



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

ANA PAULA OLIVEIRA RODRIGUES

**CONSTRUÇÃO DE UM COLETOR SOLAR DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM EM FÍSICA:
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA**

Ariquemes- RO

2018

Ana Paula Oliveira Rodrigues

**CONSTRUÇÃO DE UM COLETOR SOLAR DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM EM FÍSICA:
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciada em Física.

Prof.º Orientador: Esp. Fabio Prado de Almeida.

Prof.º Co-orientador: Esp. Isaías Fernandes Gomes.

Ariquemes-RO

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Júlio Bordignon – FAEMA

R6961c RODRIGUES, Ana Paula Oliveira.

Construção de um coletor solar de baixo custo para o ensino-aprendizagem em física: uma proposta metodológica. / por Ana Paula Oliveira Rodrigues. Ariquemes: FAEMA, 2018.

42 p.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso - Licenciatura em Física - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.

Orientador (a): Prof. Esp. Fabio Prado de Almeida.

1. Licenciatura em Física. 2. Ensino de Física. 3. Energia Fotovoltaica. 4. Educação Ambiental. 5. Experimentação. I. ALMEIDA, Fabio Prado de. II. Título. III. FAEMA.

CDD: 530.

Bibliotecário Responsável
EDSON RODRIGUES CAVALCANTE
CRB 677/11

Ana Paula Oliveira Rodrigues

**CONSTRUÇÃO DE UM COLETOR SOLAR DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM EM FÍSICA: UMA
PROPOSTA METODOLÓGICA**

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Física da Faculdade de
Educação e Meio Ambiente como requisito
parcial para a obtenção do Grau de
Licenciada.

COMISSÃO EXAMINADORA

Orientador : Prof^o. Esp. Fabio Prado de Almeida
Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA

Prof^o. Esp. Fabrício Pantano
Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA

Prof^o. Esp. Jociel Honorato de Jesus
Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA

Ariquemes, 2018

A Deus, pelo folego da vida e ao qual me presenteou com essa realização, e sempre esteve comigo me dando força e determinação. E as duas pessoas mais especiais da minha vida, meu pai e minha mãe. Aos quais foram responsáveis pela pessoa que sou hoje. Ensinarão-me a ter força, dedicação e a nunca desistir dos meus sonhos. Em meio a tantas dificuldades da vida, foram eles que me motivaram a não desistir desse sonho, mesmo com tantos obstáculos que apareceram ao longo dessa jornada. Ensinarão-me a sempre ser grata por tudo que a vida proporciona, até mesmo nos momentos ruins. Diante á tantas dificuldades, sempre estiveram comigo. Mesmo com a distância que nos separávamos sempre demonstraram seu amor, carinho e preocupação. Sempre me ouvindo, me encorajando e enxugando minhas lágrimas que muitas vezes insistiram em cair. Ensinarão-me respeitar a todos, a seguir em frente sempre com humildade.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, merecedor de toda honra e toda glória, pois até aqui me abençoou e me deu força, pois sem ele eu jamais teria realizado esse sonho. A minha eterna gratidão a ele.

Aos meus pais e meus irmãos que sempre estiveram comigo em todos os momentos da minha vida, aos quais me deram muita força, carinho e amor. Mesmo que distantes fisicamente sempre se preocuparam e zelaram por mim e sempre me proporcionando momentos de muita felicidade. A minha amada mãezinha pelas palavras de amor, por suporta minhas inúmeras horas de ligação onde escutava minhas angustias, meus choros e meu estresse diário. A vocês meu eterno amor.

Ao meu querido Professor Fabio Prado, por me orientar e esta comigo durante a realização desse trabalho.

Ao meu Co-orientador Isaías Fernandes Gomes, que mesmo distante me orientou e me ajudou para a conclusão desse trabalho.

A minha amiga Letícia Alves Pereira, na qual me incentivou, e me deu força em todos os momentos e sempre esteve comigo. E a toda sua família que sempre abriu as portas pra mim e estiveram comigo no decorrer dessa jornada, sou eternamente grata a vocês.

Ao meu cunhado Eliel Silva Oliveira, que sempre me deu força e me ajudou no decorrer dessa graduação.

A minha amiga Jaqueline Leite, mesmo que distantes fisicamente sempre me proporcionou muita alegria, me dando força e me motivando.

Às minhas queridas amigas Kesia Gomes e Verediana Moreira Dias, na qual me deram muita força e me incentivaram.

A minha tia Vania Lourdes, pelo seu carinho e amor. Por me ouvir, pelos abraços e palavras de força que me fizeram prosseguir até aqui.

Ao meu namorado e amigo Lucas Henrique da Costa Menezes, ao qual me ajudou na confecção e no aperfeiçoamento do meu trabalho de conclusão de curso. E por me proporcionar momentos únicos e por estar comigo nos momentos angustiantes, me dando força e se preocupando a todo o momento com meu bem-estar.

*"Quem entra em contato com a Física
quântica sem se espantar, sem ficar
perplexo, é porque nada entendeu."*

Albert Einstein

RESUMO

Na presente proposta descreve-se a construção de um coletor solar com materiais recicláveis de fácil acesso, para promover de forma significativa e coerente uma aula prática buscando desmistificar a visão dos alunos sobre as aulas de Física, de forma que o aluno tenha mais interesse e curiosidade sobre a matéria lecionada tornando a aula mais dialógica e dessa maneira mudando a visão do docente de que as aulas de Física se resumam apenas em teorias, formulas e atividades. O estudo tem como objetivo principal aliar o ensino da Física com os processos ambientais, e ao conhecimento envolvido na construção e funcionamento de um coletor solar de baixo custo. Com intuito de conscientizar os alunos sobre sustentabilidade ambiental e a importância da geração e utilização consciente de energia.

Palavras-Chaves: Ensino da Física; Energia Fotovoltaica; Educação ambiental; Experimentação.

ABSTRACT

In the present proposal the construction of a solar collector with recyclable materials of easy access, to promote in a significant and coherent way a practical class and looking for to demystify the students' vision on the classes of physics, of the way that the student will have more interest and curiosity about the subject taught making the class more dialogic and thus changing the view of that the classes of Physics are only summarized in theories, formulas and activities. The main objective of the study is to combine the teaching of physics with environmental processes and the knowledge involved in the construction and operation of a low cost solar collector. With an intuition to make students aware of environmental sustainability and the importance of the generation and conscious use of energy.

Keywords: Teaching of Physics; Photovoltaics' energy; Environmental education; Experimentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Corpo negro.....	22
Figura 2 - Banda de condução, Banda de valência e band-gap.....	24
Figura 3 - Semicondutor tipo P e tipo N.....	25
Figura 4 - Formação da Região de Depleção.....	25
Figura 5 - Representação de uma Célula Solar de silício.....	26
Figura 6 - Corte das garrafas Pet.....	31
Figura 7 - Corte das embalagens Tetra Pak.....	31
Figura 8 - Preparação e pintura das embalagens.....	32
Figura 9 - Dobras das embalagens.....	33
Figura 10 - Corte dos canos PVC.....	33
Figura 11 - Encaixe dos canos.....	34
Figura 12 - Montagem das colunas do aquecedor solar.....	34
Figura 13 - Aquecedor solar estruturado.....	35

LISTA DE ABREVEATURAS

FAEMA- Faculdade de Educação e Meio Ambiente

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL:	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	15
3 METODOLOGIA	16
4 REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1 O ENSINO DA FÍSICA DE ACORDO COM OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN+)	17
4.2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO	18
4.3 AULAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DA FÍSICA.....	18
5 ENERGIA, MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO: CONVERSÃO FOTOVOLTAICA DA ENERGIA SOLAR	19
5.1 BREVE HISTÓRIA DAS CÉLULAS SOLARES	19
5.2 RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO	21
5.3 CONVERSÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA	23
5.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.	27
5.5 A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O ENSINO	28
6 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM APARATO EXPERIMENTAL COM MATERIAS RECICLÁVEIS	30
6.1 COLETOR SOLAR COM MATERIAIS RECICLÁVEIS	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

INTRODUÇÃO

No ano de 1839, Alexandre Edmond deu início aos estudos sobre a energia solar, ao realizar determinadas experiências com eletrodos compreendeu que com a luz do sol era presumível obter energia elétrica. Para a realização do seu experimento foi utilizado placas metálicas de platina e prata, ao serem imersas em um eletrólito e expostas à luz ocasionavam uma pequena alteração de potencial. Esse fenômeno recebeu o nome de efeito fotovoltaico. (BRITO; SERRA, 1948).

Segundo Jacobi (2005), a Física vem desempenhando um papel admirável na busca de alternativas sustentáveis, diante disso é de grande relevância que essa busca venha para dentro das salas de aulas. O ambiente escolar é essencial para que haja a educação ambiental, é de suma importância para a conscientização dos alunos em relação ao meio que se vivem e para que venham ter consciência de que é preciso preservar a natureza e seus recursos naturais.

O ensino aprendizagem em Física tem sido uns dos temas mais discutidos nos últimos anos. A preocupação maior se baseia na forma em que está sendo lecionada, distribuída e como esses conteúdos vêm sendo apresentando nas salas de aula. Pois baseando no que se mostra os livros didáticos, a Física está progressivamente com sua teoria abreviada, resumindo-se em apenas cálculos algébricos cuja sua origem e finalidade são desconhecidas. E dessa maneira não manifestando sua verdadeira significação para o estudo dessa Ciência. (ROSA; ROSA, 2005).

Segundo Alves e Stachak (2005), para tornar o ensino da Física mais instigante, dialógico, prazeroso o professor deve basear se em atividades capazes de estimular os alunos a buscar mais conhecimento através da experimentação científica. Desse modo as aulas de Física vão deixar de ser cansativas e monótonas, pois o docente vai buscar meios para superar as dificuldades encontradas no ensino tradicional. Além disso, as aulas experimentais contribuem para uma melhor interação do aluno, despertando assim a curiosidade do mesmo.

Neste contexto, com o intuito de mostrar que a Física está presente nos fenômenos ambientais e que através da experimentação é possível comprovar isso, este estudo tem como propositura a utilização de materiais alternativos como aparato experimental bem como, meio alternativo para se abordar o conceito da

energia fotovoltaica. E a partir dessa perspectiva criar situações didáticas com a intenção de encontrar esse conhecimento, aproximando dessa forma da realidade dos estudantes, e dessa maneira facilitar os conhecimentos adquiridos ou já construídos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Elaborar uma proposta metodológica utilizando o Ensino e conceitos da Física através de um aparato experimental para a conscientização da sustentabilidade ambiental.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Conscientizar sobre a importância das aulas experimentais.
- ✓ Esclarecer sobre a importância e a utilização da Física no meio ambiente.
- ✓ Demonstrar uma alternativa sustentável, através de um painel solar alternativo com matérias de fácil acesso.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização desse estudo se acena a uma pesquisa bibliográfica, referente ao tema de estudo, utilizando recursos como artigos e periódicos de Física, tais como: Revista Brasileira do Ensino de Física; Caderno Brasileiro de Ensino de Física e a biblioteca Júlio Bordignon. A referente pesquisa deu ênfase a estudos mais atuais no período de 2000 a 2017.

Utilizando-se do método explicativo e experimental, como apoio para abordagem e demonstração do componente. A partir deste estudo, se sugere uma proposta metodológica afim de que a Física do Meio ambiente venha a ser um tema indispensável no currículo escolar. E a partir dai conscientizar os alunos da importância da Física para o meio ambiente, já que muitos alunos não são conscientes e capazes de lidar com as questões relativas ao meio ambiente e não sabem que a Física está presente nos fenômenos ambientais.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O ENSINO DA FÍSICA DE ACORDO COM OS PARÂMENTOS CURRICULARES NACIONAIS (PCN+)

Exercendo sua função de propiciar orientações e subsídios aos docentes para obter os objetivos propostos, as orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) propõem uma organização curricular do ensino médio a partir de temas estruturadores, tendo como auxílio os eixos da interdisciplinaridade e da contextualização.

O PCN tem como estratégia metodológica relacionar os conteúdos de Física e suas competências.

No entanto, as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. (PCN+, 2002).

As competências são compreendidas como habilidades humanas amplas e múltiplas, que vão além da mera memorização ou aplicações de cálculos algébricos, ou ainda apenas o acúmulo de informações, sem uma perspectiva subsequente de mobilização em novos contextos.

De acordo com o PCN+ (2002) a Física se baseia em seis temas estruturadores:

- ✓ Movimentos: variações e conservações;
- ✓ Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia;
- ✓ Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicação;
- ✓ Som, Imagem e Informação;
- ✓ Matéria e Radiação;
- ✓ Universo, Terra e Vida.

Notadamente para a Física, os PCN+ têm como relevância dar um novo sentido para o ensino, trata-se de sistematizar uma visão da Física voltada para o

desenvolvimento de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com a finalidade de que o mesmo possa perceber intervir e participar na realidade.

4.2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO

A aprendizagem significativa consiste em conhecimentos recém-adquiridos, relacionando-se com o conhecimento prévio que o aluno já possui, interagindo dessa maneira de forma substantiva e não literal. Esse processo permite que o aluno veja com mais perceptibilidade os conteúdos abordados e que aprenda de forma mais facilitada. Dessa maneira, se o aluno tiver adquirido um determinado assunto significativamente mesmo que ele passe um determinado tempo sem estudar esse assunto, ao retorna o estudo do mesmo terá mais facilidade em reaprender. (MOREIRA, 2012)

Para que ocorra é preciso entender que:

Portanto, aprendizagem significativa não é, como se possa pensar, aquela que o indivíduo nunca esquece. A assimilação obliteradora é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que aprendizagem tenha sido mecânica, não significativa. (MOREIRA, 2012 p.08).

Segundo Tavares (2004), o conceito subsunção é processo onde a nova informação interage como uma base de conhecimento específico, estabelecendo pontes cognitivas com o que o aluno já sabe com o que está aprendendo. Compreender que os conteúdos da sala de aula ganham vida no mundo real é de suma importância para a aprendizagem significativa, pois muitos alunos não se interessam pela maioria das disciplinas ministradas na sala de aula porque não conseguem assimilar com seu cotidiano.

4.3 AULAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DA FÍSICA

A experimentação é uma estratégia que busca simplificar a compreensão dos alunos tornando mais atraente e estimulante o conteúdo, dessa maneira fazendo com que os alunos aprofundem seus conhecimentos em Física e busquem soluções para os problemas encontrados. Desenvolver aulas experimentais é uma forma de dá oportunidade ao aluno de envolver-se em seu processo de

aprendizagem, tendo em vista que contribui no processo de desenvolvimento enquanto cidadão. (ALVES; STACHAK, 2005).

De modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (ARAUJO; ADIB, 2003, p. 02).

As aulas experimentais a todo o momento estiveram ligadas ao contexto didático, auxiliando no ensino das ciências, em geral. Em especial, os docentes de Física evidenciam sua grande inquietação em relação ao uso dessa metodologia já que os alunos, não se identificam com essa disciplina, mas simpatizam pela experimentação. O estímulo por essas aulas estão sendo os pilares de sustentação para a eficácia no processo de ensino aprendizagem e a experimentação vem cumprindo esse papel de grande relevância. (BORGES, 2002).

Ao iniciar a utilização de aulas experimentais é conveniente que o docente tenha percepção de que essas aulas não são apenas para passar o tempo, bem como são vistas por muitos alunos e professores, é crucial evidenciar diante da classe que ela é uma seguimento da aula expositiva e tem valor igual ou maior que essa, já que é nessa etapa que vai ser notado a ocorrência do elemento estudado, sendo possível observar os detalhes que até aquele momento não tinha valor nenhum, é nesse instante que passa a ser primordial o interesse de sua ocorrência. (SOUZA, 2013).

Dessa forma é importante expor a significação dessas atividades para o ensinamento desta ciência, que propicia o desenvolvimento das capacidades e despertar o cognitivo dos alunos, além de propiciar aos discentes momentos de aprendizagem, colaborando desta maneira com sua postura didática. (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

5 ENERGIA, MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO: CONVERSÃO FOTOVOLTAICA DA ENERGIA SOLAR

5.1 BREVE HISTÓRIA DAS CÉLULAS SOLARES

A energia renovável um tema que vem gerando grande curiosidade nos homens desde os primórdios da história da humanidade, e como todas as coisas que existem a energia solar também teve um início. Em meados de 1767, o físico suíço Horace Bénédict de Saussure foi quem inventou o primeiro forno solar, a estrutura consistia em cinco camadas de vidro cobertas por duas caixas de madeira, isoladas com lã. Em algumas horas do dia em que o sol estava bem quente, o forno alcançava cerca de 85° a 90° graus Celsius. (VALERA, 2013).

Foi em 1839, que o francês Alexandre Edmond Becquerel descobriu o efeito fotovoltaico. A descoberta de que algumas matérias reagem a luz do sol é a base para a tecnologia solar moderna. Becquerel expôs uma célula eletrolítica composta por cloreto de prata em uma solução ácida conectada em eletrodos de platina à luz solar, produzindo certa voltagem e corrente. (GODINHO, 2016). Em 1866, o professor e engenheiro francês Augustin Mouchot criou a primeira máquina capaz de transformar energia solar em energia mecânica, o mecanismo gerava vapor através de um coletor solar e mover um motor pela sua pressão. O coletor usava uma série de espelhos para focar os raios de sol em um tubo de metal que continha água. A água esquentava a temperaturas de ebulição e o vapor era usado para acionar o motor. (MONTEIRO, 2017).

Willoughby Smith, foi um inglês que descobriu a fotocondutividade do selênio, em 1873 Smith colocou em seu aparato experimental selênio em caixas escuras submersas na água. Observou que o elemento reagia não ao calor do sol, e sim à luz solar. (ZILLES *et al*, 2016). Ao se passar três anos o inglês William Grylls Adams ao ouvir falar sobre o experimento de Smith, começou a analisar por conta própria os estudos do mesmo. Utilizando as barras de selênio de Willoughby, Adams comprovou que ao expor o selênio ao sol ele produzia correntes elétricas. Este experimento demonstrou que a eletricidade poderia ser dada a partir de a luz solar sem partes móveis e levou à moderna célula solar. (VALLÉRA; BRITO, 2006).

Em 1883, foram criadas as primeiras células solares de selênio pelo inventor norte americano Charles Fritts, no ano seguinte em Nova York o primeiro sistema foi instalado em um telhado por Fritts. (MACHADO; MIRANDA, 2014). Mais tarde em 1905, Albert Einstein formula a teoria do efeito fotoelétrico, juntamente com outros estudos. Sua teoria sugeria que a luz liberava elétrons em uma superfície metálica. Passando-se quarenta e nove anos, David Chapin, Calvin Fuller e Gerald Pearson

desenvolveram o primeiro painel solar utilizando células de silício.(VALLÊRIA; BRITO, 2006).

Por muitos anos a energia solar foi vista como uma tecnologia futurística, ao qual seu uso limitaria exclusivamente aos cientistas e suas indagações. Por apresentar um valor muito elevado, pensava-se que a energia proveniente dos raios solares não seria utilizada de modo abrangente. De certo modo, sem o grande avanço da ciência moderna, seria impossível o surgimento da energia solar elétrica. (MARTINS; GUARNIERI, 2008).

5.2 RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO

Entre 1824 a 1887, o físico alemão Gustav Robert Kirchhoff realizou experimentos referente a absorção e a irradiação da energia. Com a finalidade de analisar a luz emitida pelos corpos quentes, foi realizado um modelo pelo qual a ideia principal era realizar os cálculos apenas da radiação causada pela movimentação térmica do corpo. Esse determinado corpo teria que absorver toda a radiação incidida, não sendo capaz de refleti-la. A partir desse estudo, ele observou que, no momento em que um corpo absorve uma determinada quantidade de energia, ele emite em igual quantidade, ou seja, a eficiência ou o poder de absorção e de emissão são idênticas para cada temperatura. A esse conhecimento, Gustav introduziu a definição de emissor e absorvedor ideal, ao qual deu o nome de corpo negro. (BONJORNO *et al*, 2016)

Segundo Piza (2009), em 1900, o físico Max Planck apresentou seu artigo sobre a Teoria da Lei de Distribuição de Energia do Espectro Normal, um dos grandes problemas encontrados pelos físicos século XX era esclarecer a forma pela qual a energia da radiação térmica se distribuía ao longo das diversas frequências do espectro magnético. Planck observou que a energia era dispensada de modo discreto, e não contínuo na forma de inúmeros pequenos “pacotes” com energia proporcional a frequência da radiação aos quais ele denominou quantum de energia. Onde a h é a Constante de Planck, que possui o seguinte valor:

$$h = 6,626.10^{-34} \text{ J.s}$$

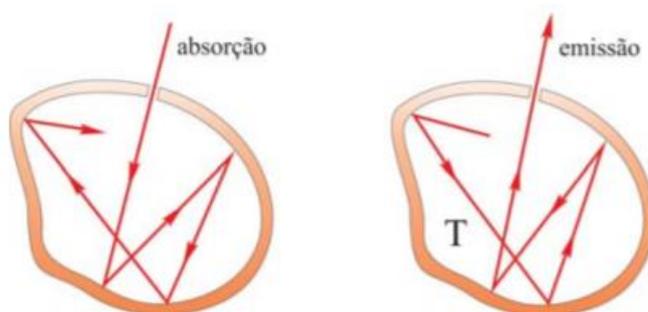
Em conformidade com Luz e Alvarenga (2007), partindo da concepção de que a matéria irradia sua energia em *quantum* de energia hf , sendo h a constante de Planck e f a frequência da onda eletromagnética. Ele supôs que a energia emitida em equilíbrio com à frequência de vibração dos osciladores eletromagnéticos presentes nas paredes da cavidade, não de modo contínuo, mas sim em quantia múltiplas de uma quantidade mínima (quanta). Em outras palavras, de acordo com Planck, os osciladores vibrantes na frequência emitem energia em porções discretas ou quantizadas.

A quantidade necessária de energia emitida, isto é, o *quantum*, seria os pacotes de energia, ao qual assumiria valores dados por:

$$E = h \cdot f$$

Em conformidade com Bonjorno *et al* (2016), ao elevar o grau de aproximação de um corpo negro, em um espaço fechado atribuído de minúsculos orifícios por meio do qual a radiação entra e fica presa, tendo reflexões e absorções. A quantidade de radiação que saem pelo orifício é capaz para obter o espectro, dessa maneira a incidência na parede interna é seguida por absorção juntamente com a emissão. Assim, havendo a absorção total e emissão total da energia relacionada à radiação que passou pelo orifício. Conforme mostra a figura 1.

Figura 1- Corpo negro



Fonte: <http://www.ufjf.br/fisica/files/2010/03/Labfismodroteiro.pdf>

5.3 CONVERSÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA

Um tema que vem trazendo grandes discussões na atualidade é a questão energética mundial e sua crescente demanda. A busca por alternativas que venham causar pequenos impactos ambientais e que em razão disso venha a melhorar a qualidade de vida de uma sociedade estar inteiramente ligada ao seu consumo de energia. Da constante preocupação com o meio ambiente surge à ideia da construção de meios para obtenção de energia limpa e renovável, de modo que venhamos aproveitar as fontes que o nosso ecossistema fornece. (VICHI *et al*, 2009).

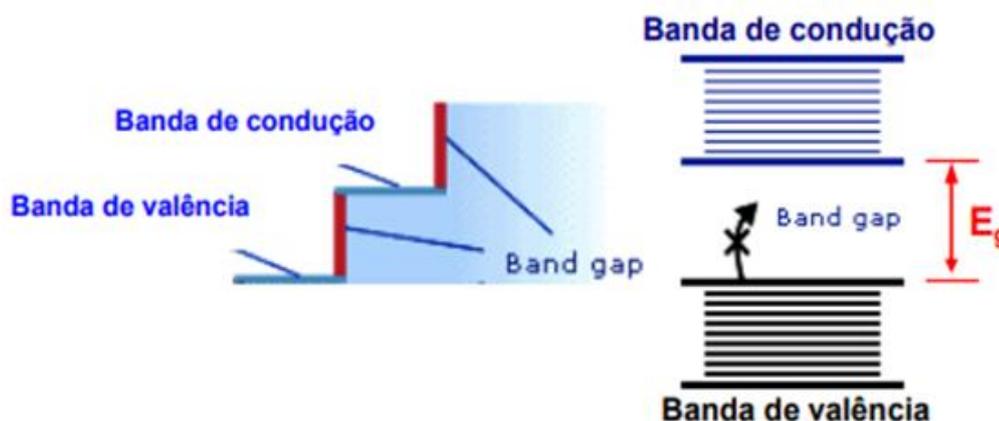
De acordo com Varela (2013), a utilização da energia solar é uma das formas simples e abundantes para a obtenção de energia limpa, ela se destaca pelas suas inúmeras formas de utilização como energia fotovoltaica, gerando eletricidade e a energia solar térmica. Podendo ser utilizada na secagem e desidratação de alimentos, para aquecer água, destilação de água e forno solar.

O efeito fotovoltaico é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzido pela absorção de luz. Quando a luz solar reflete nessas células, os elétrons movimentam-se, criando uma corrente elétrica contínua. Mas para que ocorra a conversão de energia é necessário que a energia dos fótons seja igual ou superior ao valor da banda proibida do material, dessa maneira ocorrerá a absorção do fóton no material, e que exista no interior do semicondutor uma barreira de potencial capaz de desprender os elétrons e lacunas foto-geradas. Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, destaca-se o silício. (BRITO; SILVA, 2006).

Segundo Agnaldo *et al*, (2006) , para compreendermos melhor o assunto abordado, é necessário que saibamos que os semicondutores são materiais a qual a condução se localizam-se entre os metais e os isolantes. Portanto, possui um nível de condutividade entre os extremos de um isolante e um condutor, ou seja, um quase condutor de eletricidade. Os materiais semicondutores têm a banda de valência inteiramente cheia e a banda de condução vazia, mas o band-gap ou banda

proibida de energia que fica entre as duas bandas anteriores, por essa razão faz que o semiconductor se comporte como um isolante. Conforme descrito na figura 3.

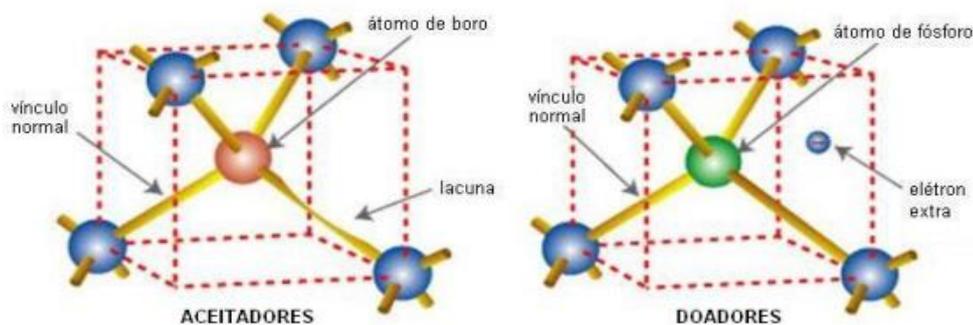
Figura 2 - Banda de condução, Banda de valência e band-gap



Fonte: CARNEIRO (2010)

As células solares mais usuais são constituídas por um semicondutor de silício, constituem-se em duas camadas de material semicondutor, um tipo p e outro tipo n formando uma junção pn. Ao colocarmos um átomo de uma impureza trivalente o mesmo possui somente três elétrons para completar as ligações covalentes, logo uma das ligações covalentes do silício ficará incompleta, fazendo assim que a banda de valência não seja totalmente preenchida. Caracterizando o silício semicondutor tipo p. Mas se adicionarmos um átomo de uma impureza pentavalente este possui cinco elétrons para completar as ligações covalentes, sendo que um elétron excedente fica livre para se conduzir, havendo excesso de elétrons que vão para a banda de condução. A existência de elétron na banda de condução caracteriza o silício como um semicondutor tipo n, conforme mostra a figura 4. (CASTRO, 2007).

Figura 3 - Semicondutor tipo P e tipo N

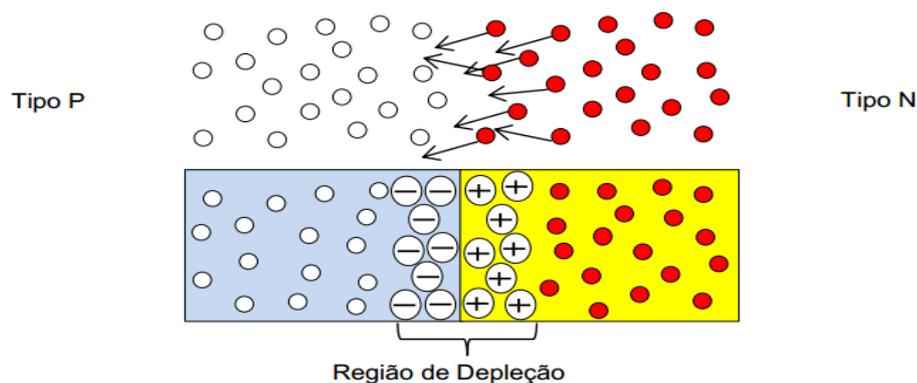


Fonte: BRUSCHI (2010)

Conforme a figura 4 apresenta nos semicondutores, alguns átomos formam uma rede cristalina podendo se unir com outros átomos nomeados de impurezas. Podendo ser dividido em dois tipos: impurezas doadoras se na sua última camada sobrar um elétron a mais no átomo e impurezas aceitadoras, se na última camada estiver faltando um elétron. (BRUSCHI, 2010).

Em conformidade com Souza (2016), uma junção PN refere-se ao encontro de dois materiais, um tipo P e um tipo N. Os elétrons livres do lado N move-se para o lado P por difusão, ocupando os buracos do lado P ocasionando o excesso de elétrons no lado P deixando-o negativamente carregado. Dessa maneira formando íons negativos do lado P e íons positivos do lado N, formando um campo elétrico na junção com sentido do material tipo N para o tipo P, levando um equilíbrio da passagem de cargas de um lado para o outro. A carga aumentada cria uma região de depleção inibindo a transferência de elétrons de acordo com a figura 5.

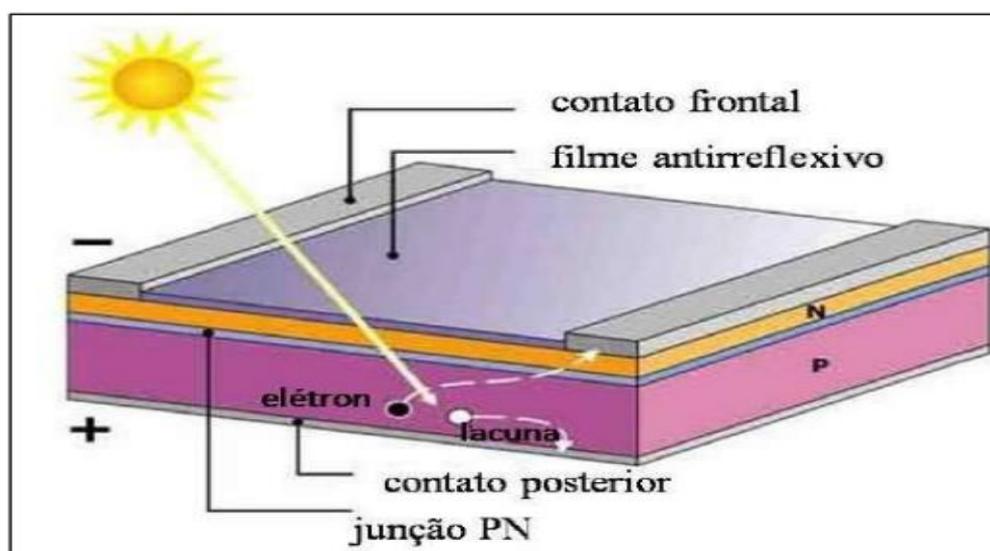
Figura 4 - Formação da Região de Depleção



Fonte: SOUZA (2016)

Observa-se que uma célula solar é a junção PN como mostrado na figura 6, assim que a junção é exposta a luz solar com energia maior que a bandgap, os elétrons livres do semicondutor N migrarão para o semicondutor P ocupando os buracos. Ocorrendo a aceleração e separação de carga na qual o campo é diferente de zero, criando uma corrente através da junção. Surgindo uma diferença de potencial que é o efeito fotovoltaico. (AGNALDO, 2006).

Figura 5 - Representação de uma Célula Solar de silício.



Fonte: SOUZA (2016)

Nota-se que o efeito fotovoltaico é o aparecimento de uma tensão elétrica em um material semicondutor, quando este é exposto a luz, diferentemente do efeito fotoelétrico descrito por Albert Einstein que é o fenômeno da emissão de elétrons por um material, normalmente metálico, quando exposto a radiação eletromagnética de frequência alta o suficiente para que os fótons energizem os elétrons do material. (SILVA, 2013).

5.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro, ou mais conhecida como Agenda 21 Desenvolvimento Sustentável significa atender às necessidades da geração atual sem comprometer o direito das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades. Desde então vem sendo discutida propostas para que a progressão se dê em equilíbrio com a natureza, garantindo assim qualidade de vida tanto para geração atual quanto para geração futura. (HASWANI, 2008).

A Agenda 21 está direcionada com o propósito de expor os problemas atuais que vem sendo agravado no ecossistema e com isso propor objetivos e alternativas para que esses problemas venham a ser prevenidos. Preparando também para os desafios do próximo século. Mas para que isso ocorra se faz necessário que o governo invista em ações e projetos. (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

Observamos que o Governo e seus Ministérios desenvolve um papel muito significativo para que haja uma grande mudança não somente na sociedade, mas em uma ação global, segundo a Agenda 21, diz que:

Reflete um consenso mundial e um compromisso político no nível mais alto no que diz respeito a desenvolvimento e cooperação ambiental. O êxito de sua execução é responsabilidade, antes de mais nada, dos Governos. Para concretizá-la, são cruciais as estratégias, os planos, as políticas e os processos nacionais. (BRASIL, 2002).

Ao longo da história da humanidade, o tema desenvolvimento esteve sempre ligado basicamente á perspectiva econômica, mas hoje, uma conceptualização alcança outras percepções voltadas a outros ramos das ciências sociais como: a sociologia, a ética e a ecologia. Há muito tempo a humanidade vem oferecendo mais importância para o crescimento econômico do que a saúde e á qualidade de vida. Um dos grandes desafios atualmente é chegar a uma harmonia entre crescimento econômico e a preservação ambiental. (BARBOSA, 2008).

Ao definir desenvolvimento sustentável juntamente está se discutindo o que é a sustentabilidade. Dois temas de suma importância e de conceitos e objetivos diferentes se faz necessário que conheçamos a definição de cada um deles, pois dessa forma saberemos sua real importância. (FEIL; SCHREIBER, 2017).

Para Mikhailova (2004), sustentabilidade é capacidade de sustentar, respeita o limite que o ecossistema é capaz de proporcionar sem que seja posto em risco os

elementos do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida. Ter atividades sustentáveis nos beneficia de recursos naturais que sejam capazes de conservar-se para sempre, tendo em vista as próximas gerações e desta forma ainda contribuindo para o planeta Terra, suavizando a degradação do ecossistema que a cada dia se expande mais.

Para compreender a questão ambiental é necessário distinguir as duas maneiras que se dividem: a conservação e a preservação ambiental, pois apesar de serem usadas como sinônimos possuem ideologias diferentes. Na preservação ambiental refere-se a proteção da natureza, sem se importa com a questão econômica. A ideia principal da preservação é proteger a natureza das ações dos homens. Preservar o meio ambiente possui distintas motivações, o equilíbrio do ecossistema, a manutenção da fauna e da flora, que embora ainda não foram abrangidas por completo. Já na ideologia da conservação ambiental, acredita-se que seja indispensável conservar o meio ambiente e toda a sua biodiversidade, mas admite que o homem tire proveito de seus recursos de forma responsável e consciente. (VALLE, 2012). É necessário compreender as duas maneiras, pois as mesmas são bem distintas uma da outra, se não enfrentadas de forma objetiva e prática na condução das medidas preventivas e corretivas que o tema requer, podem acarretar a posições de incompatibilidade que não auxiliam na solução dos problemas ambientais. (SAUVE,1997).

5.5 A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O ENSINO

Para que venhamos a discorrer sobre a Educação Ambiental é necessário que primeiro conheçamos seu conceito, e dessa maneira compreender o valor da educação ambiental. Encontrar uma definição para educação ambiental não é uma tarefa fácil, pois existe inúmeras definições em artigos, revistas e livros. (CARVALHO *et al*, 2001). Segundo a Lei de Nº 9.795, DE 27 ABRIL DE 1999, educação ambiental pode ser entendida como:

Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999).

A educação ambiental é um de tema de grande relevância a ser tratado dentro das escolas, e deve-se discutido constantemente entre professores e alunos. Orientar e mostrar aos alunos a importância do meio ambiente, deixando claro que não é somente usufruir dos recursos naturais e sim que ao retirar algo da natureza ou degradar algum recurso natural que tenha consciência que é necessário fazer algo em troca para suprir essa deterioração que o mesmo causou ao meio ambiente e dessa formar criar uma sociedade mais sustentável. (CUBA, 2011)

Segundo Munhoz (2008) uma forma de induzir a educação ambiental á sociedade é por meio dos professores na sala de aula e em atividades extracurriculares. Através de trabalhos, debates, feiras de ciências e pesquisas, dessa forma os alunos terão noção dos problemas que afetam a comunidade onde vivem e no planeta terra. Os professores são de suma importância no processo de conscientização, pois, procurarão desenvolver em seus alunos hábitos e costumes de conservação e respeito ao meio ambiente, assim formando cidadãos consciente e comprometido com o futuro do planeta Terra.

A declaração da Primeira Conferência Intergovernamental sobre educação ambiental em Tbilisi, 1997, p.1 diz que:

A Educação Ambiental deve ser dirigida à comunidade, despertando o interesse do indivíduo em participar de um processo ativo no sentido de resolver problemas dentro de um contexto de realidades específicas, estimulando a iniciativa, o senso de responsabilidade e o esforço para construir um futuro melhor. Por sua própria natureza, a educação ambiental pode ainda contribuir satisfatoriamente para a renovação do processo educativo. (BRASIL, 1997).

Com o grande avanço tecnológico e o crescente desenvolvimento da sociedade surgiram grandes problemas ambientais. O homem com sua busca por riquezas e para satisfazer suas necessidades que nem sempre são necessárias vem degradando a cada dia mais o meio ambiente e seus recursos naturais. Recursos esses que antes eram fontes inesgotáveis hoje muitos deles se encontram extintos. (JACOBI, 2005).

De acordo com Loureiro e Cunha (2008), faz-se necessário que haja uma conscientização a partir da pratica da educação ambiental nas escolas para que esses alunos já tenham em mente que é muito importante que eles tenham consciência que é preciso preservar o meio ambiente e seus recursos naturais para que não afete as próximas gerações que também irão precisar desses recursos.

A educação ambiental é um grande passo para que haja uma nação mais sustentável e dessa forma começa a tratar o meio ambiente com mais zelo e respeito, porque todos os seres que vivem nesse planeta dependem dele para sobreviver. (BIZERRIL; FARIA, 2007).

6 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM APARATO EXPERIMENTAL COM MATERIAS RECICLAVEIS

Nesse tópico será exposto o passo a passo, da construção de um experimento relacionado com a capitalização da energia fotovoltaica para a melhor compreensão do assunto abordado a cima. Criando dessa maneira uma aula dialógica e prazerosa com o intuito de dar oportunidade ao aluno de construir e utilizar o aparato experimental para aprimorar seus conhecimentos sobre o conteúdo lecionado durante as aulas e dessa forma melhor compreender os fenômenos físicos.

Para que haja uma melhor interação entre os alunos e que venham compartilhar os conhecimentos adquiridos durante as aulas teóricas, sugere-se que a sala seja dividida em grupos de 4 alunos, instruindo-os para que pesquisem sobre o funcionamento e como deverá ser construído o experimento. Em seguida, solicitar que os alunos busquem os materiais necessários para a construção do aparato e que construam este em sala de aula, com orientação e supervisão do professor para sanar possíveis dúvidas. Durante o processo de construção os alunos poderão ser avaliados, para que o professor tome conhecimento se o conteúdo abordado foi compreendido de forma significativa.

6.1 COLETOR SOLAR COM MATERIAIS RECICLÁVEIS

Materiais

- 16 garrafas pet 2l;
- 12 caixas treta pak de 1l (leite, suco, etc.)

- Tinta preta fosca;
- 1 pincel;
- Tesoura;
- Faca;
- 4 metros de cano PVC 20 mm;
- Cola cano PVC;
- Trena ou fita métrica;
- 4 conexões “T” de 20mm;
- 2 tampões de 20mm.

1º Passo: Para que tenha êxito na produção do coletor solar escolha garrafas pet de um único tipo, todas do mesmo tamanho. Em seguida faça a higienização das garrafas pet e das embalagens Tetra Pak;

2º Passo: Em seguida corte as garrafas em cima na marcação que vem logo a cima do fundo da mesma com o tamanho suficiente para se ajustarem entre si, o que evitará a fuga do calor gerado e a entrada de umidade, conforme a figura 7.

Figura 6 - Corte das garrafas Pet



Fonte: Arquivo pessoal

3º Passo: As embalagens Tetra Pak possui uma dobra em suas laterais, onde são coladas as extremidades da embalagem no momento da sua fabricação, abra todas as laterais, em seguida faça um corte horizontal, depois abra uma das laterais da embalagem dessa forma ficara mais fácil na hora da pintura.

Figura 7 - Corte das embalagens Tetra Park



Fonte: Arquivo pessoal.

4º Passo: Depois de abertas retire os adesivos das embalagens para que a tinta fixe por completo na embalagem. Pinte-as com a tinta preta fosca e deixe secar.

Figura 8 – Preparação e pintura das embalagens



Fonte: Arquivo pessoal

5º Passo: A partir da secagem das embalagens Tetra Pak, com a ajuda de uma ferramenta de medida, faça um corte na parte central do topo da caixinha de 7 cm em seguida, dobre as caixas nas riscas paralelas na lateral da embalagem em direção à colagem resultante de sua fabricação, e na parte inferior das caixinhas, dobre suas pontas em diagonal para perto da colagem, deixando-a com forma

próxima de uma seta sendo que a ponta tenha em média 2 cm de espessura. Na parte superior da caixa, dobre as extremidades resultante do corte de 7 cm para a dobra paralela feita no início e em seguida dobre as 2 extremidades (tanto a esquerda quanto a direita) paralelas em forma de triangulo para o vinco paralelo da caixa.

Figura 9 - Dobras das embalagens



Fonte: GARCIA (2015)

6º Passo Medir os canos PVC, e realizar o corte a cada 80 cm, formando 4 tubos com a mesma medida, e em seguida corta 8 tubos com 8 cm, conforme mostra a figura 11.

Figura 10 - Corte dos canos PVC



Fonte: Arquivo pessoal

7º Passo: Em seguida pegar os “T” de PVC, passar cola nas suas entradas laterais e interligar os “T” com os canos de 8 cm já cortados e assim sucessivamente

como mostra a figura 12, na ultima ligação colocar um conexão em “L” fechando a estrutura, realizar 2 estruturas do mesmo padrão.

Figura 11 – Encaixe dos canos



Fonte: Arquivo pessoal

8º Passo: Depois de secas e cortadas as garrafas pet, introduzir a “boca” da garrafa no cano de PVC da estrutura já montada e em seguida introduzir a caixa de leite com as dobras feitas anteriormente dentro da garrafa pet, com a parte lisa pintada de preto fosco encostada no cano de PVC. Logo após, introduzir outra garrafa, na mesma coluna, encaixando atrás do outro pet, e depois encaixar outra embalagem Treta Pak, e continuar com o processo até o fim da coluna, fazendo isso nas 4 fileiras.

Figura 12- Montagem das colunas do aquecedor solar



Fonte: Arquivo pessoal

Serão utilizadas cerca de 3 garrafas cortadas e 3 caixinhas de leite para cada coluna. Sendo que após a formação completa das colunas com as garrafas pet e as embalagens Tetra Pak, será posto um 4º pet, para firmar a coluna, porém sem a caixinha de leite, e essa última terá seu tamanho diminuído.

9º Passo Após esse passo, passar cola na ponta das colunas de PVC, e encaixar a segunda estrutura feita com cano de 8 cm de comprimento interligado com “T”. Fechando assim a estrutura que formará o aquecedor solar, conforme mostra a figura 13.

Figura 13 – Aquecedor solar estruturado



Fonte: Arquivo pessoal

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Física é uma ciência da natureza e como tal se sugere a conhecê-la da forma mais precisa possível. Dessa maneira faz-se necessário que essa disciplina seja inserida com mais êxito na vida do discente, despertando sua curiosidade e seu interesse sobre os assuntos abordados. Tendo em vista que a Física está intimamente relacionada com o cotidiano das pessoas, e que está presente em diversos fatores, inclusive nos relacionados ao Meio Ambiente é de suma importância o seu conhecimento. E é na escola que o aluno adquire tal competência, é indispensável que o docente enquanto mediador de conhecimento os relacione de forma simples e objetiva para que o educando possa ter essa ampliação da visão do mundo e consiga reconhecer os fenômenos físicos. As aulas experimentais podem ser empregadas com diferentes objetivos, fornecendo inúmeras e importantes contribuições no ensino aprendizagem em Física.

A proposta de Ensino de Física aqui apresentada é relacionar a teoria com aulas práticas, pois antes o professor se restringia apenas ao espaço da sala de aula e agora é necessário que ele utilize dos recursos tecnológicos, o laboratório ou meios alternativos como descrito na proposta desse estudo. A utilização do coletor solar de baixo custo com materiais recicláveis vem como uma alternativa de ensino aprendizagem visando mudar a concepção do aluno sobre as aulas de Física, tornando assim um aula vista como chata e cansativa em uma aula prazerosa e interessante, onde os docentes possa relacionar essa prática com seu cotidiano e dessa maneira o assunto venha ser aprendido de modo significativo.

Diante disso cabe aos docentes enquanto mediador a tarefa de articular e planejar aulas práticas, contribuindo para tornar o ensino da Física mais atrativo para o aluno e, dessa maneira melhorar seu aprendizado e sua formação humana.

REFERÊNCIAS

AGNALDO, J. S. *et al.* Células solares de TiO₂ sensibilizado por corante. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 77-84, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbef/v28n1/a10v28n1.pdf>>. Acesso em: 13 abril 2018.

ALVES, Vagner Camarini; STACHAK, Marilei. **A importância de aulas experimentais no processo ensino-aprendizagem em física: “eletricidade”**. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA-SNEF. UNIVERSIDADE DO OESTE PAULISTA-UNOESTE, Presidente Prudente-sp, P. 1-4, 2005. Disponível em: <http://uenf.br/Uenf/Downloads/LCFIS_7859_1276288519.pdf>. Acesso em: 06 março 2018.

ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, n. 4, 2011. Disponível em : <<http://www.redalyc.org/html/2510/251021295005/>>. Acesso em : 30 abril 2018

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; DOS SANTOS ABIB, Maria Lúcia Vital. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003. Disponível em: <[file:///C:/Users/annap_000/Downloads/6607-20085-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/annap_000/Downloads/6607-20085-1-PB%20(2).pdf)>. Acesso em: 10 março 2018.

BARBOSA, Gisele Silva. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2008. Disponível em : <http://files.gtsustentabilidade.webnode.com/200000055-d44dfd5476/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf>. Acesso em : 03 abril 2018.

BIZERRIL, Marcelo XA; FARIA, Dóris S. Percepção de professores sobre a educação ambiental no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 82, n. 200-01-02, 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/annap_000/Downloads/917-975-1-PB.pdf>. Acesso em: 12 abril 2018.

BONJORNO J. R. *et al.* **Física: Mecânica**. v.1, 3.ed. São Paulo, FTD, 2016.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002. Disponível em: <[file:///C:/Users/annap_000/Downloads/6607-20085-1-PB%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/annap_000/Downloads/6607-20085-1-PB%20(4).pdf)>. Acesso em: 08 março 2018.

BRASIL. Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 27 abril.1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 16 maio 2018

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília 2002 Disponível em : < http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acesso: 12 março 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf> . Acesso em: 22 maio 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conferência Das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/cap01.pdf>. Acesso em 21 de fevereiro de 2018 horário 23:48 .

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Declaração de Tbilisi**. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/pdfs/decltibilisi.pdf>>. Acesso em: 18 outubro 2017.

BRITO, Miguel C.; SERRA, João M. Células solares para a produção de energia eléctrica. **Physical Review**, v. 74, p. 230, 1948. Disponível em : <file:///C:/Users/annap_000/Downloads/Celulas_solares_para_a_producao_de_energia_electri.pdf>. Acesso em: 28 fevereiro 2018.

BRITO, Miguel C.; SILVA, José A. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade. **Faculdade de ciências da Universidade de Lisboa**, 2006. Disponível em: <<http://solar.fc.ul.pt/i1.pdf>>. Acesso em: 13 abril 2018.

BRUSCHI, Diogo Lino et al. Desenvolvimento de células solares em silício tipo n com emissor formado com boro. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: < <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3151/1/421791.pdf> >. Acesso em: 12 abril 2018.

CARNEIRO, Joaquim. **Semicondutores: modelo matemático da célula fotovoltaica**, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho. Escola de Ciências Departamento de Física, Azurém. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/16960/1/Semicondutores_Modelo%20matem%C3%A1tico%20da%20c%C3%A9lula%20fotovoltaica.pdf>. Acesso em: 13 abril 2018.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura *et al.* Qual educação ambiental. **Elementos para um debate sobre educação**, 2001. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cea/cea/Revista_Agroecologia_parte11.pdf>. Acesso em: 11 abril 2018.

CASTRO, Rui MG. Introdução à energia fotovoltaica. **DEEC/Secção de Energia, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa**, 2007. Disponível em: <

http://www.troquedeenergia.com/Produtos/LogosDocumentos/Introducao_a_Energia_Fotovoltaica.pdf>. Acesso em : 05 março 2018.

CUBA, Marcos Antônio. Educação ambiental nas escolas. **Educação, Cultura e Comunicação**, v. 1, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://www.publicacoes.fatea.br/index.php/eccom/article/viewFile/403/259>>. Acesso em 10 abril 2018.

DAVIDOVICH, Luiz. The quantum of light and quantum optics. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, p. 4205-1-4205-12, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172015000400205&script=sci_arttext>. Acesso em : 12 abril 2018.

FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 15, n. 3, p. 667-681, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cebape/v15n3/1679-3951-cebape-15-03-00667.pdf>>. Acesso em: 03 abril 2018.

FILHO, Jose de Pinho Alves. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/9006/13274>>. Acesso em: 04 março 2018.

FILHO, José Inácio da Costa. Um Modelo Simples para o Efeito Fotoelétrico. **Instituto de Física de São Carlos – USP**. São Carlos-SP. 2014. Disponível em: <http://www.ifsc.usp.br/~lattice/wpcontent/uploads/2014/12/TRABALHO_JInacio_7594490.pdf>. Acesso em: 12 abril 2018.

FÍSICA MODERNA. Capítulo 3. **Efeito Fotoelétrico UFRG**. Disponível em : <https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod03/m_s03.html>. Acesso em: 12 abril 2018.

GARCIA, Guilherme Braga. Aquecedor solar residencial de baixo custo para população: uma proposta viável. 2013. Dissertação (Tecnologia de Gestão Ambiental) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes- RO. Disponível em: <<http://repositorio.faema.edu.br:8000/bitstream/123456789/511/1/GARCIA%2C%20G.%20B.%20-%20AQUECEDOR%20SOLAR%20RESIDENCIAL%20DE%20BAIXO%20CUSTO%20PARA%20POPULA%20C3%87%C3%83O..%20UMA%20PROPOSTA%20VI%20C3%81VEL.pdf>>. Acesso em 12 abril 2018.

GODINHO, Sérgio Miguel da Costa. **Sistemas para autoconsumo**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica) – Instituto Politécnico de Tomar, Portugal. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/18612/3/Relat%C3%B3rio%20de%20Est%C3%A1gio_Critical%20Kinetics.pdf>. Acesso : 30 abril 2018.

HASWANI, Mariângela. **A comunicação do Estado democrático de direito na mobilização para a sustentabilidade**. In: ANAIS... III CONGRESSO BRASILEIRO CIENTÍFICO DE COMUNICAÇÃO ORGANIZACIONAL E RELAÇÕES PÚBLICAS (ABRAPCORP), São Paulo/SP. 2008. Disponível em: <http://www.abrapcorp.org.br/anais2008/gt6_furlan.pdf>. Acesso em: 04 abril 2018.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 2, 2005. Disponível em : <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/ep/v31n2/a07v31n2.pdf>>. Acesso em: 23 fevereiro 2018.

JOHN, Vanderley M.; SILVA, VG da; AGOPYAN, Vahan. **Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro**. In: ENCONTRO NACIONAL, v. 2, p. 91-98, 2001. Disponível em : <[file:///C:/Users/annap_000/Downloads/AGENDA_21_UMA_PROPOSTA_DE_DISCUSSAO_PARA_O_CONSTRU%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/annap_000/Downloads/AGENDA_21_UMA_PROPOSTA_DE_DISCUSSAO_PARA_O_CONSTRU%20(1).pdf) >. Acesso em: 04 maio 2018.

LIMA, Carlos R.A, **Tópicos de Laboratório de Física Moderna**, 2013. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/fisica/files/2010/03/Labfismodroteiro.pdf>>. Acesso em: 2 fevereiro 2018.

LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Análise dos modelos de indicadores no contexto do desenvolvimento sustentável. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 3, n. 1, 2008. Disponível em: <file:///C:/Users/annap_000/Downloads/436-1502-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 setembro 2017.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; CUNHA, Cláudia Conceição. Educação ambiental e gestão participativa de unidades de conservação: elementos para se pensar a sustentabilidade democrática. **Ambiente & Sociedade**, v. 11, n. 2, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v11n2/v11n2a03>>. Acesso em: 25 janeiro 2018.

LUZ, Antônio Máximoda Ribeiro; ALVARENGA, Beatriz. **Física**: volume único. – São Paulo: Editora Scipione, 2007.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/annap_000/Downloads/664-5080-2-PB.pdf>. Acesso em: 13 abril 2018.

MARTINS, Fernando Ramos; GUARNIERI, Ricardo André; PEREIRA, Enio Bueno. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 1304, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n1/a05v30n1>>. Acesso em: 13 abril 2018.

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Economia e Desenvolvimento**, n. 16, 2004.

Disponível em: < file:///C:/Users/annap_000/Downloads/3442-14512-1-PB.pdf >. Acesso em: 24 abril 2018.

MONTEIRO, Raul Vitor Arantes. **Reconfiguração otimizada de redes de distribuição de energia elétrica em penetração fotovoltaica, com a utilização de armazenadores de energia e com o auxílio de inteligência artificial**. 2017. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG. Disponível em : < https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20975/1/ReconfiguracaoOtimizadaRedes.pdf>. Acesso em: 18 maio 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, p. 41, 2012. Disponível em: < http://www.faatensino.com.br/wp-content/uploads/2014/04/Aprendizagem-significativa-Organizadores-pr%C3%A9vios-Diagramas-V-Unidades-de-ensino-potencialmente-significativas.pdf#page=41>. Acesso em: 21 maio 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de aprendizagem. São Paulo: **Editora pedagógica e universitária**, 1999. Disponível em:<http://leticiawfrancomartins.pbworks.com/w/file/etch/97972008/Cap%209%20Moreira.pdf>. Acesso em: 15 março 2018.

MUNHOZ, Tânia. **Desenvolvimento sustentável e educação ambiental**. Em aberto, v. 10, n. 49, 2008. Disponível em <file:///C:/Users/annap_000/Downloads/1805-1867-1-PB.pdf> . Acesso em 17 outubro de 2017.

NUNES, Anderson Lupo. **A física quântica para todos**. In: XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2007. Disponível em: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/_afisicaquanticaparatodos.trabalho.pdf>. Acesso em: 12 abril 2018.

PAULINO, Valdinei Tadeu; TEIXEIRA, Erika Maria de Lima Celegato. **Sustentabilidade de pastagens–manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa**. PUBVET, v. 4, p. Art. 872-878, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/annap_000/Downloads/sustentabilidade-de-pastagens-ndash-ma.pdf>. Acesso em 11 setembro 2017.

PIZA, A.F.R.de Toledo. **Mecânica Quântica**. 2. Ed. rev.- São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009.

ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B. Aulas experimentais na perspectiva construtivista: proposta de organização do roteiro para aulas de física. **Física na Escola**, v. 13, n. 1, p. 4-7, 2012. Disponível em: : <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol13/Num1/a02.pdf>. Acesso em: 03 março 2018.

SAUVÉ, Lucie. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável: uma análise complexa. **Revista de educação pública**, v. 6, n. 10, p. 72-102, 1997. Disponível

em: <http://www.serrano.neves.nom.br/MBA_GYN/edsoc10.pdf>. Acesso em: 03 abril 2018.

SILVA, Fábio Alexandre de Freitas. **Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Controle e Eletrônica Industrial) - Instituto Politécnico de Tomar, Portugal. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5864/1/Relatorio%20F%C3%A1bio%20Silva.pdf>>. Acesso em: 13 abril 2018.

SOUZA, Alessandra Cardosina de. **A experimentação no ensino de ciências: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem**. 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4718/1/MD_EDUMTE_II_2012_20.pdf>. Acesso em: 10 março 2018.

SOUZA, JRPS. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações para o Ensino Médio**. 2016. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal do Pará, Pará. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_JoseRicardo.pdf>. Acesso em: 13 abril 2018.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 55, n. 10, 2004. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~Romero/objetosaprendizagem/Rived/Artigos/2004-RevistaConceitos.pdf>>. Acesso em: 30 abril 2018.

VALADARES, Eduardo de campos; MOREIRA, Alysso Magalhães. Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 15, n. 2, p. 121-135, 1998. Disponível em: <[file:///C:/Users/annap_000/Downloads/6896-24663-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/annap_000/Downloads/6896-24663-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em : 12 abril 2018.

VALLE, Cyro Eyer. **Qualidade ambiental: ISSO 14000/** Cyro Eyer do Valle. – 12ª ed. – São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

VALLÊRA, António M.; BRITO, Miguel Centeno. Meio século de história fotovoltaica. **Gazeta da física**, v. 29, n. 1, p. 10-15, 2006. Disponível em: <<http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>>. Acesso em: 25 abril 2018.

VARELA, Pedro Henrique de Almeida. **Viabilidade térmica de um forno solar fabricado com sucatas de pneus**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em <http://www.repositorio.ufrn.br:8080//bitstream/123456789/15712/1/PedroHAV_DISSERT.pdf>. Acesso em: 30 abril 2018.

VICHI, Flavio Maron *et al.* Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009. Disponível em: <http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/12309/art_VICHI_Energia_meio_ambiente_e_economia_o_Brasil_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 abril 2018.

ZILLES, Roberto et al. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. Oficina de Textos, 2016.