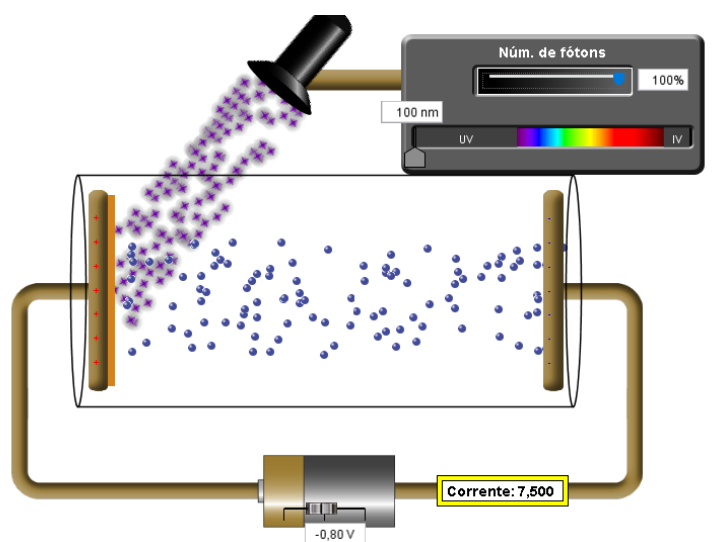
De acordo com Delizoicov & Angotti, (1994), o uso de tecnologias aplicada ao ensino, além de buscar a motivação dos estudantes para o conteúdo proposto a problematização inicial,

visa a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completamente ou corretamente porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes

O uso de simuladores em aulas para que os alunos visualizem fenômenos físicos, como o efeito fotovoltaico e o efeito fotoelétrico, permitem aos estudantes entenderem as condições necessárias para que o fenômeno ocorra. Desse modo fazendo uso do simulador, esclarece-se sobre qual intensidade e frequência os fenômenos acontecem.

Além disso, utilizamos uma simulação do efeito fotovoltaico para os estudantes visualizarem como ocorre a transformação de energia luminosa, proveniente do sol, em energia elétrica por meio dos painéis solares.

Figura 21: simulador computacional do efeito fotoelétrico.



Fonte: Plataforma PHET

Nesta ferramenta que simula o efeito fotoelétrico, podemos observar o efeito da luz em diversos materiais, ferramenta que pode ser utilizada pelos professores e pelos alunos por ser algo livre, necessitando apenas de um computador e dessa forma enriquecer a compreensão dos alunos sobre o efeito fotoelétrico. Descoberto por Heinrich Rodolph Hertz, que devido a algumas lacunas em 1905, Albert Einstein conseguiu explicar de forma satisfatória no final do século XIX, uma série de experiências revelaram que elétrons são emitidos de uma superfície de metal, quando a mesma é atingida por luz de frequência suficientemente alta (por exemplo, luz ultravioleta), esse é o fenômeno que hoje conhecemos como efeito fotoelétrico.

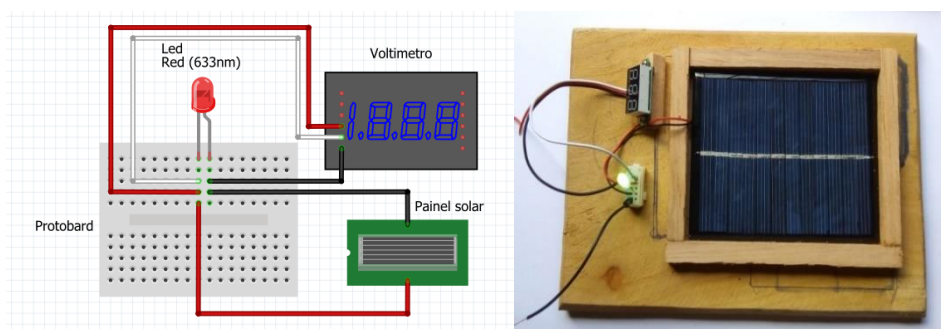
3.4. ATIVIDADE DE EXPERIMENTAÇÃO: EFEITO FOTOVOLTAICO

Durante a realização das atividades nas turmas de 3 Ano A e 3 Ano B, que iniciou com uma aula conceitual e a explicação dos conceitos (da luz, efeito fotovoltaico, efeito fotoelétrico e energias renováveis) necessários para a realização das atividades posteriores, em seguida foi realizada a explicação antes dos alunos iniciarem com a montagem dos experimentos de energia renováveis e efeito fotovoltaico.

Após a divisão dos alunos em cinco grupos foi fornecido o material necessário para a realização da atividade sobre efeito fotovoltaico, que consistia em ligar um LED a um mini painel solar medindo 88X142 mm com 400 mA de corrente e voltagem igual a 5 Volt e a um voltímetro, sem a utilização de nenhuma fonte de energia externa, se a ligação estivesse correta o voltímetro marcaria a voltagem produzida pelo mini painel, além de ligar o LED. Para a realização os alunos dispunham de um roteiro para facilitar o processo.

A imagem abaixo mostra o circuito a ser montado pelos alunos, entre os materiais os estudantes também receberam o circuito semelhante a imagem abaixo:

Figura 22: Roteiro utilizado na realização da atividade a direita e a esquerda foto do experimento montado.



Fonte: Autoria própria.

Após a aquisição das placas de led e dos voltímetros, realizamos a montagem em uma base de madeira de 13 por 21 cm, onde foi feito um contorno ao redor do mini painel solar para mostrar que a voltagem varia de acordo com a área exposta a radiação. A imagem abaixo mostra o experimento de efeito fotovoltaico montado:

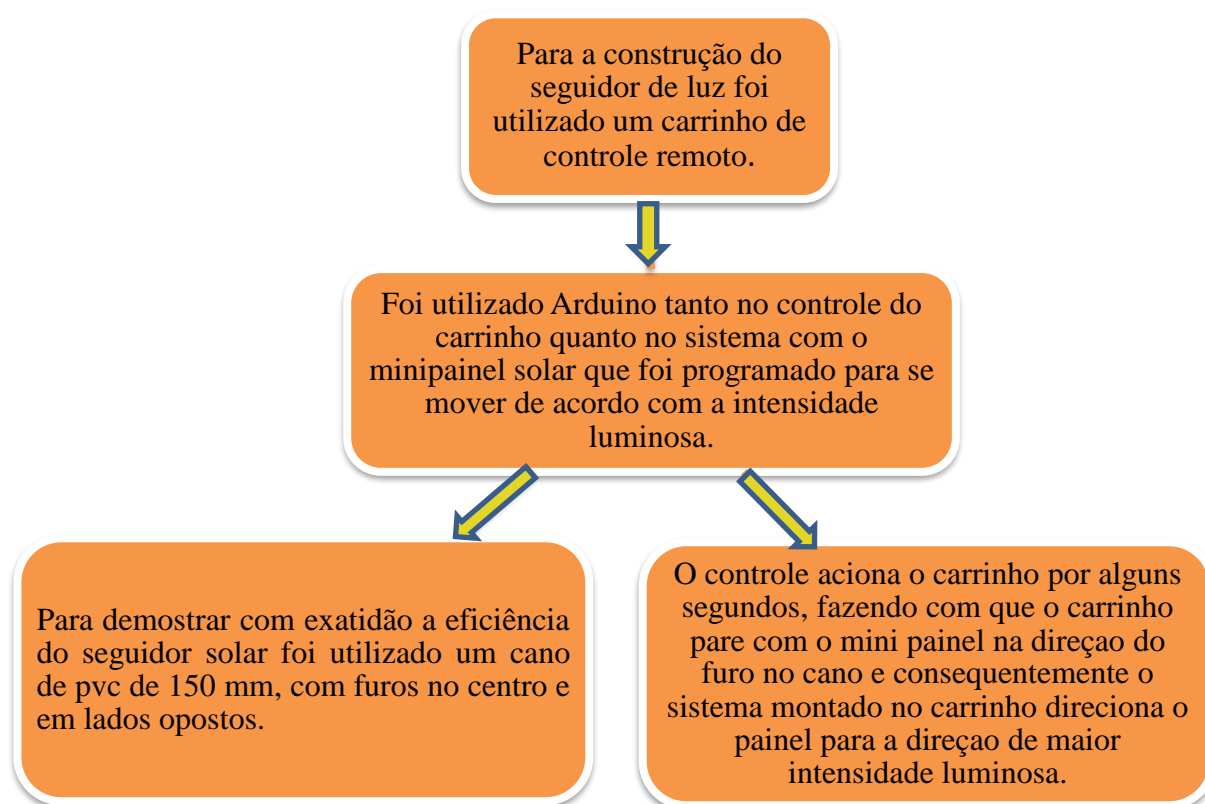
A imagem acima mostra o experimento após a montagem, onde a intensidade do led varia de acordo com a intensidade de radiação incidente.

3.5 SEGUIDOR DE LUZ MONTADO NO LFCA EM UM SISTEMA MÓVEL CONTROLADO PELO ARDUINO

O seguidor de luz montado em um sistema móvel controlado por Arduino no LFCA, vem complementar a metodologia utilizada na aplicação do projeto, por se tratar de uma investigação onde os alunos descobrem de acordo com suas atitudes, respondendo a

questionamentos como: “o que acontece se eu fizer isso ou aquilo” ou “porque isso acontece”, o que ajudou a aumentar o aproveitamento da aprendizagem nas turmas trabalhadas. A construção do seguidor de luz se dá de acordo como mostra a figura 18 abaixo:

Figura 23: Fluxograma representa processo de montagem do carrinho lúdico. Como descrito na imagem acima o Arduino foi utilizado para fazer a automação e controlar o movimento do carrinho, bem como o tempo de repouso e o deslocamento entre os furos no cano de pvc, da mesma forma o Arduino também controlava o mini seguidor solar fazendo com que o mini painel fosse direcionado para a maior intensidade luminosa



Fonte: autoria própria

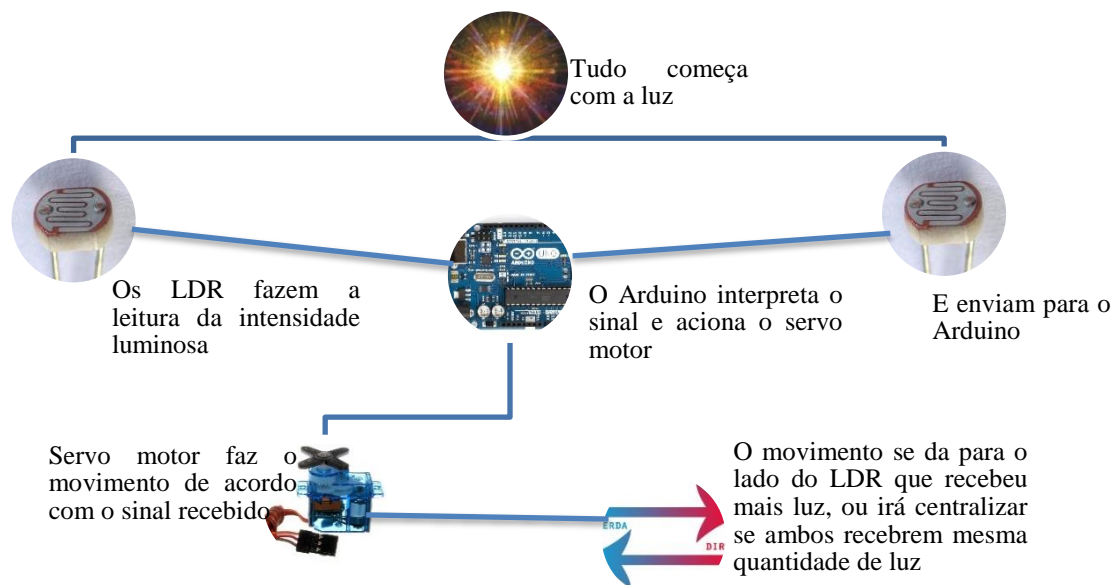
Com intuito de inovar o ensino de energia renováveis e da física moderna no ensino médio, acreditamos que por meio de experiências podemos melhorar o ensino nas aulas de física. Desenvolvemos uma pesquisa de campo em duas turmas do 3º ano do ensino médio, por meio de questionário, para saber como eles veem a física moderna e as energias renováveis no ensino médio. Onde após a aplicação do questionário realizaremos atividades pedagógicas, estimulando a curiosidade em estudar física moderna e entender sobre as energias renováveis.

Esta pesquisa foi realizada por meio de um estudo de caso, com pesquisa qualitativa descritiva com utilização de um levantamento de bibliografias, questionário e por meio de experimentos.

Inicialmente foi projetado um seguidor de luz, o qual tem seu funcionamento de acordo com o esquema abaixo, onde tudo começa com a luz que incide sobre os LDR. No Arduino, começa a segunda parte do funcionamento, ele interpreta os sinais do LDR e a partir dos sinais ele aciona o servo motor, que vai direcionar o mini painel de acordo com a intensidade luminosa nos LDR.

Se o LDR esquerdo detectar uma maior intensidade de luz, o servo motor direcionará o painel para a esquerda e vice versa, caso os dois LDR detectem a mesma intensidade de luz, o mini painel será centralizado.

Figura 24: Fluxograma representa o funcionamento do carrinho lúdico onde o interior do cano representa o espaço onde não há luz, dessa forma toda e qualquer fonte deverá ser aproveitada, a luz e de fundamental importância para o funcionamento, os LDR,s são os sensores que captam a luz, e enviam o sinal para o Arduino o mesmo a partir do sinal recebido direciona o mini painel para o maior intensidade luminosa (lado com mais claridade)



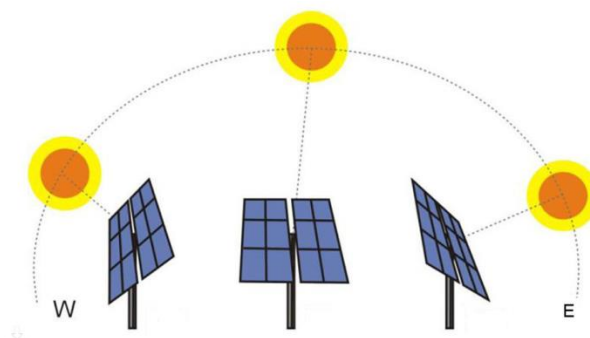
Fonte: Autoria própria

Em seguida, o seguidor foi acoplado a um carrinho de controle remoto, Arduino uno, carregador de celular solar (painel), um micro servo, resistor, LDR, LED e alguns jumper. Inicialmente buscamos controlar o carrinho, ou seja, obter controle total sobre o carrinho, quanto tempo ele ia andar e por quanto tempo ele irá ficar parado. Para controlar o carrinho foram realizadas algumas alterações em seu controle original, e com a inserção do Arduino foi possível ajustar de acordo com nossas necessidades.

Após a modificação do controle do carrinho, adaptamos o carrinho para se adequar ao projeto. As modificações foram apenas inserir novos itens no carrinho, como: um micro servo

para movimentar o painel para o lado em que haja maior intensidade de luz, e uma placa Arduino para controlar o seguidor solar que montamos em cima do carrinho, e se movimenta de acordo com a imagem abaixo.

Figura 25: posições do mini seguidor solar



Fonte: Instructables. Disponível em: <https://www.instructables.com/id/Un-Rastreador-Solar-Simple-que-Tiene-Ejes-Duales/>. Acesso em 15/06/19

A imagem acima mostra a variação de ângulo que o protótipo de seguidor solar montado em cima do carrinho lúdico realiza, e na imagem abaixo mostra a imagem do carrinho.

Em seguida, iniciamos o processo de calibração do carrinho para que ele parasse em cada furo existente dentro de um cano de pvc de 150 mm com 5 furos, um no centro e dois de cada lado, o carrinho terá que parar em direção aos furos do tubo de pvc e o seguidor solar irá se movimentar para o lado que o furo estiver, ou seja, o seguidor de luz irá direcionar o painel para onde houver maior intensidade de luz.

CAPÍTULO 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho é resultado da construção de experimentos e de um estudo de caso com pesquisa qualitativa descritiva realizada por meio de pesquisa bibliográfica e questionários aplicados em duas turmas de terceiro ano do ensino médio da escola Bernardino Pereira de Barros município de Abaetetuba.

O estudo de caso foi realizado com o intuito de verificar como e de que forma vem-se trabalhando o ensino das energias renováveis no ensino médio, o experimento para mostrar fenômenos e explicar conceitos importantes para a física e para a forma de energia renovável enfatizada neste trabalho.

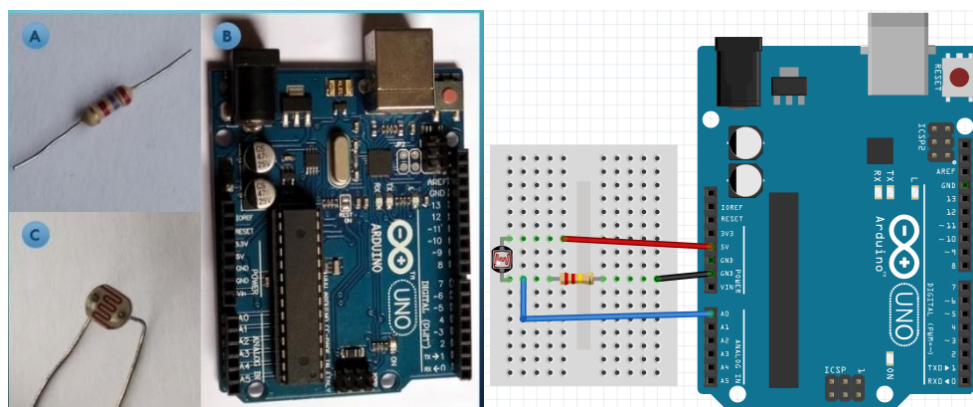
Diante disso, o presente capítulo busca analisar e discutir as respostas dos estudantes nos questionários aplicados antes e depois da aplicação dos experimentos, para entender as perspectivas e o avanço do conhecimento das energias renováveis.

4.1 CONSTRUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE UM LUXÍMETRO

Construir um seguidor de luz requer a adequação de sensores de radiação, dentre estes dispositivos podemos mencionar o luxímetro, que são aparelhos que além de quantificar a radiação podem verificar o comportamento dos mesmo como função do tempo. Assim, neste projeto, houve a necessidade da construção de um luxímetro com materiais acessíveis para que pudéssemos analisar a radiação.

A construção do luxímetro realizado neste trabalho é bastante simples, sendo necessários os materiais mostrados na figura abaixo:

Figura 26: Matérias e esquema de montagem protótipo luxímetro em A temos o resistor de 2,7 k Ω , em B o Arduino e em C o LDR e a direita esquema montagem luxímetro



Fonte: Autoria própria.

O LDR funcionará como sensor de luz, os jumpers são para fazer as conexões com o Arduino. Como o LDR não tem polaridade fica mais simples, em um terminal liga-se 5V proveniente do Arduino, em outro ligamos o resistor de 2,7 k Ω ohm, em seguida, entre o resistor

e o terminal do LDR liga-se um a porta A0 do Arduino, o terminal do resistor liga-se ao GND do Arduino como mostra a imagem da direita acima.

Neste projeto utilizamos um luxímetro Minipa modelo MLM-1011 para calibrar um LDR ou foto resistor, componente eletrônico sensível à luz, seu funcionamento está diretamente relacionado à quantidade de luz incidente, ou seja, sua resistência depende exclusivamente da luz.

O LDR (Light Dependent Resistor) é um componente eletrônico que tem sua resistência alterada de acordo com a intensidade da luz. Quanto mais luz incidir sobre o componente, menor a resistência, são compostos de semicondutor e pode ser feito de sulfeto de cádmio ou sulfeto de chumbo.

A calibração iniciou com a determinação de uma unidade para representar essa grandeza, com o intuito de fazer um sensor de radiação luminosa de baixo custo, buscamos uma unidade para representar a grandeza que queremos determinar. Fazendo uso de uma caixa de 40 cm quadrados para fazer essa calibração, onde foi colocado o luxímetro e o LDR em uma caixa pintada de preto em seu interior e sem qualquer iluminação, em seguida usando uma fonte externa para alimentar uma lâmpada incandescente de potência igual a 100 watt, devido a sua emissão de radiação ultravioleta, foi variada a tensão na fonte e coletados os dados de um em um volt com o LDR e o luxímetro submetidos a mesmas condições.

A caixa pintada de preta em seu interior foi utilizada para evitar o fenômeno da radiação difusa, luz solar recebida indiretamente, resultante da ação da difração nas nuvens, nevoeiro, poeiras em suspensão e outros obstáculos na atmosfera.

Inicialmente tentou-se calibrar um LDR de área igual a 12 mm, que seria usado para a construção do protótipo de baixo custo, mas não obtendo êxito utilizando resistência fixa de 20 Ohms, e uma resistência variável de 50 k Ω , e por último foi construído uma ponte de Wheastone com o objetivo de encontrar uma resistência adequada.

R1 representa um resistor, LDR um componente eletrônico dependente de luz, Arduino e uma plataforma de prototipagem utilizada em vários projetos. No nosso caso, foi utilizado para receber dados do sensor e enviar ao computador. A imagem acima mostra o circuito com o resistor de 20 k Ω , como mostra a imagem acima o circuito montado com o potenciômetro de 50 k Ω .

Este circuito segue o mesmo esquema do anterior, com a diferença que no lugar do resistor foi inserido um potenciômetro de 50 k Ω . Os dados continuam sendo recebidos e enviados pelo Arduino.

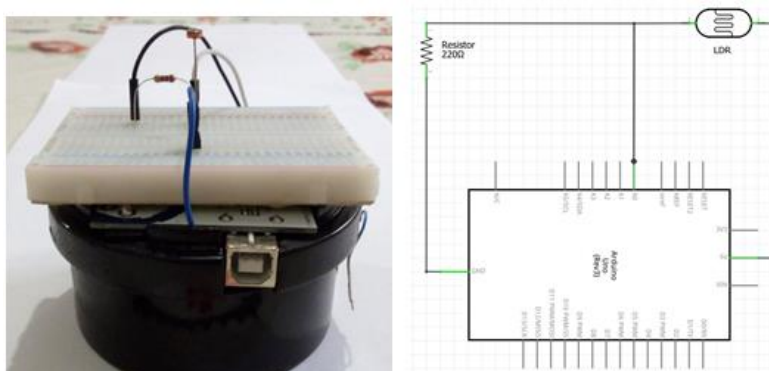
A ponte de Wheastone é utilizada para descobrir uma resistência desconhecida, a qual necessitávamos para a calibração LDR. Na ponte utilizamos dois resistores R1 e R2, de resistência conhecida, também utilizamos um potenciômetro de 100 k Ω e um LDR, onde se percebeu que se tratava de um foto-resistor inadequado para o projeto. Então buscamos através da pesquisa biográfica, um LDR que tivesse variação semelhante ao luxímetro que possibilitasse o avanço de nossa pesquisa.

O LDR de área igual a 12mm nos deu um resultado muito distante do que esperávamos, e queríamos desse modo continuarmos nossas pesquisas sobre estações meteorológicas de baixo custo a fim de encontrar algo semelhante depois de muitas leituras de artigos, dessa vez usamos um LDR de área igual a 3 mm e depois de montar o circuito realizamos novamente a calibração, do resistor dependente de luz (LDR).

Em posse dos dados realizamos a plotagem, onde constatamos que o LDR era inadequado para a construção de nosso protótipo (Luxímetro de baixo custo).

A montagem do projeto luxímetro para sua construção foi usado uma protoboard de 400 furos, uma placa Arduino uno R3, e um cap de 75 mm. Na protoboard foi inserido o LDR e um resistor de 2,7 k Ω em série, formando um divisor de tensão, sendo que os dois terminais de LDR foram ligados na porta 5V e A0 do Arduino, e o terminal do resistor que foi ligado em série foi ligado a porta gnd do Arduino, e em seguida, ambos foram fixados no cap que será a base de nosso sensor.

Imagem 27: Luxímetro de baixo custo



Fonte: Autor

A imagem acima mostra o luxímetro de baixo custo que será utilizado para estimar o índice de radiação terrestre. Apesar de ainda não termos testado nosso sensor, ele se mostrou bastante promissor e aparenta suprir nossas necessidades em relação à dificuldade encontrada anteriormente. O presente trabalho refere-se à medição de radiação solar terrestre, e nosso

sensor será usado como alternativa aos dispositivos convencionais como luxímetro digital e o piranômetro.

4.2 ANÁLISE DO RESULTADO DO PROTÓTIPO LUXÍMETRO

Devido à fato de luz, ser estudada a bastante tempo necessitando de diversos equipamentos e métodos, houve a necessidade de determinar a incidência de radiação solar terrestre voltada para a aplicação de sistemas fotovoltaicos. E nesse o Arduino foi o meio encontrado para interpretar e processar os dados de radiação, apesar de haver outros modelos de luxímetro de baixo custo (LBC). Com base nos dados e a partir do equipamento utilizado para a calibração do luxímetro de baixo custo pode-se afirmar que o LBC é confiável comparado ao Luxímetro em termo de valores aproximados para quando expostos em sob a mesma intensidade de radiação, e tem grande potencial quando se trata de estudos da radiação com limitação de recursos.

Os dados obtidos durante a calibração do sensor de luz (LDR), encontra-se exposto na tabela 01 abaixo, que mostram o LDR de 3 mm bastante promissor, pois os dados mostram uma sensibilidade próxima ao do luxímetro.

Tabela 01: Resultados obtidos durante a calibração do LDR 3mm, dados utilizados para a calibração do protótipo do Luxímetro.

Tabela dos dados obtidos na tentativa de calibração do LDR de 03 mm		
Voltagem Fonte (V)	LDR (LUX)	LUXIMETRO (LUX)
0 V	0	000
$5 \pm 3,5 \times 10^{-3}$ V	13 \pm 0,56	0,01 \pm 0,04
$6 \pm 3,6 \times 10^{-3}$ V	20 \pm 0,84	0,06 \pm 0,04
$7 \pm 3,7 \times 10^{-3}$ V	66 \pm 2,68	0,15 \pm 0,04
$8 \pm 3,8 \times 10^{-3}$ V	91 \pm 3,68	0,31 \pm 0,05
$9 \pm 3,9 \times 10^{-3}$ V	128 \pm 5,16	0,55 \pm 0,06
$10 \pm 4,0 \times 10^{-3}$ V	196 \pm 7,88	0,92 \pm 0,07
$11 \pm 4,1 \times 10^{-3}$ V	242 \pm 9,72	142 \pm 5,72
$12 \pm 4,2 \times 10^{-3}$ V	287 \pm 11,16	217 \pm 8,72
$13 \pm 4,3 \times 10^{-3}$ V	321 \pm 12,88	303 \pm 12,16
$14 \pm 4,4 \times 10^{-3}$ V	355 \pm 14,24	406 \pm 16,28
$15 \pm 4,5 \times 10^{-3}$ V	392 \pm 15,72	538 \pm 21,56

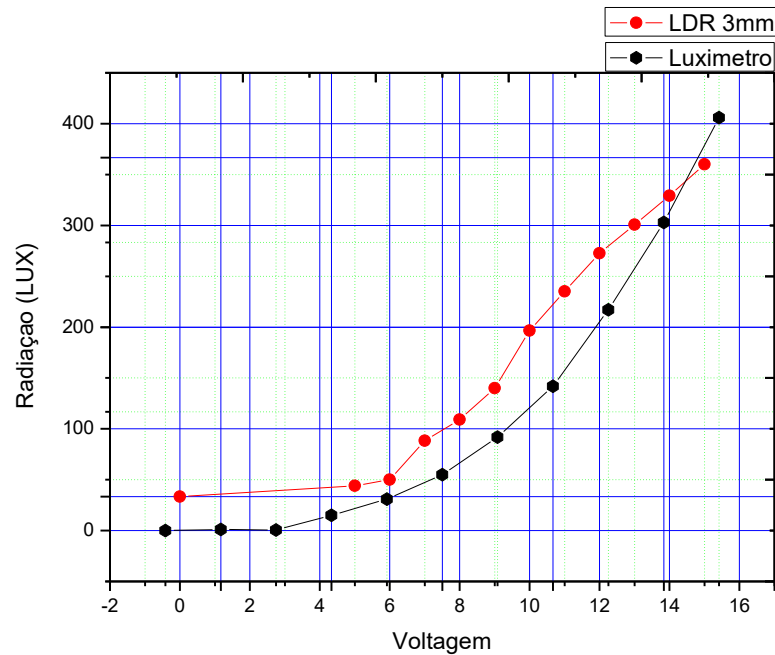
Fonte: Autor

O gráfico abaixo representa a os dados obtidos durante a coleta de dados em mesma condição de luminosidade, comparando com o gráfico do Luxímetro podemos observar

algumas semelhanças, no entanto, necessitando de alguns ajustes para ter o comportamento do gráfico gerado pelo luxímetro.

O gráfico abaixo mostra a curva característica do LDR escolhido para o projeto

Figura 28: Gráfico LDR 3mm representado pela curva vermelha e Luxímetro Digital Mlm 1011- Minipa representado pela curva em preto



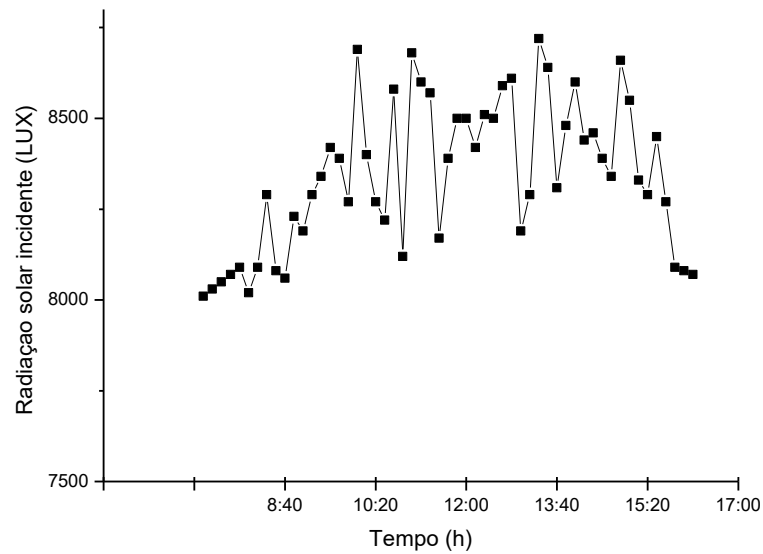
Fonte: Autoria própria

Os dados expostos no gráfico são dos dois sensores, sob influência de mesma intensidade luminosa, a voltagem representa a alimentação da lâmpada que ilumina o interior de uma caixa completamente escura, o lux representa o valor dado pelos sensores durante a variação de intensidade luminosa, luxímetro e LDR respectivamente.

Após a calibração por comparação o luxímetro de baixo custo foi acoplado a um mini painel solar móvel (que acompanha o movimento relativo da terra em relação ao sol) com intuito de se ter um valor aproximado do aumento da eficiência caso seja utilizado em sistemas fotovoltaico seguidor solar.

O gráfico a seguir representa a primeira medida do luxímetro construído a partir de LDR e Arduino, onde ficou evidente o crescimento da radiação à medida que o tempo passava, atribuído a esses picos intensos ao dia escolhido que estava com muitas nuvens no céu.

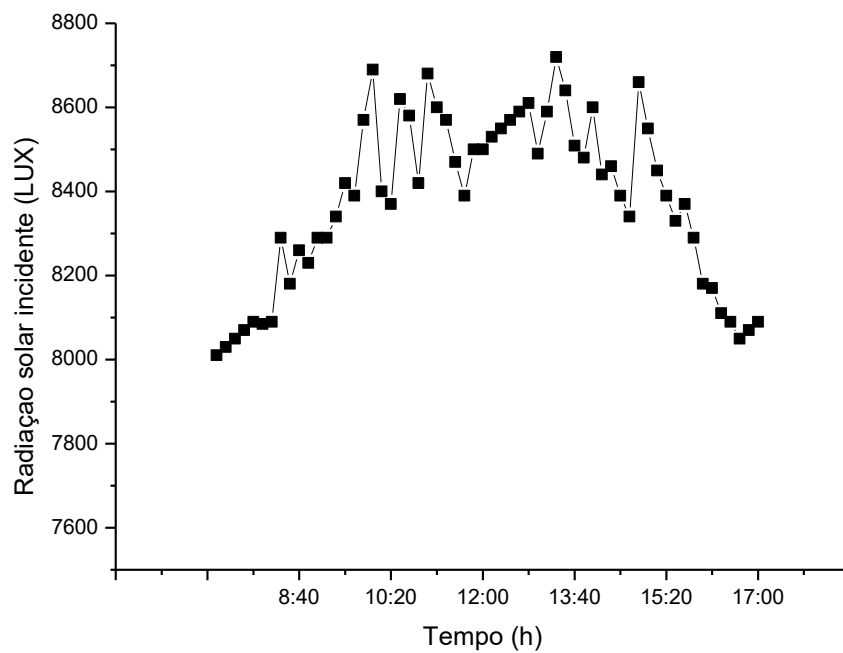
Figura 29: Gráfico do LBC fixo



Fonte: Autor

Como podemos observar no gráfico 09, a radiação incidente cresce no decorrer do dia (das 07h às 17h) e tem uma queda significativa no final da tarde, as variações dependem diretamente da época do ano e do dia escolhido para estimar essa radiação.

Figura 30: Gráfico do LDC acoplado ao sistema seguidor de luz

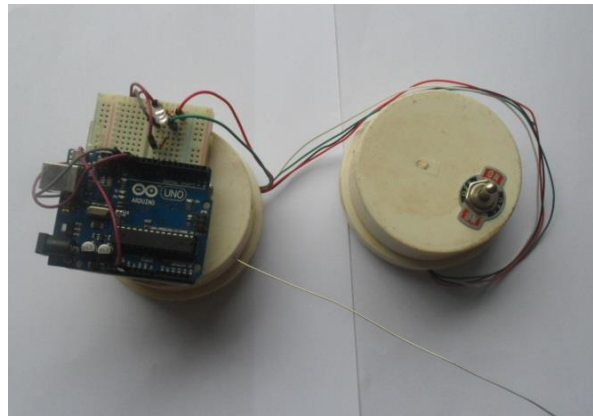


Fonte: autoria própria.

4.3 CONSTRUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CARRINHO

A imagem abaixo representa o controle do carrinho e basicamente o controle continua mesmo, apenas foi realizada a inserção do Arduino, um led que indica que controle está ligado e uma chave seletora de três posições, ligado-desligado-ligado, que é usada para movimentar o carrinho para frente e para trás, e desligar o movimento do carrinho.

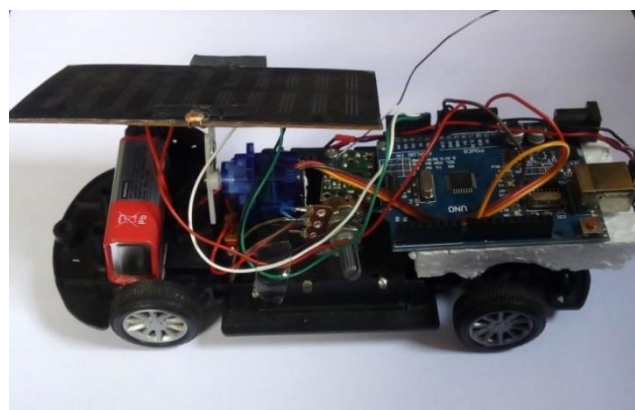
Figura 31: Controle do carrinho adaptado



Fonte: Autoria própria

As modificações realizadas foram a substituição dos botões de controle, e no lugar do porta pilhas inserimos o Arduino que tem objetivo da movimentar o carrinho e parar o mesmo pelo tempo determinado no código de programação (sketch) do Arduino, e para isso fizemos uso da placa de Arduino e um código de programação, que nos permitiu controlar o carrinho a partir de seu próprio controle remoto.

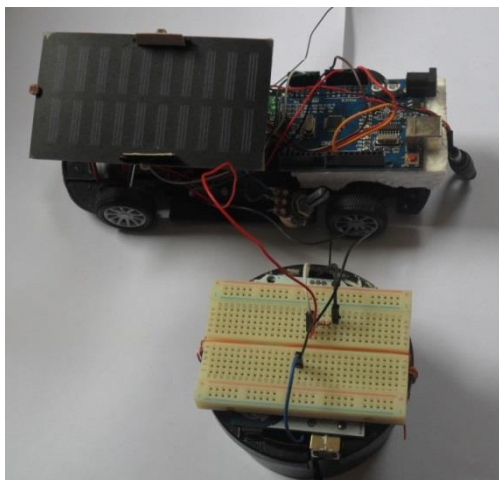
Figura 32: Carrinho com seguidor de luz



Fonte: Autoria própria

Com o protótipo de luxímetro que foi montado para a coleta de dados, também foi realizada a coleta com o LDR do protótipo fixado no seguidor solar. Como mostra a imagem abaixo:

Imagem 33: Carrinho Lúdico.



Fonte: Autoria própria

À esquerda temos o LDR do protótipo do luxímetro montado anteriormente, na parte inferior da imagem temos o protótipo e na parte superior o carrinho com seguidor solar.

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS DURANTE A APLICAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Nos dias 22 e 24/10/2019, foi realizada a aplicação dos experimentos na escola Bernardino Pereira de Barros, nas turmas de 3ª ano A e 3ª ano B respectivamente com o tema “Energia Solar” sobre a proposta de trabalho de conclusão de curso, onde esta aplicação foi desenvolvida no tempo de três aulas totalizando 1h e 35 min. A atividade realizada na escola teve início com um questionário inicial para saber o quanto os alunos sabiam de energia renováveis, luz, efeito fotovoltaico, efeito fotoelétrico, em seguida iniciou-se uma aula com uma breve aula conceitual, com uso de animações e simulações sobre o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico, nesta aula também foi abordado o conceito sobre energias renováveis, com ênfase na energia solar.

Durante a inicial foi dialogado com os alunos acerca do questionário de caráter pessoal (ver apêndice X), para avaliar o pensamento deles sobre física moderna e energias renováveis, nesta ocasião foi realizado um diálogo informal, com intuito de compreender a visão dos estudantes sobre o que eles entendiam sobre o assunto a ser trabalhado.

Após a entrega dos questionários pelos alunos, foi iniciada a aula de conceitos, com a utilização de animações e simulações. A aula foi iniciada com um questionamento para os alunos o que é a luz? Pergunta do questionário inicial, só que dessa vez houve um grande esforço para responde-la. Os alunos souberam que a luz é uma onda eletromagnética que possui comprimento de onda em um certo intervalo no qual o olho humano pode observar, esse comprimento de onda está entre a radiação infravermelha e a radiação ultravioleta.

Dando continuidade à foi explicado que a luz são ondas que propagam energia, e que existe alguns tipos de onda como: raios X, ultravioleta, luz visível, infravermelho, micro ondas e ondas de rádio. Nesta ocasião também foi explicados as ondas telefônicas onde é possível a comunicação entre pessoas distantes umas das outras. Dando continuidade à aula foi definido energias renováveis, que são a energia que vem de recursos naturais, que são reabastecidos pelo meio ambiente como: chuva, marés, sol e vento. Além de uma breve explicação sobre os tipos de energias renováveis, com ênfase na energia solar.

Em seguida foi iniciado a explicação do efeito fotoelétrico o qual de um prêmio Nobel a Albert Einstein em 1905, O efeito fotoelétrico que nada mais e do que a emissão de elétrons por um material, geralmente metálico, quando exposto a uma radiação eletromagnética (como a luz) de frequência suficientemente alta, que depende do material. Essa explicação foi complementada com o uso do simulador de efeito fotoelétrico da plataforma Phet. Em seguida foi conceituado o efeito fotovoltaico é a criação de tensão elétrica ou de uma corrente elétrica correspondente num material, após a sua exposição à luz. Embora o efeito fotovoltaico esteja diretamente relacionado com o efeito fotoelétrico, trata-se de processos diferentes. Essa explicação foi complementada com uma animação baixada da internet do funcionamento do painel solar quando exposto ao sol.

Com o término da aula conceitual foi realizado a montagem do experimento de efeito fotovoltaico pelos alunos, e a apresentação do carinho lúdico aos mesmos como mostra as imagens a seguir:

Em ambas as turmas trabalhadas, os estudantes foram divididos em equipes, reorganizados de acordo com a metodologia descrito no capítulo anterior, montou-se grupo de 4 alunos reorganizando a sala de aula a fim de criar um espaço laboratorial. Onde foi observada uma participação ativa dos estudantes em relação as aulas tradicionais,

Figura 34: montagem do experimento de efeito fotovoltaico pelos alunos



Fonte: autoria própria.

Figura 35: alunos montando o experimento de efeito fotovoltaico



Fonte: autoria própria.

As imagens acima referem-se à aplicação do projeto de efeito fotovoltaico, a qual foi montado pelos estudantes como mostram as imagens, com aplicação deste projeto foi possível mostrar um efeito físico muito importante na Física, onde através de simulações os alunos puderam compreender o processo que ocorre para que uma corrente elétrica possa ser gerada a partir de fótons-elétrons proveniente do sol, além de enfatizar a importância de se utilizar fonte de energia renovável no cenário atual.

Figura 36: aplicação do projeto carrinho lúdico aos alunos



Fonte: autoria própria.

A imagem acima mostra a aplicação do projeto carrinho lúdico aos estudantes, onde pode-se apresentar aos alunos uma realidade futura onde houvesse falta de luz, e o carrinho foi

projetado para mapear e aproveitar toda e qualquer fonte de luz. O que é simulado pelo cano com furos em lados opostos como podemos observar nas imagens, a partir deste projeto também utilizamos o seu mecanismo de movimento e mapeamento da luz para explicar o efeito fotoelétrico que ocorre nos LDR (light dependent resistor).

Durante a aplicação dos experimentos também foram discutidos os conceitos físicos envolvidos na geração de Energia Elétrica a partir da Energia Solar e foi explicado como a célula solar de silício gera energia.

O momento de apresentação dos experimentos foi considerado um momento crucial e único, pois através dele foi possível o percurso partindo da teoria até a prática, além de motivar e incentivar os alunos. Durante este momento os estudantes tiraram dúvidas e se mostraram motivados em saber cada vez mais sobre Energia Solar Fotovoltaica, o que despertou a curiosidade e vontade de aprender física nos estudantes.

Posteriormente, foi medida a aprendizagem dos alunos mediante a um segundo questionário de múltipla escolha relacionados com energias renováveis e não renovável, conceitos trabalhados e sobre os experimentos.

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS COM A APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

O trabalho resulta de um estudo de caso, como pesquisa qualitativa descritiva com utilização de questionário e por meio de experimento, realizada em uma escola estadual de ensino médio no município de Abaetetuba-PA, com alunos do ensino médio.

Com objetivo de entender como está o entendimento dos alunos em relação a conteúdos de física moderna e o conhecimento de energias renováveis no ensino médio, e buscar formas para melhorar a compreensão dos alunos sobre os assuntos como efeito fotoelétrico, efeito fotovoltaico e energias renováveis.

Este capítulo, propõe-se a analisar e discutir as respostas dos discentes obtidas por meio de questionários que foi utilizado durante a aplicação dos experimentos na escola Bernardino Pereira de Barros.

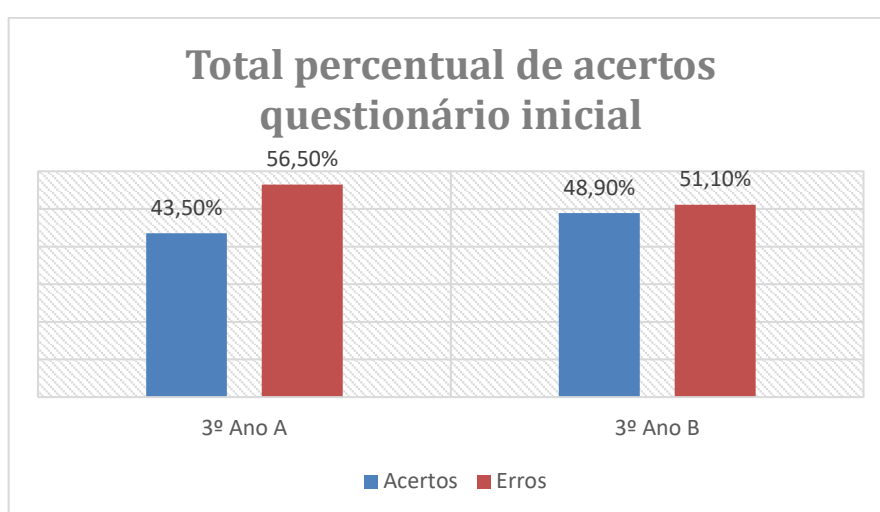
Para iniciar a aula, achou-se necessário ter em mente o que os alunos tinham de conhecimento acerca do assunto a ser trabalhado. Nesse sentido, iniciou-se a aula com um questionário conceitual inicial com perguntas relacionadas com ondas eletromagnéticas, raio X e energia renováveis.

O questionário inicial era composto de 10 perguntas relacionadas aos assuntos a serem trabalhados durante a aula, que serviria para termos uma previsão das dificuldades encontradas pelos estudantes, procurando detectar as concepções e entendimentos dos alunos sobre física

moderna e energias renováveis, na análise dos gráficos tanto no questionário inicial quanto no questionário final.

Analisando os dados no gráfico, verificou-se que a turma 3º ano A e 3º Ano B tiveram 56,50% e 51,10% de erros e 43,50% e 48,90% de acertos respectivamente no número total de questões do primeiro questionário, como mostra o gráfico do percentual de acertos do questionário inicial.

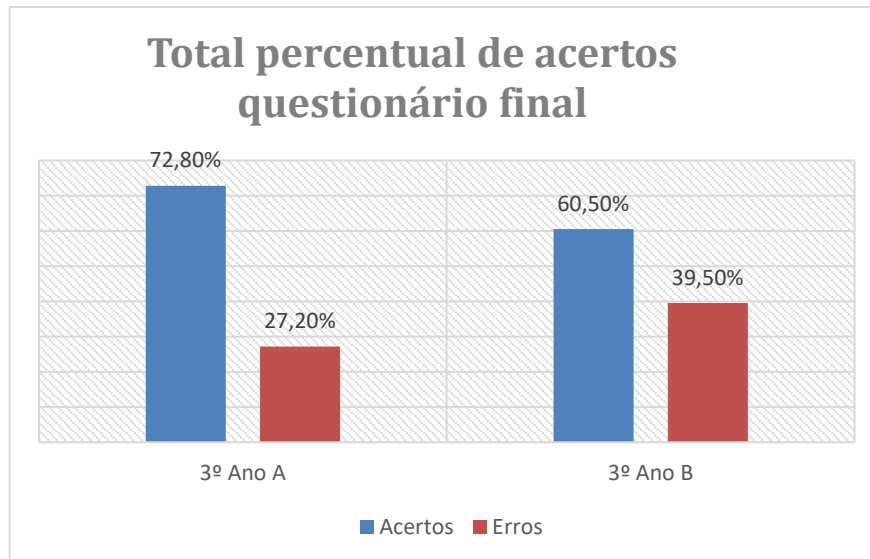
Figura 37: Gráfico que representa o percentual de acertos dos estudantes na aplicação do primeiro questionário sem a aplicação do projeto, onde ficou visível que os alunos tinham pouco conhecimento do assunto exigido nos questionários.



Fonte: Autoria própria

Já no segundo questionário após a aula introdutória de conceito com experimentos, simulações e aplicação do projeto, as turmas tiveram um aumento de acertos no número total de questões. A turma de 3º Ano A acertou 29,3% a mais do que no questionário inicial e a turma de 3º ano B teve um aumento no número de acertos de 11,6%. É importante mencionar que na turma A já havia sido trabalhados alguns conceitos como: Geradores de energia, princípio de funcionamento do led, além de já terem tido contato com o sistema de energia solar através de feira de ciência da escola, e também já tinha conhecimento sobre a placa Arduino por meio dos projetos do professor de física o que justifica os 29,3% de acertos da turma A.

Figura 38: Gráfico representa o percentual de acertos dos estudantes na aplicação do segundo questionário após aplicação do projeto, onde ficou visível que os alunos puderam absorver os conceitos trabalhados no experimento, o que se evidencia na mudança do gráfico 25 em relação ao gráfico 26, essa mudança é atribuída a participação dos alunos em realizar e discutir sobre o que foi observado durante o experimento



Fonte: Autoria própria

Após a aplicação do segundo questionário, as turmas de 3º Ano apresentaram um aumento no número de acertos e diminuição nos números de erros. Os acertos passaram de 43,5% para 72,8% na turma de 3º Ano A e de 48,9% para 60,5% na turma de 3º Ano B. Podemos verificar que houve nas turmas uma mudança conceitual dos alunos, as turmas apresentaram uma mudança significativa nos conceitos o que se justifica por metodologia utilizada, diferentes metodologias de ensino de física podem contribuir para a mudança conceitual dos alunos.

Essa melhoria na aprendizagem dos estudantes como podemos observar nas imagens está associada a mudança comportamental e a curiosidade introduzida pelo processo experimental, o qual chama a atenção dos alunos fazendo com que tenham interesse pelo conteúdo e com isso absorvendo conhecimento, por outro quando os alunos estão diante de uma aula tradicional estão dispersos e conversam paralelamente entre si, necessitando que o professor chame a atenção deles.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O trabalho desenvolvido cuja temática engloba as **Energias Renováveis no Ensino Médio**, vem ratificar que os objetivos foram atingidos por meio de um estudo de caso com pesquisa qualitativa descritiva. A pesquisa revelou que o uso de metodologias que incluem a experimentação, real ou virtual, são de fundamental importância no processo de aprendizagem e complementam o aprendizado dos alunos do tema proposto, além de facilitar a compreensão das ideias expostas melhorando a eficiência no aprendizado dos discentes tornando-a mais didática e significativa.

Assim, o uso de experimentos associados a metodologias interativas, relacionado com o cotidiano desperta a atenção dos estudantes. No entanto, para que o uso dos recursos didáticos durante as aulas seja eficiente, a “medição” do professor é necessária assim como a avaliação continuada dos discentes através de questionários propostos pelo docente. É imprescindível também que estes recursos sejam explorados de modo associado com a fundamentação teórica, sendo essencial também a precaução, para que a metodologia não se torne apenas um tutorial a ser seguido, mas uma prática de intervenção didática complementar no ensino de física.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, W.G. e DAY, R.E. The action of light on selenium. Proceedings of the Royal Society, A25, v. 113, 1877.
- ALONSO, M. & Finn, E. J. (1978). Fundamental university physics, vol III. Addison-Wesley, Reading Massachusetts. Disponível em:
http://books.google.com.br/books?id=CPZQAAAAMAAJ&dq=inauthor%3A%22Marelo%20Alonso%22&hl=pt-PT&source=gbs_similarbooks. Acesso em 10/02/2020.
- ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482.17 abril, 2012.
- ANTUNES Laura Catarina Seco. **Radiação de Corpo Negro Lei de Stefan-Boltzmann Lei do Deslocamento de Wien**. Relatório de Estágio. Covilhã. 2012.
- BARROSO, M. F.; BORGIO, I. **Jornada no Sistema Solar**. Rio de Janeiro – RJ. 2010.
- BECQUEREL, E. **Memoires sur les effets electriques produits sous l'influence des rayons**. **Comptes Rendues**, v. 9, p. 561, 1839.
- BEISER, Arthur. **Concepts of Modern Physics** 6th ed. International Edition. 2003.
- BERMANN, Célio. **Crise Ambiental e as Energias Renováveis**. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP. Revista Energia, Ambiente e Sociedade, p. 20-29, 2006.
- BLASZCZAK, Vinícius. **Análise de Eficiência de Pannel Fotovoltaico com Sistema Tracker Seguidor Solar** monografia - Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim. Erechim, 2017.
- BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 1998.
- BUENO, Regis D. R. **Energia e Desenvolvimento Sustentável: As Fontes Alternativas de Energias e as Políticas Energéticas no Âmbito Nacional e Internacional**. Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas. Porto Alegre, RS, 2010.
- CARRON, W.; GUIMARAES, O. Coleção Basse. 2. ed. São Paulo; Moderna, 2003.
- CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. **Tutorial de Geração Heliotérmica**. Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, 2012. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/content.php?cid=tutorial_heliotermica. Acesso em: 15 mar. 2019.
- DEL BOSCO, Edson **Reações de Fusão**. Disponível em:
http://www.plasma.inpe.br/LAP_Portal/LAP_Sítio/Texto/Reacoes_de_Fusao.htm. Acesso em 17. março. 2020.

DELIZOICOV, D.; ANGOTI, J. A.; PERNANBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

DIENSTMANN, Gustavo. **Energia Solar uma Comparação de Tecnologias**. Projeto de Diplomação do Departamento de Engenharia Elétrica; Porto Alegre 2009.

EISBERG, RESNICK. **Física Quântica Átomos, Moléculas, Núcleos e Partículas**. Editora Campus 23ª Tiragem. 1979.

ELETRONORTE. 1989. **Plano de utilização do reservatório: a pesca nas áreas de influência local e de jusante caracterização preliminar** (TUC 10-26443-RE). Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S/A, Brasília. 124p. (Relatório).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroeteMG/clima.htm>. Acesso em 01/12/2018.

GAZETA DE FISICA. Sociedade Portuguesa de Física. 2005. Disponível em: <https://www.spf.pt/magazines/GFIS/76/pdf> acesso em 13/03/2020.

GASPAR, Alberto. Atividades experimentais no ensino de física. Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: LF Editorial, 2014.

GOLDEMBERG, Jose. LUCON, Osvaldo. **Energias Renováveis: um Futuro Sustentável**, REVISTA USP, São Paulo, n.72, p. 6-15, dezembro/fevereiro 2006-2007.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. *Química nova na escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009. Disponível em <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/07-RSA-2008.pdf>. Acesso em: mar. 2020

GREENPRO. **Energia Fotovoltaica: Manual sobre Tecnologias, Projeto e Instalação**. 2004.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. (1999). Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis.

PASSOS, Júlio C. **Energias Renováveis - Energia Eólica** Departamento de Energia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

PAULA, Poliana Fernandes de. **Física Moderna no Ensino Médio**. Monografia; Universidade Federal de Uberlândia. 2004.

PEREIRA JUNIOR, Amaro Olímpio, *et.al.* **Indicadores Energéticos para o Desenvolvimento Sustentável: Uma Análise a partir do Plano Nacional de Energia**. Energias Renováveis Políticas Públicas e Planejamento Energético Edição Digital. Curitiba 2014.

PINHO, Joao T., BARBOSA, Claudiomiro F. O., PERREIRA, Edinaldo, J. de S., SOUZA, Hallan M. S., BLASQUES, Luís C. M., GALHARDO, Marcos A. B., MACÊDO, Wilson N. **Soluções Energéticas para a Amazônia – Sistemas Híbridos**. Brasília Ministérios de Minas e Energia, DF, 2008.

PIVA, RODRIGO BARCELLOS, **Economia Ambiental Sustentável: Os Combustíveis fósseis e as Alternativas Energéticas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, monografia 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/26107> acesso em: 17/03/2019.

SEVÁ, Osvaldo **Usinas hidrelétricas e termelétricas**. IX Semana de Engenharia Mecânica da Unicamp. Campinas, SP, 2005.

SOUSA Bianca Pinheiro de, BERTO Gislene Aparecida, FERNANDES Bruno Bacci **Experimentos para o Ensino e a Divulgação do Conhecimento Fotovoltaico**. Revista Diálogos Interdisciplinares 2016 vol. 5 n° 2 - ISSN 2317-3793 Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/dialogos/article/view/184/264>. Acesso em 10/02/2020

SOUZA, J.R.P.S. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações para o Ensino Médio** (Dissertação de Mestrado). UFPA, Pará, 2016.

SOUZA, Vitor Ribeiro de; Dissertação de Mestrado: **Uma Proposta para o Ensino de Energia Mecânica e sua Conservação Através do uso de Analogias**. Universidade Federal do Rio de Janeiro 2015.

SWANSON, R. M. Potovoltaics. Power: Up. 2009.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações** São Paulo: Érica, 2012.

Ribeiro, D. (2014) Energia, Rev. Ciência Elem., V2(02):176. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/static/docs/artigos/2014-176.pdf>. Acesso em 25/11/2020.

WILSEK, M. A. G; TOSIN, J. A. P. **Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas**, Campo Largo. 2008. Disponível em < <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf>>. Acesso em: dez. 2020.

APÊNDICE

Tabela 01: dados obtidos durante a calibração do LDR.

Calibração LDR 12 mm	
Voltagem Fonte (V)	LDR (Lux)
0 V	0,0
$5 \pm 3,5 \times 10^{-3}$ V	$0,46 \pm 0,05$
$6 \pm 3,6 \times 10^{-3}$ V	$1,31 \pm 0,09$
$7 \pm 3,7 \times 10^{-3}$ V	$2,22 \pm 0,12$
$8 \pm 3,8 \times 10^{-3}$ V	$2,94 \pm 0,15$
$9 \pm 3,9 \times 10^{-3}$ V	$3,46 \pm 0,18$
$10 \pm 4,0 \times 10^{-3}$ V	$3,85 \pm 0,19$
$11 \pm 4,1 \times 10^{-3}$ V	$4,05 \pm 0,20$
$12 \pm 4,2 \times 10^{-3}$ V	$4,29 \pm 0,21$
$13 \pm 4,3 \times 10^{-3}$ V	$4,39 \pm 0,21$
$14 \pm 4,4 \times 10^{-3}$ V	$4,52 \pm 0,22$
$15 \pm 4,5 \times 10^{-3}$ V	$4,58 \pm 0,22$

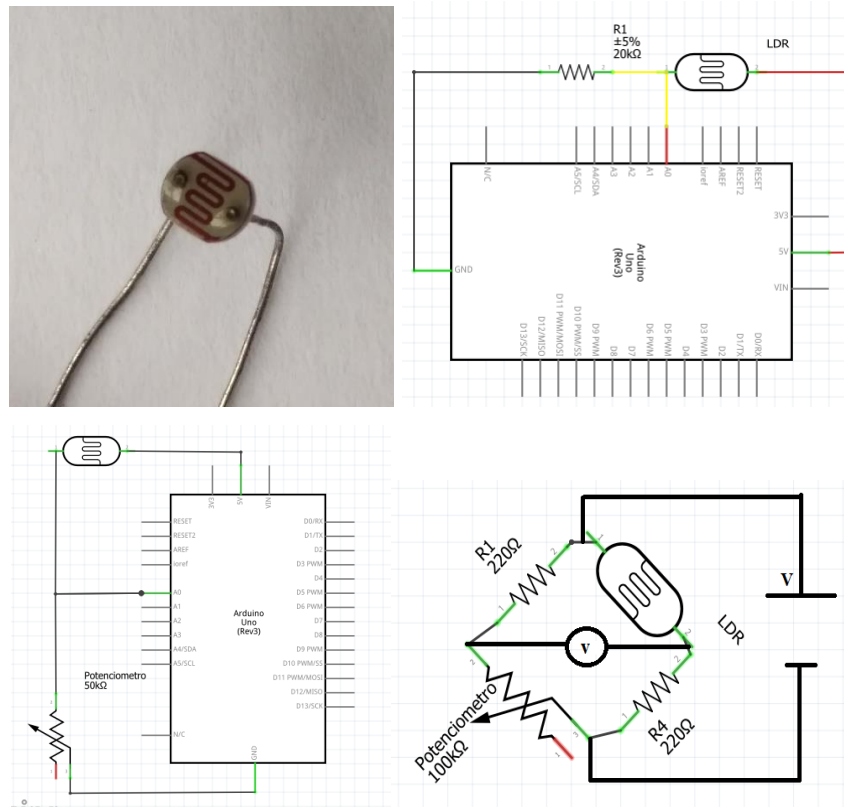
Fonte: Autor

Tabela 02: dados do silício.

Dados silício	
Voltagem Fonte (V)	Silício (Lux)
0 V	0
$5 \pm 3,5 \times 10^{-3}$ V	$496 \pm 19,88$
$6 \pm 3,6 \times 10^{-3}$ V	$573 \pm 22,96$
$7 \pm 3,7 \times 10^{-3}$ V	$640 \pm 25,64$
$8 \pm 3,8 \times 10^{-3}$ V	$692 \pm 27,72$
$9 \pm 3,9 \times 10^{-3}$ V	$732 \pm 29,32$
$10 \pm 4,0 \times 10^{-3}$ V	$768 \pm 30,76$
$11 \pm 4,1 \times 10^{-3}$ V	$787 \pm 31,52$
$12 \pm 4,2 \times 10^{-3}$ V	$802 \pm 32,12$
$13 \pm 4,3 \times 10^{-3}$ V	$813 \pm 32,56$
$14 \pm 4,4 \times 10^{-3}$ V	$820 \pm 32,84$
$15 \pm 4,5 \times 10^{-3}$ V	$823 \pm 32,96$

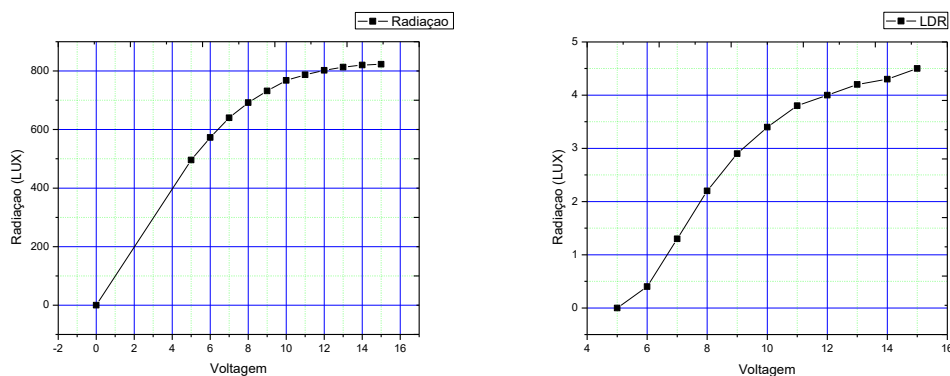
Fonte: Autor

Imagem 01: mostra em (a) o LDR, a (b) primeiro circuito utilizado para a calibração do LDR montado com um resistor de 20kΩ, (c) a esquerda temos o segundo circuito montado com um potenciômetro de 10 kΩ, e a direita a ponte de Weastone.



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 01: a esquerda temos o gráfico do silício, e a direita o gráfico do LDR de 12mm obtidos a partir dos dados coletados durante a calibração do projeto luxímetro.



Fonte: Autoria Própria.

Códigos utilizados

Código controle do carrinho

//Projeto arduino pisca led

```
void setup() {
  pinMode(10,OUTPUT);
}
```

```
void loop() {
  digitalWrite(10,HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(10,LOW);
  delay(1000);
}
```

Código seguidor solar

```
#include <Servo.h> //including the library of servo motor
Servo myservo;
int initial_position = 90;
int LDR1 = A0; //connect The LDR1 on Pin A0
int LDR2 = A1; //Connect The LDR2 on pin A1
int error = 5;
int servopin=9; //You can change servo just makesure its on arduino's PWM pin
void setup()
{

  myservo.attach(servopin);
  pinMode(LDR1, INPUT);
  pinMode(LDR2, INPUT);
  myservo.write(initial_position); //Move servo at 90 degree
  delay(2000);
}

void loop()
{
  int R1 = analogRead(LDR1); // read LDR 1
  int R2 = analogRead(LDR2); // read LDR 2
  int diff1= abs(R1 - R2);
  int diff2= abs(R2 - R1);

  if((diff1 <= error) || (diff2 <= error)) {

  } else {
    if(R1 > R2)
    {
      initial_position = --initial_position;
    }
  }
}
```

```

    if(R1 < R2)
    {
        initial_position = ++initial_position;
    }
}
myservo.write(initial_position);
delay(100);
}

```

Código Luxímetro

```

#include <rExcel.h>

int     idx = 0;           // index
int     outputTiming = 1000; // packet sending timing in ms    important: this dermines
the output timing
float   a0;               // A0 pin reading
float   rnd;              // random number
/*
char    worksheet[16];    // worksheet name
char    range[16];        // range set
unsigned int row;         // row
unsigned int column;      // column
*/
char    value[32];        // written or read value
rExcel  myExcel;          // class for Excel data exchange
void setup(){
    //Serial.begin(9600);
    Serial.begin(115200);
    delay(1000);
    // rx buffer clearing
    myExcel.clearInput();
    // if analog input pin 5 is unconnected, random analog noise will cause the call to
    randomSeed() to generate different seed numbers each time the sketch runs
    randomSeed(analogRead(5));
}

```

```

void loop() {
  // ATTENTION: never put delay() or Serial.print() inside the loop() function !!!!
  static unsigned long  loopTime = 0;
  static unsigned long  time1 = 0;
  int ret;
  loopTime = millis();
  // Output Task
  // Arduino acts as client making requests to Excel
  // instructions performed each outputTiming ms
  if ((loopTime - time1) >= outputTiming) {
    time1 = loopTime;
    // set your custom values
    a0 = (float)analogRead(0) / 1023.0 * 5.0;          // A0 reading converted to volt
    rnd = (float)random(0, 1000) / 1023.0 * 5.0;      // random value
    // not mandatory but recommended test that verifies if Excel is ready for data receiving
    if (myExcel.up()) {
      // look the following examples, keep what you're interested on and modify the code as you
      need
      // example1
      myExcel.write("Example", "B5", a0, 2);          // write the value from A0 pin to
      worksheet 'Example' cell 'B5' with two digits as decimals
      myExcel.write("Example", "B6", rnd, 2);         // write a random value to worksheet
      'Example' cell 'B6' with two digits as decimals
      // example2
      myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 1, "%date%"); // write %date% (that will be
      converted in current date) to worksheet 'Example' row 'idx+11' column '1'
      myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 2, "%time%"); // write %time% (that will be
      converted in current time) to worksheet 'Example' row 'idx+11' column '2'
      myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 3, idx);   // write idx to worksheet
      'Example' row 'idx+11' column '3'
      myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 4, a0, 2); // write the value from A0 pin to
      worksheet 'Example' row 'idx+11' column '4' with two digits as decimals
      myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 5, rnd, 2); // write a random value to
      worksheet 'Example' row 'idx+11' column '5' with two digits as decimals
    }
  }
}

```

```

/*
// example3
if (myExcel.get("Test", "B5", value)) {           // get a value from worksheet 'Test' cell
'B5'
    myExcel.write("Test", "D5", value);           // only as proof that works
    int x = atoi(value);                           // convert value and put it in a int variable
    // write here your code
}
else {
    myExcel.write("Test", "D5", "false\0");
}
// example4
if (myExcel.getIndex("Test", idx+5, 2, value)) { // get a value from worksheet 'Test'
row 'idx+5' column '2'
    myExcel.writeIndexed("Test", idx+5, 3, value); // only as proof that works
    // write here your code
}
*/
// example5
// tracing on CSV log file
char floatValue[8];
char info[16];
dtostrf(rnd, 3, 2, floatValue);                   // trick because in Arduino sprintf() doesn't
represent floats
sprintf(info,"%d;%s", idx, floatValue);           // info must separated by semicolon, be
careful on info lenght
myExcel.log(info);
idx++;
// every 60 cycles
if (idx > 59) {
    //myExcel.save();
    myExcel.clear("Example","A11:E70");           // clear cells in A11:F70 area of
'Example' worksheet

```

```

        //myExcel.clear("Test","C5:C64");           // clear cells in C5:C64 area of 'Test'
worksheet
        //myExcel.send("hello!");                 // for custom developments
        //myExcel.mail("x.y@gmail.com","", "Test", "Hello!", "%log%"); // send a mail:
recipient,CC,subject,message,attach (attach: %log% for the configured logfile)
        idx = 0;
    }
}
}
/*
// input task
// Arduino acts as server waiting requests from Excel
// useful for advanced applications, use this instead of get() or getIndexed()
if (Serial.available() > 0) {
    if ((ret = myExcel.read(worksheet, range, &row, &column, value, 'R')) > 0) {
        Serial.print(XLS_ACK);
        Serial.print("\n");
        // write here your code
        range[0] = 'H';
        myExcel.write(worksheet, range, value);           // only as proof that works
    }
    else {
        // input clearing
        Serial.print(XLS_NAK);
        Serial.print("\n");
        myExcel.clearInput();
    }
}
*/
} // end of loop

```

Questionário Inicial

1) O que é a luz?

- a) Ondas mecânicas
- b) Lâmpada
- c) Onda partícula
- d) Apenas o que se pode ver

2) O que é um elétron?

- a) Partícula do interior do núcleo atômico
- b) Partícula positiva
- c) Partícula negativa
- d) Partícula neutra

3) Os raios X são luz?

- a) Sim
- b) Não
- c) Apenas raios invisíveis
- d) Apenas raios visíveis

4) Todos os dias ficamos expostos a vários tipos de radiação. Seja clínica para se realizar exame com raios X ou simplesmente andando pela rua, nosso organismo é bombardeado constantemente por radiação. Marque a alternativa que apresenta a radiação de menor penetração no organismo humano.

- a) Luz visível
- b) Raios gama
- c) Infravermelho
- d) Ultravioleta

5) Muitas portas de segurança dos shoppings e casas funcionam através de sensores, que abrem e fecham sozinho na presença de uma pessoa. Como você imagina que funcionam essas portas automáticas?

- a) Através da conversão de um sinal luminoso (luz ou sombra) em sinal elétrico para que possa ser processado por um circuito eletrônico

- b) Através do som através pelos passos do individuo
 - c) Através de comando dos movimentos da pessoa
 - d) Através da radiação emitida por um corpo
- 6) Quais são as cargas dos prótons e elétrons respectivamente:
- a) Neutro e negativo
 - b) Positivo e negativo
 - c) Positivo neutro
 - d) Negativo e positivo
- 7) O que possui maior velocidade
- a) O som
 - b) Um foguete
 - c) A luz
 - d) Um meteoro
- 8) Como você imagina que funcionam as placas solares:
- a) Elas transformam a energia emitida pelo sol em outro tipo de energia
 - b) Elas refletem as luz do sol
 - c) Elas protegem as casas da luz do sol
 - d) Elas desviam a luz do sol
- 9) O que acontece como eletron quando ele volta para sua camada na eletrosfera:
- a) Ganham velocidade
 - b) Aumentam de tamanho
 - c) Emitem luz
 - d) Se tornam prótons
- 10) O que aconteceria com a terra na ausência de luz?

Questionário Final

- 1) O que é energia?

- 2) O que é um semicondutor:
 - a) São sólidos geralmente cristalinos de condutividade elétrica intermediária entre condutores e isolantes
 - b) é um não condutor corrente elétrica
 - c) é um isolante
 - d) conduz pouca corrente

- 3) Quais tipos de energia você conhece?

- 4) Você sabe o que são energias renováveis?

- 5) O que é radiação solar?

- 6) São consideradas fontes de energia renováveis todo recurso inesgotável ou cíclico. Com base nessa informação, abaixo estão listadas fontes de energias renováveis, exceto:
 - a) energia hidrelétrica
 - b) combustíveis fósseis
 - c) energia eólica
 - d) energia solar
 - e) biocombustíveis

- 7) De onde vêm a energia fotovoltaica?
 - a) Vento
 - b) Sol
 - c) Água
 - d) Não sei

- 8) De acordo com seus conhecimentos a energia solar fotovoltaica é pouco utilizada por:
 - a) não ser uma fonte viável.
 - b) não ser uma fonte de fácil acesso
 - c) ser pouco divulgado.
 - d) necessitar de altos investimentos

- 9) Energia solar não provoca danos ambientais? pode ser considerada uma fonte de energia limpa?

- 11) Considerando o cenário atual, se faz necessário aprender mais sobre energia fotovoltaica?
 - Sim
 - NãoPor quê?