

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ – IFPI
CAMPUS DE PARNAÍBA
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

ALEXANDRE DA COSTA FERREIRA

**A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SUNDATA COMO FERRAMENTA DE
DIVULGAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO ENSINO MÉDIO**

PARNAÍBA

2017

ALEXANDRE DA COSTA FERREIRA

**A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SUNDATA COMO FERRAMENTA DE
DIVULGAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura
Plena em Física do Instituto Federal, Ciência e
Tecnologia do Piauí, em cumprimento às
exigências para obtenção do Título de Graduação.

Orientador: Prof. M.Sc. Bruno Pires Sombra

PARNAÍBA

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F381u FERREIRA, Alexandre da Costa
A utilização do software SunData como ferramenta de divulgação da energia
fotovoltaica no Ensino Médio / Alexandre da Costa FERREIRA - 2017.
48 p. : il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba, Licenciatura em Física, 2017.

Orientador : Prof Me. Bruno Pires Sombra.

1. Energia fotovoltaica. 2. Software SunData. 3. Ensino Médio. I. Título.

CDD 530

A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SUNDATA COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO ENSINO MÉDIO

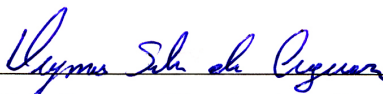
Alexandre da Costa Ferreira

Aprovado em 04 / 05 / 2017

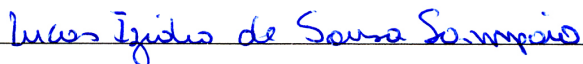
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Curso de Licenciatura em Física do IFPI/*Campus* Parnaíba, aprovado pela Banca Examinadora:



Prof. MSc. Bruno Pires Sombra - (Orientador) - Presidente
IFPI/*Campus* Parnaíba-PI



Profa. Esp. Deymes Silva Aguiar – Examinador
IFPI/*Campus* Parnaíba-PI



Prof. Esp. Lucas Izidio Sousa Sampaio– Examinador
IFPI/*Campus* Parnaíba-PI

Parnaíba PI

2017

AGRADECIMENTOS

Ao professor Bruno Pires Sombra, meu agradecimento por haver orientado e apoio tornando possível a realização desta monografia.

Aos colegas Ana Joane, Maria Edileuza, Joelson, Luciano, Tiago Silva e todo o pessoal do tabernáculo Emanuel pelas orações.

Agradeço aos meus pais Luiz e Francisca e também minhas irmãs Ana, Karol, Alexandra e Naira além do Leandro e todas as pessoas que fazem parte da minha vida pelo apoio e incentivo nessa jornada.

A todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para realizar esta produção monográfica.

Quase todos os homens são capazes de suportar adversidades, mas se quiser por à prova o caráter de um homem, dê-lhe poder.

Abraham Lincoln

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a importância da utilização do software SunData como ferramenta de ensino de energia fotovoltaica no Ensino Médio. A realização deste trabalho teve uma abordagem qualitativa, quantitativa e houve uma pesquisa de campo por meio de uma coleta de informações de uma turma da escola municipal João Silva Filho que trouxe, portanto, resultados em consequência aplicação de um questionário feito na turma. Dentro desse universo pesquisado descobriu-se que a mais da metade da turma não conhecia sobre a energia fotovoltaica e que com a aula ministrada utilizando o software SunData eles puderam perceber que ao ensinar sobre energia fotovoltaica a qualidade da aula em si não apenas deu significação ao conteúdo como melhorou em relação às aulas ministradas expositivas e dialogadas.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica. Software SunData. Ensino Médio.

ABSTRACT

This work aims to demonstrate the importance of using SunData software as a teaching tool for photovoltaic energy in High School. The accomplishment of this work had a qualitative, quantitative approach and there was a field research by means of an information collection of a class of João Silva Filho municipal school that brought, therefore, results in consequence of application of a questionnaire done in the class. Within this researched universe it was discovered that more than half of the class did not know about photovoltaic energy and that with the class taught using the software SunData they could realize that in teaching about photovoltaic energy the quality of the class itself not only gave meaning to the Content as it has improved in relation to lectured and expository classes.

Keywords: Photovoltaic energy. SunData Software. High school.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
1.1 Recurso solar	11
1.1.1 Relevância da energia solar	13
1.1.2 Energia solar fotovoltaica	14
1.1.3 Princípios fundamentais da célula solar	16
1.1.4 Física Moderna e quântica aplicada à Célula Solar	18
1.2 A aprendizagem significativa a seu histórico, características e outros fundamentos.....	26
1.2.1 Aprendizagem Significativa e o ensino de Ciências Naturais	28
1.2.2 A aprendizagem significativa na física no ensino da energia fotovoltaica	31
2 METODOLOGIA.....	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.1 Apresentando e discutindo resultados	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS.....	45
APÊNDICE – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA MONOGRAFIA.....	47

INTRODUÇÃO

Não se tem dúvidas de que o desenvolvimento da sociedade globalizada de hoje é dependente, entre outros aspectos, do total de energia possuída e a sua consequente demanda, tratando-se de um debate atual. Em outras palavras, se nos primórdios da humanidade a descoberta do fogo foi a única fonte de energia, com a evolução da sociedade em caráter social, econômico e tecnológico surgiram novas fontes que foram aplicadas e aperfeiçoadas. Entretanto, do uso inicial benéfico chegando à sua utilização desenfreada dos recursos naturais e energéticos, diversos problemas de âmbito local ou regional surgiram no contexto global.

Diante de tal fato, as transformações climáticas verificadas desde décadas passadas com uma maior precisão, promoverem uma recepção distinta de repensar os modelos de utilização de energia. Na realidade, essa e outras perspectivas (o efeito estufa resultante do acúmulo de gases lançados desordenadamente na atmosfera e consequentes princípios da queima de combustíveis fósseis e outros), têm levado a humanidade a uma demanda de novos modos de uso de energia, sempre tendo em vista o desenvolvimento sustentável e uma melhor qualidade de vida. Sendo observado tal fato na inclusão do disposto na Constituição Federal de 1988, em seu artigo 170, inciso VI:

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

[...].

VI – defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o ímpeto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação.

Há de se observar que o mundo vem considerando com maior atenção as questões de demanda pela autonomia energética, provocando o investimento em energias alternativas, inclusive ao petróleo, que aproveitam os recursos naturais sem afetá-los, além de promover o desenvolvimento humano.

Nesse ponto, há de se ver que tais debates têm voltado suas atenções sobre a finalidade do ensino de Física que, em grande maioria, propõe mudança nos currículos escolares e sugere a inserção de temáticas permanentemente em pauta. Especificamente em relação ao ensino e aprendizagem da Física no Ensino Médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais (2002, p. 229) reforçam tais considerações:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. (...) É necessário também que nessa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos técnicos e tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional.

O interesse pessoal reside em proporcionar aos alunos o uso de uma ferramenta de ensino e aprendizagem de física e, em especial à vinculada à energia solar. Sua relevância acadêmica está na aquisição desse conhecimento, proporcionando ao mesmo tempo sua importância profissional em virtude de sua realização resultar em um respaldo para o enfrentamento de fatores obstáculos que poderão aparecer relacionados ao tema na vida profissional.

Em sua estrutura foram edificadas: sua fundamentação teórica considerando o recurso solar, a energia fotovoltaica e a aprendizagem significativa na física no ensino da energia fotovoltaica; a metodologia utilizada especificando suas características, universo, população, amostra e critérios de seleção, bem como seu instrumento de coleta de dados; e a apresentação e discussão de seus resultados.

Partindo dessas preliminares, tem-se a concepção da utilização do software SunData como recurso de ensino e aprendizagem de energia fotovoltaica no Ensino Médio. Em sua origem, o problema levantado foi: qual importância da utilização do software SunData no ensino e aprendizagem de energia fotovoltaica?

Atendendo a esse questionamento, o objetivo geral foi demonstrar a importância da utilização do software SunData como ferramenta de ensino de energia fotovoltaica no Ensino Médio.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Recurso solar

Atualmente se vê que os combustíveis fósseis estão a dissipar a camada de ozônio com gases poluentes como o Cloro-Flúor-Carbono (CFC) e que as matrizes energéticas de natureza fósseis irão se esgotar em um tempo não muito distante (PINHO; GALDINO, 2014). Então é necessária a conscientização da população no sentido de divulgar as energias renováveis. Não restam dúvidas de que, no contexto atual da mudança do clima, a utilização de energias renováveis possam trazer benefícios, a exemplo da redução de gases combustíveis do efeito estufa. Desse modo, o uso de tais recursos disponíveis na natureza torna-se imprescindível. No conceito de Lima (2016, p. 13-14) trata-se de uma alternativa significativa de garantia do desenvolvimento humano partindo-se do fato “em que a proteção ambiental está intrinsecamente ligada ao próprio direito à vida”. Segundo a autora, a preservação do meio ambiente e a proteção da humanidade constataam “a grande necessidade mundial de proteger o meio ambiente e disseminar o desenvolvimento humano através da utilização de energias limpas”.

Aqui, vale dizer que as considerações dirigidas ao tema são generalizadas. Nesse ponto, há de se falar no recurso solar como a utilização de energia renovável que, para Pinho e Galdino (2014, p. 47) os benefícios gerados pelo Sol, inesgotável na escala terrestre de tempo, “tanto como fonte de calor quanto de luz, é hoje uma das alternativas energéticas mais promissoras para prover a energia necessária ao desenvolvimento humano”. Segundo os autores, ao se falar em energia, a lembrança deve ser há de que o Sol “é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia na Terra. Em outras palavras, as fontes de energia são, em última instância, derivadas, em sua maioria, da energia do Sol”.

Pinho e Galdino (2014, p. 67) informam que o sol é principal fonte de energia da terra, visto tratar-se de uma “inesgotável fonte energética, havendo um enorme potencial de sua utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia”, a exemplo da térmica, elétrica e da fotovoltaica. Torcate, Pedrosa Filho e Barros (2016, p. 7) acrescentam:

Nesse contexto, em que a busca por fontes renováveis de energia é constante, a energia solar é vista como uma das fontes de energia mais

abundantes e que pode satisfazer à necessidade da população. Isso porque, a utilização da energia captada pelo Sol é uma das formas mais antigas de conversão de energia, além de proporcionar facilidade e baixo custo da instalação, transmissão e manutenção.

O sol possui energia suficiente para manter o planeta por milhares de anos e o sol nos concede uma energia anual da ordem de 10^{24} Joules, A irradiação solar no topo da camada atmosférica é próximo de 1.367 W/m^2 , devido a excentricidade da Terra a uma variação na irradiação no decorrer do ano, durante o afélio o valor mínimo é de 1.322 W/m^2 e o valor máximo 1.412 W/m^2 durante o periélio, um fato importante a ser visto é a geometria da Terra em relação ao Sol, isto tem influência nas estações do ano e a duração dos dias.

Então para poder se encontrar os valores da componente direta da irradiação que incide sobre um plano horizontal ou mesmo a uma superfície inclinada, é necessário que se conheça os dados da irradiação sobre a superfície, toda esta informação é importante para os cálculos de irradiação solar direta coletado por dispositivos.

Segundo Trembert et al. (2009), o fluxo de potência global mostra que 54% da irradiação solar que incide no topo da atmosfera têm 7% da parte refletida e 47% absorvida, o restante dos 46% do total de irradiação são absorvidos e refletidos diretamente pela atmosfera, pode-se então frisar que o Sol concede a terra uma potência solarimétrica de 94 PW (Petawatt) que chegam efetivamente a superfície terrestre.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE – órgão vinculado ao ministério de minas e energia) a energia mundial consumida em 2014 foi cerca de 475,4 PWh e fazendo uma comparação o potencial da superfície terrestre considerado o potencial solarimétrico anual vezes duas horas tem-se 188 PW que chega a ser um valor consideravelmente alto em comparação a produção de eletricidade do ano de 2014, levando em conta que a energia é difundida e refletida, em um dia sem nuvens parte desta energia 20% é difusa e com o tempo nublado absolutamente temos até 100% de radiação difusa, para que haja uma fonte de captação da energia e meça o coeficiente de reflexão das superfícies é necessário considerarmos o albedo uma componente de reflexão de entorno tais como solo, vegetais, obstáculos etc.

A radiação sofre alterações devido as interações com a atmosfera, claro devido ao ser espalhado e absorvido e as modificações na radiação elas dependem da espessura da camada atmosférica que é denominada massa de ar A_m . Também pode ser dito que a massa de ar é o comprimento relativo da radiação direta que se dirige a superfície terrestre, então a massa de ar ela depende do ângulo zenital do sol, e devido às perdas na atmosfera a irradiação solar resulta em 1000 W/m^2 sendo este o valor padrão para potência nominal de um módulo fotovoltaico.

Medidores da radiação e potencial solarimétrico para projetos que visam utilizar o uso da energia solar é bastante relevante considerar algumas variáveis para a captação da energia e a influência que o clima e a atmosfera têm para a captação, considerando a medição da radiação difusa e direta. Os dados de indicação são úteis para identificar e selecionar o local de instalação de sistema fotovoltaico, além de medições devem proporcionar o cálculo da produção de energia e através da mediação estabelecer estratégias que operacione e dimensione o sistema de armazenamento.

Para a medição se utiliza dois instrumentos que são o piranômetro e o pireliômetro sendo que o piranômetro mede a irradiação global e o pireliômetro mede a irradiação direta. Há dois tipos de piranômetro, o piranômetro termoeletrico e o piranômetro fotovoltaico, sendo o primeiro útil para medir a irradiação solar difusa e a direta junto, uma característica boa a respeito é que este instrumento tem boa resposta espectral que chega a medir até 2500 nm .

1.1.1 Relevância da energia solar

Tomando como base o que cita os autores do livro Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos (2014) pode ser explanado vários tópicos referentes a energia solar fotovoltaica além de poder detalhar propriedades referentes a irradiação solar e aparelhos que auxiliam no funcionamento da mesma. A energia solar é a energia mais limpa que existe. Com o crescente aumento ela tem uma viabilidade muito grande para os produtores rurais e não somente para estes, seu custo benefício é eficaz.

Nos últimos 20 anos têm aumentado as pesquisas que buscam o aperfeiçoamento das células solares aumentando sua eficiência e buscando a

redução do custo. Para se ter êxito no uso da energia solar com o crescente aumento é necessário mais investimentos e incentivos fiscais para que os países em desenvolvimento possam adotar medidas e terem iniciativas que priorizem o uso de fontes renováveis mantendo assim a iniciativa de países desenvolvidos como Alemanha, Japão e China.

1.1.2 Energia solar fotovoltaica

Nas palavras de Pinho e Galdino (2014, p. 50-52) a energia solar fotovoltaica vem ser aquela adquirida por intermédio da “conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico), através de dispositivo fabricado com material semicondutor, a unidade fundamental desse processo de conversão”, sendo o efeito fotovoltaico o mais dotado, isto é, o de menor custo, peso e segurança, “para fornecer a quantidade de energia necessária para longos períodos de alimentação de equipamentos eletroeletrônicos no espaço”.

Pinho e Galdino (2014, p. 50-51) esclarecem que as tecnologias de maiores atenções utilizadas na produção de células e módulos fotovoltaicos são especificadas em três gerações, com a primeira distribuída em duas cadeias produtivas: “silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), que representam mais de 85% do mercado, por ser considerada uma tecnologia consolidada e confiável, e por possuir melhor eficiência comercialmente disponível”.

A segunda geração é a dividida em três cadeias produtivas: “silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre e índio (CIS) ou disseleneto de cobre, índio e gálio (GIGS) e telureto de cádmio (CdTe)”. Para os autores, esta geração demonstra menor eficiência em relação à primeira com “uma modesta participação do mercado, competindo com a tecnologia c-Si”, observando a existência de obstáculos relacionados “à disponibilidade dos materiais, vida útil, rendimento das células e, no caso de cádmio, sua toxicidade, que retardam a sua utilização em maior escala”.

Quanto à terceira geração, Pinho e Galdino (2014, p. 51-53) revelam que a mesma ainda encontra-se em fase de pesquisa e desenvolvimento, testes e produção em menor volume, sendo dividida em três cadeias produtivas: “célula fotovoltaica multijunção e célula fotovoltaica para concentração (CPV – Concentrad

Photovoltaics), células sensibilizadas por corante (DSSC – Dye-Sensitized Solar Cell) e células orgânicas e poliméricas (OPV – Organic Photovoltaics)”. Os autores relatam que a tecnologia CPV vem demonstrando ter uma capacidade para a fabricação de módulos portadores de altas eficiências, apesar do seu custo não corresponder à competitividade das tecnologias que atualmente prevalecem no mercado.

Especificamente, em relação às atenções dadas à energia fotovoltaica no Brasil, Pinho e Galdino (2014, p. 57-58) fazem um breve histórico, com destaque para: o desenvolvimento inicial de módulos fotovoltaicos pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e o Centro Tecnológico da Aeronáutica – CTA (hoje Centro Tecnológico Aeroespacial – CTA), em 1950 e a realização do Primeiro Simpósio Brasileiro de Energia Solar, em 1958; os anos 70, de o desenvolvimento tecnológico do país “equiparava-se ao que ocorria nos países de vanguarda no mundo, incentivado pela crise internacional do petróleo”; os anos 80 e 90, onde aconteceu um progresso “em escala de laboratório e piloto, de várias tecnologias relacionadas à purificação de silício para uso de células fotovoltaicas e à fabricação destas células em várias universidades e centros de pesquisa, bem como em empresas privadas”.

Nesse caso, convém anotar outros fatos brasileiros, caso do que ressaltam Pinho e Galdino (2014, p. 59-63), entre outros aspectos, a criação do Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Fotovoltaica (CB-Solar), em Porto Alegre(RS), em 2004, sendo que na atualidade, a capacidade de sistemas fotovoltaicos instalados no Brasil, incluindo sistemas isolados e conectados à rede, é da ordem de 30 a 40MWp (ABINEE, 2012). O mercado brasileiro ainda não apresenta atratividade para a instalação no país de indústrias de módulos fotovoltaicos, que precisam de um mercado anual da ordem de centenas de MWp.

Também, há algumas poucas fábricas de inversores fotovoltaicos de pequeno porte (300 a 500 W) para SIGFIs, mas não de controladores ou inversores de maior potência ou de inversores para conexão a rede. Por causa desse mercado ainda incipiente, o número de empresas domésticas de projetos e instalações de sistemas fotovoltaicos é pequeno e, na sua maioria, com pouca experiência. Sem políticas públicas de incentivo, estima-se que o mercado fotovoltaico brasileiro irá crescer timidamente alguns megawatts ao ano.

A Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE (2016) adverte que o ritmo de crescimento da procura nacional pela energia solar fotovoltaica permanecerá lento, em razão de, entre outros aspectos: o fato do custo de geração do sistema fotovoltaico demonstrar-se ainda não muito competitivo; o elevado investimento nas instalações residenciais; “as distribuidoras mostram restrições à micro e minigeração de perda de mercado”; a inexistência de políticas peculiares de financiamentos e de modelos de comercialização; o pouco conhecimento dos consumidores a respeito do sol como fonte fotovoltaica de geração de energia limpa.

Nesse âmbito, há de se verificar que o avanço tecnológico do Brasil tem passado por períodos de solidificação e por períodos de dificuldades, embora se tenha o conhecimento de que o país é dotado de altos índices de irradiação solar e, segundo Pinho e Galdino (2014, p. 90) existam poucas estações meteorológicas que registrem em ordem sistemática a quantidade da irradiação solar incidente em períodos de tempo.

1.1.3 Princípios fundamentais da célula solar

As células solares são unidades fundamentais para o qual ocorre o efeito fotovoltaico, convertendo a luz solar em corrente elétrica. Para tanto, é necessário materiais semicondutores que são materiais intermediários na condução de eletricidade, como Si e o Ge, existe um processo no qual os elétrons de semicondutores como silício ou a germânio compartilham 4 elétrons na camada mais externa contudo estes elétrons podem se tornar livres nos átomos para o caso em que os elétrons recebam energia cinética de outras partículas ou meramente energia, eles podem romper a ligação covalente com os átomos e se tornarem livres e passam a compor a banda de condução onde passam a integrar a corrente elétrica nas regiões de condução, vale lembrar que a junção pn onde se observa que os materiais semicondutores ganham impurezas no caso do tipo p é introduzido elementos que possuam três elétrons de valência e para o tipo n são introduzidos elementos que tenham cinco elétrons de valência.

A esta introdução de impureza se dá o nome de dopagem, é esta dopagem fará com que as células obtenha uma melhor banda de condução, melhorando pois a eficiência da célula solar, lembrando que portadores do tipo p são portadores de

carga chamada de buraco ou lacunas que portam o valor de carga correspondente a do elétron em módulo.

As moléculas de semicondutores unidas a essas impurezas tendem a fazer com que, a essa junção pn criem um campo elétrico entre as cargas ocasionando assim uma corrente elétrica, para esta situação, a energia solar através dos fótons ao entrar em contato com a junção pn ao receber energia o elétron fugirá da região em que estar preso para formar uma corrente elétrica, então note que quanto menor o comprimento de onda, maior rapidez os elétrons irão se desprender a célula fotovoltaica tem o funcionamento semelhante a curva de resposta do olho do ser humano no caso do silício chegando ao pico de resposta a 0,8 μm , praticamente no infravermelho, estes materiais que são utilizados não apresentam queda significativa da eficiência mesmo diante das variações de temperatura, vale ressaltar que a eficiência da célula fotovoltaica é obtida pela razão entre a energia elétrica produzida e pela quantidade de energia luminosa incidente, tudo isto é calculado por meio da potência elétrica de saída e a potência fornecida pela luminosidade.

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\% \quad (1)$$

A eficiência das células solares tem suas limitações como nomeia Lopez (2012, p. 93):

A luz que é refletida, ou perdida pela superfície da célula pode ser minimizada por meio de tratamento da superfície; A perda da luz que é refletida por contatos elétricos na parte frontal da célula pode ser minimizada com a utilização de contatos elétricos transparentes; A quantidade de luz que passa através do material semicondutor sem colidir com alguns elétrons pode ser limitada pela seleção de materiais de alto índice de absorção. Alguns tipos de filmes possuem espessura inferior a um micron, absorvendo 90% da luz solar. Cristal simples e silício policristalino devem possuir espessura entre 50 e 150 microns para apresentar a absorção efetiva; Elétrons e lacunas criado por fótons podem se recombinar antes de alcançar a junção e formar corrente elétrica . Ligas de hidrogênio são usadas para prevenir esta recombinação em materiais policristalino e amorfos (não cristalinos); A resistência elétrica no interior de um semicondutor pode ser minimizado durante a etapa do projeto.”

Ao falar de rendimento não se pode desprezar as potências e energias geradas, portanto, a potência gerada necessita de fatores como: a radiação solar incidente num painel que coleta e a potência instalada.

$$P_g = A \times R_s(t) \times \eta \quad (2)$$

Observa-se que η é o rendimento do sistema, no qual é composto do rendimento do painel solar e do rendimento do condicionamento da potência; verifica-se que A é a área do painel e R_s é a radiação solar incidente dependente do tempo. Observe que o rendimento da célula solar está associado através da quantidade utilizada de calor em um período de tempo pela irradiação total dentro do mesmo intervalo de tempo, o rendimento depende de vários fatores entre eles estão; o material utilizado, técnica de fabricação, temperaturas e os demais fatores externos, tendo em vista que a energia gerada anual de um sistema fotovoltaico é:

$$E_g = P \times F_c \times 8760 \text{ h/ano} \quad (3)$$

Considere F_c é o fator de capacidade que depende de perdas do sistema, capacidade instalada e quando há de disponibilidade de insolação. Veja que a célula solar é conseqüentemente os painéis dependem de perdas do sistema, capacidade instalada e quanto há de disponibilidade de insolação.

1.1.4 Física Moderna e quântica aplicada à Célula Solar

A célula solar depende de certos princípios físicos para o funcionamento dela, portanto, a natureza rege estes parâmetros, dentro destes parâmetros pode ser analisada a Física Moderna e Quântica para assim se chegar ao entendimento de fenômenos mais abrangentes como a física dos semicondutores.

Os físicos teóricos do século XX deixaram contribuições que são inquestionavelmente a base fundamental para todo o desenvolvimento tecnológico que hoje no século XXI desfrutamos, o que seria de tecnologia se Max Planck não houvesse proposto a teoria da quantização de energia e qual foi a problemática em que ele buscava solução? Vejamos, havia um questionamento sobre as questões que envolvia a radiação de corpos negros, esses corpos negros nada mais são que corpos que podem absorver e também emitir toda a radiação que sobre eles são incididos, e que um corpo negro tem uma distribuição uniforme de temperatura, existe equilíbrio mecânico, ou seja, não há ação de forças ou tensões, equilíbrio radiativo essa taxa é constante e por fim equilíbrio químico as reações químicas são contrabalanceadas pelas reações inversas, então pode ser dito em resumo que

estes corpos apenas dependem da frequência e da temperatura, o que levou Max Planck a estrada.

Esta problemática foi que normalmente os corpos de cor clara eles podem refletir parte da radiação que lhe é atribuída, contudo, essa radiação ao ser transmitida a um corpo lhe transfere energia cinética. As moléculas, em que essas moléculas ganham energia de vibração um torno de posição de equilíbrio, ocasionando assim um aumento de temperatura, no entanto, quando os elétricos nos átomos estando, pois os átomos carregados, eles são acelerados e pela teoria do eletromagnetismo elas também deveriam irradiar luz, causando uma perda de energia, diminuindo, pois a energia cinética das moléculas e consequentemente sua temperatura.

Em resumo pode-se dizer que os cientistas da época eles buscavam por respostas a este estranho problema do corpo negro, o corpo claro poderia ter uma taxa de emissão de energia maior, em função de tempo, enquanto o corpo negro teria um valor constante de emissão, foi observado então que os corpos quando são aquecidos como, por exemplo, um metal atizador de ferro ao serem aquecidos, eles vão sofrer uma variação de cor à medida que ele vai sendo aquecido até chegar a um ponto em que sua temperatura ao estar elevado demais ele vai se tornando branco-azulado e maior parte desta energia é emitida fora das frequências visíveis, ou seja, em consequência do aumento de frequência a aumento da temperatura e boa parte da radiação emitida é invisível aos nossos olhos, pois estão fora do infravermelho, e toda essa problemática foi chamado de catástrofe do ultravioleta, vale lembrar que estamos levando em consideração um número de átomos e moléculas e elétrons.

A partir de então Max Planck propôs que a energia contrariamente ao que previa a física clássica propôs que a energia apenas poderia assumir certos valores, o que se diz que a energia é quantizada, ou seja, pode assumir apenas valores múltiplos da constante de Planck e frequência, não poderia ser contínua no nível atômico.

$$E = nh\nu \quad (4)$$

Onde:

n = para números naturais

h = constante de Planck

ν = frequência.

Vale lembrar que os resultados experimentais não foram compatíveis com a previsão da física clássica, portanto, esta foi a ideia que revolucionar e trouxe a luz novas teorias advindas a partir da teoria quântica e consequentemente apenas cinco anos após a proposição de Planck, um jovem físico que trabalhava em um escritório de patentes fundamentava ainda mais a teoria de Planck este veio a ser Albert Einstein com sua proposição e seu trabalho explicando o efeito fotoelétrico, o efeito fotoelétrico reportar a luz na superfície metálica ou em superfícies rígidas de um corpo no estado sólido poder arrancar elétrons em terminais onde essa superfície seja condutora de eletricidade, no caso havendo fios que interliguem do terminal dos cátions para os ânions se observará uma corrente elétrica, mas vale lembrar que para chegar em algumas conclusões também houve objeções no que tange a teoria de propagação de luz.

Como cita o Eisberg ([1933], 2014, p. 55-56):

Objeção 1 (o fato de $K_{\max}$ não depender da intensidade luminosa), a teoria do fóton concorda integralmente com a experiência. Dobrar a intensidade da luz meramente dobra o número de fótons e, portanto, duplica a corrente fotoelétrica, isto não muda a energia $h\nu$ de cada fóton ou a natureza do processo fotoelétrico descrita na (2).

$$K = h\nu - w \quad (5)$$

A objeção 2 (a existência de um limiar de frequências) é removida imediatamente por (3)

$$K_{\max} = h\nu - w_0 \quad (6)$$

Se $K_{\max}$ é igual a zero, temos:

$$h\nu_0 = w_0 \quad (7)$$

Que significa que um fóton de frequência ν_0 tem exatamente a energia necessária para ejetar os fotoelétrons, e nenhum excesso que possa aparecer como energia cinética. Se a frequência for menor que ν_0 , os fótons, não importando quanto eles sejam, isto é, quão intensa seja a iluminação, não terão individualmente a energia necessária para ejetar fotoelétrons.

Objeção 3 (a ausência de retardamento). É eliminado pela hipótese do fóton, pois a energia necessária é fornecida em pacotes concentrados ela não se espalha uniformemente sobre uma área extensa, se houver luz incidindo sobre o cátodo, haverá pelo menos um fóton que o atinge; este fóton será imediatamente absorvido por algum átomo causando a imediata emissão de um fotoelétron.

É válido o pensamento que no interior do átomo o elétron, quando atingido pela energia de um fóton ao atingir uma dada frequência, elétron no interior do

átomo irá saltar uma camada, devido ele ficar excitado e logo voltará para o seu estado fundamental onde ele está em seu estado estacionário, portanto, ao voltar para o estado fundamental emitir um fóton de energia que pode ser caracterizado como:

$$E = (n - 1) h\nu \quad (8)$$

Onde:

$n = 0, 1, 2, 3 \dots$

Interessante é que a experiência de efeito fotoelétrico mostra a natureza da luz como partícula, sendo que Maxwell havia proposto a natureza ondulatória da luz e por meio de suas equações de onda, chegou ao valor exato de propagação da luz no vácuo e para completar a situação Compton por meio de suas experiências provou que a luz interage com o elétron, ou seja, interage com a matéria, Compton mostrou o desvio que acontece com o elétron ao sofrer uma colisão com o fóton de luz, então existe um ângulo de espalhamento no qual o elétron sofre por causa da colisão, isto teoricamente mostraria o comportamento da luz como partícula, o que é válido já que esta é uma discussão antiga proposta pelos físicos do tempo de Newton X Huygens e Hertz bem mais a frente do tempo pode provar experimentalmente o que Maxwell propôs então vem Einstein e Compton provando que a luz também se comporta como partícula, mas afinal o comportamento da luz é onda ou partícula?

A história diria que uma bela discussão no século XX, aconteceu entre dois cérebros brilhantes, diria Einstein “Deus não joga dados” (a respeito do comportamento dual da luz) replicaria Niels Bohr “quem é você pra dizer o que Deus tem que fazer com os seus dados”. Então contrariamente a Einstein sobrevieram teorias que pareciam mostrar que a natureza quântica não é bem determinística como ele queria que fosse. Um exemplo vivo seria o princípio a incerteza de Heisenberg que diria, não existe precisão para o nível atômico nas medidas de posição e momentos simultâneos, pelo efeito Compton se pode provar que a luz interage com o elétron e causa desvio nele, como se fosse um jogo de sinuca em que a bola principal colide com as bolas na qual se pretende que vá ao buraco, porém Louis Victor De Broglie propôs ao elétron e posteriormente isto é, composição da matéria ou parte da matéria associou que a matéria tem momento, então a ela também tem comprimento de onda isto sugere que a matéria tem um

comportamento ondulatório, portanto, eis aí novamente o comportamento dual, onda X partícula, então o princípio da indeterminação nos trás essa ideia que no nível atômico as medidas são imprecisas e quanto maior o grau de exatidão de uma medida muito mais imprecisa é a medida de outra grandeza, na física clássica se você tivesse uma partícula pontual se você descobrisse a velocidade e a aceleração da partícula, se poderia ter o tempo e a posição da partícula, contudo, o princípio da indeterminação não perante, a ela é associada uma incerteza $\frac{h}{2}$ ¹ então a definição tem a seguinte equação:

$$\Delta X \cdot \Delta p \geq \frac{h}{2} \quad (9)$$

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2} \quad (10)$$

Em outro enunciado quanto mais precisão se tem de energia atribuída, menos teremos a precisão do tempo gasto, ou seja, quando uma das medidas tender a um valor máximo a outra tenderá a zero. Todas essas descobertas levaram os físicos a formular a teoria da mecânica quântica e todo formalismo que leva este aparato para o entendimento físico da situação, portanto, antes de enunciarmos o formalismo da mecânica quântica vale ressaltar que sem a descoberta atômica é impossível se estudar o movimento do elétron sendo assim J.J. Thomsom propôs um modelo atômico no qual o átomo tinha configuração estável e os elétrons eram como pudim de passas fazendo uma analogia, em que os modos normais de vibração correspondessem às frequências observadas no espectro de emissão o problema deste modelo é que as forças eletrostáticas não conseguiam manter o sistema um equilíbrio estável, assim sendo então o elétron estaria em movimento acelerada para não fugir do átomo, pela teoria do eletromagnetismo isso teria uma consequência na qual as cargas aceleradas emitiam radiação e, portanto, o átomo teria que emitir energia contínua o que na prática é inobservável.

Rutherford lançou um experimento no qual usou partículas de hélio ou partículas ∞ em uma tela de sulfato de zinco e observou que muitas partículas ao colidirem tinha uma leve deflexão de 1° o que parecia concordar com a teoria J.J. Thomson, contudo descobriu que algumas partículas chegavam a ter uma deflexão de até 90°, o que incitava a pensar que deveria haver um núcleo para o átomo e que

¹ $\frac{h}{2}$ constante Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$.

este núcleo era a parte mais massiva do átomo. Então, Bohr complementou a ideia de Rutherford ao propor que os elétrons eles em órbitas definidas e não irradiam luz nesta órbita que chamou de estado estacionário, o outro postulado foi que os átomos só podem irradiar luz ao sofrerem transição do estado fundamental para uma camada superior ao retornarem ao estado fundamental devido a sua excitação emitir um fóton de luz e por fim o último postulado de Bohr para o átomo é o princípio da correspondência no qual diz “No limite de grandes órbitas e altas energias, os resultados quânticos devem coincidir com os resultados clássicos” (TIPLER, 2014, p. 105).

Em 1926, Erwin Schrödinger propôs a teoria que rege o comportamento ondulatório da matéria e que é essencial para explicar o comportamento do elétron em vários problemas e conseqüentemente trouxe consigo mesmo uma série de soluções e abriu a porta para descoberta de uma série de perguntas. A equação de Schrödinger é uma das equações que são essenciais da física, e não há dedução dela por meio da física clássica, note que a validade da equação de Schrödinger é para valores muito menores que a velocidade da luz. E ela caracteriza as somas de energia dada por:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \Psi(x,t)}{\partial x^2} - v \Psi(x,t) = i \hbar \frac{\partial \Psi(x,t)}{\partial t} \quad (11)$$

Note que essa é a equação geral, porém apenas será exposta a condição na qual a equação de Schrödinger é independente do tempo, em nível de informação e formalismo é necessário expor algumas ideias como a condição de normalização que nada mais é do que a probabilidade de se encontram o elétron dentro de uma dada região na qual sua posição é imprevisível então considere o que “A probabilidade de um elétron seja encontrado no intervalo $(X_1, X_1 + dx)$ ou no intervalo $(X_2, X_2 + dx)$ é a soma das probabilidades parciais, $P(X_1) dx + P_2(X_2) dx$. Como o elétron tem que estar necessariamente em algum ponto do espaço, a soma das probabilidades para todos os valores de X deve ser igual da 1. Note que a solução de $\Psi(X)$ são valores complexos, portanto, a probabilidade deve ser em valor real o que nos diz a:

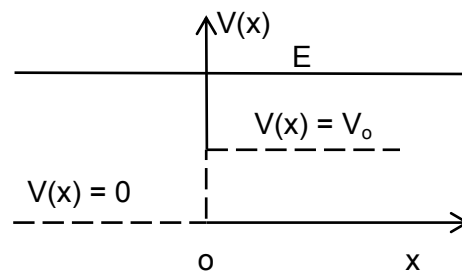
$$p(x,t) = \Psi(x,t) * \Psi(x,t) dx = (\Psi)^2(x,t). dx \quad (12)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \Psi * \Psi dx = 1 \quad (13)$$

A equação 10 é a chamada condição de normalização, a normalização estabelece restrição as possíveis soluções da equação de Schrödinger e tem um significado e que a função de onda tende a zero com rapidez na qual a integral da equação 10 permaneça finita quando x tendem a $\pm \infty$. Três condições básicas regem as equações de onda para o elétron levando em consideração que as equações de onda são independentes do tempo, as condições são unívocas, contínuas e finitas, por meio desta condição finalmente se chega a condição problema no qual todo este tema está fundamentado a célula fotovoltaica aplicada a teoria quântica, claro que a ideia é mostrar a problemática da teoria quântica para assim falar da aplicação e a problemática como não pode ser tratado isoladamente sem ter o entendimento do elétron então toda a base teve que ser dada, lembre-se a equação Schrödinger independente do tempo é, trabalhando em termos de uma direção, para simplificar, deixando em termos de derivadas ordinárias.

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \Psi(x)}{dx^2} - V \Psi(x) = E \Psi(x) \quad (14)$$

A mecânica quântica tem uma aplicação do chamado potencial degrau (para o caso em que a energia seja maior que o potencial). Nesta situação nos reportamos ao elétron quando quer escapar no caso de uma célula fotoelétrica que ao receber energia tenta escapar da superfície metálica e se caso sua energia não seja muito maior que a altura do degrau no potencial que existe na superfície metálica possivelmente o elétron não escape e isto causa perda significativa na eficiência das células fotoelétrica para os casos em que a luz da frequência que ilumina na sejam, pois muito superior à frequência limite. Então quantitativamente:



$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \Psi(x)}{dx^2} = E \Psi(x) \quad \text{p/ } x < 0 \quad (15)$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \Psi(x)}{dx^2} = (E - V_0) \Psi(x) \quad \text{p/ } x > 0 \quad (16)$$

Lembrando que na mecânica quântica a influência do potencial degrau é descrito.

$$\Psi(x,t) = \Psi(x) \cdot e^{-iEt/\hbar} \rightarrow \text{solução geral} \quad (17)$$

Note que a ideia na resolução da equação de Schrödinger é encontrar as constantes que formam a amplitude de energia e que ao passar de um meio para outro sempre há mudança no número de onda, consequentemente pode haver transmissão do elétron como onda de um meio para outro, ou mesmo haver reflexão do elétron ao colidir na parede de potencial. Então note que a solução obedece aos princípios: finita, contínuas e unívocas, portanto, a solução da equação 12 e 13, seguindo esses princípios:

$$\Psi(x) = \begin{cases} A \cdot e^{iK_1x} + A \left(\frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2} \right) \cdot e^{-iK_1x} & x \leq 0 \\ A \cdot \left(\frac{2K_1}{K_1 + K_2} \right) \cdot e^{iK_2x} & x \geq 0 \end{cases} \quad (18)$$

Observe que existe o coeficiente de reflexão que nada mais é que a probabilidade do elétron ser refletido na região onde $X < 0$ e as chances de que este evento aconteça é menor que 1, o fato relevante é que $R < 1$ quando $E > V_0$, outro fato é que na condição em que $E < V_0$ o valor $R = 1$, então a chance de reflexão na frente do outro problema é de no mínimo chamar a atenção. Sendo, pois a reflexão para o problema de $E > V_0$:

$$R = \frac{B \cdot B}{A \cdot A} = \left(\frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2} \right) * \left(\frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2} \right) = \left(\frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad (19)$$

Então toda esta problemática nos mostra a seguinte ideia que o elétron ele pode não escapar da superfície mais externa de um metal mesmo. Que receba energia maior, contudo isto prejudica o rendimento nas células fotoelétricas, fazendo pois de cair o seu rendimento e prejudicando sua eficiência.

1.2 A aprendizagem significativa a seu histórico, características e outros fundamentos

Na informação de Felicetti e Pastoriza (2017, p. 3) foi na década de 1960 que David Ausubel, Joseph Novak e Helen Hanesian elaboraram as primeiras concepções de aprendizagem significativa, reportada à aprendizagem de significados como necessariamente importante aos seres humanos, devendo ser procurada “prioritariamente”, visto que esses conceitos são referentes à noção e à representação das coisas, além de serem adquiridos gradualmente e de modo particular, sendo que “uma nova aprendizagem significativa dará origem aos significados adicionais”.

Segundo os autores especificados acima, embora a teoria da aprendizagem significativa tenha tido origem nas concepções de Ausubel, Novak e Hanesian, é com Ausubel que a mesma foi considerada e difundida. Para Ronca (2017, p. 91-92) o aspecto mais importante da obra de David Ausubel foi a preocupação em abordar o ensino de forma que pudesse colaborar com o desempenho dos professores em salas de aula, sendo o ponto de partida de sua teoria o conjunto de conhecimentos que o aluno traz consigo, que ele denominou de estrutura cognitiva e denominou a mesma a “variável mais importantes que o professor deve levar em consideração no ato de ensinar”.

Ronca (2017, p. 92-94) observa que esse tipo de aprendizagem é um “processo cognitivo”, lembrando que para Ausubel conhecer a estrutura cognitiva de seus alunos é o “desafio imediato” que deve ser imediatamente ultrapassado, ou seja, como contribuir para que essa estrutura se torne mais clara, estável e organização adaptavelmente. Nesse sentido, Silva e Schirlo (2017, 37-38) observam que Ausubel é um representante do cognitivismo que propõe a Teoria da Aprendizagem Significativa como um esclarecimento teórico do processo de aprendizagem, com o objetivo de “clarificar a aprendizagem escolar e o ensino em geral”. Conforme os autores, Ausubel explica que a:

Aprendizagem Significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do estudante, de modo que o conhecimento prévio do educando interage, de forma significativa, com o novo conhecimento que lhe é apresentado, provocando mudanças em sua estrutura cognitiva.

Também, fundamentando-se na obra de Ausubel, Zombero e Laburú (2017, p. 14) afirmam que o mesmo esclareceu ser a essência de sua teoria um processo por intermédio do qual as ideias expressas simbolicamente possam se relacionar a aspectos significativos já constituídos na estrutura cognitiva dos alunos, a exemplo de imagens, símbolos, “conceito ou proposição por meio de uma relação não arbitrária e substantiva”.

Zompero e Laburú (2017, p. 14) ainda enfatizam que Ausubel ressaltou a necessidade de o aluno ter uma disposição para aprender significativamente, visto não acontecendo essa tendência, o processo de aprendizagem “será puramente mecânico e a aprendizagem memorística”. Nesse ponto, Ronca (2017, p. 93) destaca dois fatores que, na obra de Ausubel colaboram significativamente para a aquisição de uma adequada estrutura cognitiva: a utilização, em uma determinada disciplina, daqueles “conceitos e princípios que tenham o maior poder de extensão”, e o uso de metodologias que demonstrem e organizem a ordem do conteúdo de modo a “aumentar a clareza e a estabilidade da estrutura cognitiva”.

Silva e Schirlo (2017, p. 38) acrescentam o fato de que a organização da estrutura cognitiva dos alunos é importante para a aprendizagem de conceitos científicos, visto os mesmos serem eles constituídos por uma disposição de conceitos e proposições formadoras de “um conjunto de novas relações que interagem com uma estrutura de conhecimento específica, denominada por Ausubel de subsunção”, isto é, uma estrutura peculiar por intermédio da qual uma recente informação “pode se agregar o cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual que armazena experiências prévias do sujeito”.

Oportunamente, Silva e Schirlo (2017, p. 38-39) lembram em termos de exemplo do acima relatado que, em Física, se os conceitos de unidades de medida já existirem na estrutura cognitiva do educando, os mesmos “servirão de subsunções para novas informações referentes aos conceitos de velocidade e aceleração”. No esclarecimento dos autores:

O professor, ao introduzir um novo conteúdo de Física, por exemplo, pode começar a explicar sobre velocidade, fazendo uso dos subsunções que ancoram esse tema. Ou seja, o professor pode fazer uso dos conceitos de medida, unidades de medida ou mesmo proposições sobre esses temas, pois esses podem ser considerados como subsunções que aportarão o novo conteúdo.

Complementando suas observações, os autores em evidência advertem sobre a possibilidade de o educando não apresentar os subsunçores essenciais “para ancorar o novo conteúdo a ser estudado”, sugerindo que o professor apresente esses conceitos ao aluno, para depois explicar o novo conteúdo propriamente dito.

Ainda, fundamentando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Silva e Schirlo (2017, p. 39) citam a possibilidade de o educando possuir os subsunçores, mas que não se apresentam como ativas em sua estrutura cognitiva, sugerindo que o professor deve, nesse caso, promover um trabalho com “organizadores prévios, para preparar ou ativar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do estudante”. E retornando ao exemplo da Física, mais uma vez, oportunamente, os autores indicam o trabalho do professor com os conceitos de medida, “deixando o conteúdo velocidade para uma segunda etapa”.

Há de se ressaltar que a Teoria da Aprendizagem Significativa não encontra-se especificamente reportada ao ensino da Física, mas, também, é indicada face às outras ciências naturais, objeto de considerações a seguir.

1.2.1 Aprendizagem Significativa e o ensino de Ciências Naturais

A Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, de acordo com Tavares (2017, p. 1) tem como proposta preconizar as bases para o entendimento de como a pessoa humana “constrói significados e desse modo apontar caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa”. E referindo-se à segunda fase dessa teoria, Silva e Schirlo (2017, p. 39) relatam que na mesma é sugerido que o material apresentando na aprendizagem seja “potencialmente significativo” para que o aluno possa manifestar uma “disposição de relacionar o novo material, de maneira substantiva e não arbitrária à sua estrutura cognitiva”.

Especificamente, em relação à aprendizagem significativa e o ensino de Ciências Naturais e objetos de aprendizagem dessa teoria, Tavares (2017, p. 1) tem um significativo texto diante de recursos instrucionais que podem ser programados os conteúdos das disciplinas dessas ciências, caso da Física e da Biologia, especificamente aos exemplos de mapas conceituais, animação interativa e representações múltiplas.

Considerando a Física, a Química e a Biologia como Ciências da Natureza, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, em sua parte III, discutem o ensino dessas ciências, da matemática e das tecnologias, referindo-se a um conhecimento eficiente, histórico e crítico, útil à vida, ao trabalho e não somente para o ingresso na universidade.

De acordo com Moraes (2005, p. 25) as concepções referenciadas pelos PCNs de Ciências da Natureza no Ensino Médio levam a crer que o “estudo de ciências deve prover ao indivíduo as ferramentas necessárias para que ele possa fazer as melhores escolhas, num mundo cada vez mais complexo”.

Especificamente, diante do ensino da disciplina de Física no Ensino Médio, os PCNs (1999, p. 2) prescrevem que a Física deve-se revelar como um rol de competências peculiares que possibilitem “perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos”.

Nessa linha de pensamento, Moraes (2005, p. 38) salienta que a Física no Ensino Médio é uma disciplina que, na maioria das vezes, requer “habilidades como abstração, raciocínio, pensamento, reflexão, criatividade, experimentação, dentre outras”, o que lhe caracteriza como “trabalhosa”, visto nem todas essas habilidades serem desenvolvidas durante a formação do educando.

Diante dos docentes da disciplina de Física no Ensino Médio, Oliveira (2012, p. 15) relata que os PCNs orientam os professores a:

Buscar orientações, instrumentos e novas formas de ensinar, para se concretizar as práticas escolares, as mudanças e necessário poderá fazer escolhas dos conteúdos que forem mais importantes no Ensino Médio. Além do educando conhecer e saber da existência da Física, é fundamental que ele saiba fazer uso da mesma como ferramenta a mais para transformar, modificando sua forma de pensar e agir, lidar com situações reais com a utilização dos conteúdos aprendidos na disciplina de Física.

Oliveira (2012, p. 15-16) aponta como requisito para o que acima transcrito aconteça a necessidade dos estudantes adquirirem competências que possa ser aplicadas em circunstâncias cotidianas, no “desenvolvimento do senso crítico através de debates, num contexto interdisciplinar, que envolvem questões como a verificação e a apreensão dos acontecimentos físicos, além da utilização da linguagem apropriada e contextualizada”.

Nesse sentido, os PCNs (1999, p. 34) referindo-se ao ensino da Física no Ensino Médio ressaltam que “a memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para a formação de competências e habilidades desejáveis” nessa modalidade de ensino. Para Nascimento (2010, p. 12) os PCNs constataam que a Educação tradicional não promove resultados qualitativos ao pensamento humano, visto que nas condições especificadas “as mentes jovens perdem suas aptidões naturais para contextualizar os saberes e integrá-los em seus conjuntos”. E reforçando o relatado, os PCNs (1999, p. 32) ditam:

A aquisição do conhecimento, mais do que a simples memorização, pressupõe habilidades cognitivas lógico-empíricas e lógico-formais. Alunos com diferentes histórias de vida podem desenvolver e apresentar diferentes leituras ou perfis conceituais sobre fatos físicos, que poderão interferir nas habilidades cognitivas. O aprendizado deve ser conduzido levando-se em conta essas diferenças.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais face à disciplina de Física no Ensino Médio, conforme Oliveira (2017, p. 16), sintetizam seis conteúdos estruturalmente que colaboram com a aquisição das principais competências para o ensino dessa ciência nessa modalidade: movimentos, variações e conservações; equipamentos eletromagnéticos e telecomunicações; som, imagem e informação; matéria e radiação; universo, terra e vida.

Oliveira (2017, p. 16) afirma que esses temas colaboram com a organização de atividades escolares, esclarecendo os caminhos levados em consideração na aquisição de competências dos alunos, aliado ao fato de colaborarem na “organização, planejamento ritmo na sala de aula, lembrando que os temas devem ser contextualizados e às outras áreas”.

De acordo com os PCNs (1999, p. 19-20) os temas descritos podem ser os responsáveis por um dos possíveis modos para a organização das atividades escolares, “explicitando para os jovens os elementos de seu mundo vivencial que se deseja considerar”, não se tratando de uma exclusiva releitura e organização dos conteúdos da física direcionados aos objetivos desejados, mas especialmente para exemplificar de maneira concreta, as possibilidades e as direções para o desenvolvimento das seguintes competências e habilidades: representação e comunicação; investigação e compreensão; contextualização sociocultural.

Quanto à organização do trabalho escolar, os PCNs (1999, p. 32-33) face à disciplina de Física do Ensino Médio, prescrevem que os temas em evidência “não devem ser entendidos como lista de conteúdos mínimos”, acrescentando:

Considerando os três anos de duração do Ensino Médio e para garantir um processo de crescimento dos alunos, algumas ênfases deveriam ser mantidas. Certamente, todas as competências estarão sendo promovidas em todas as séries, já que qualquer abordagem temática requer tanto linguagem, como investigação ou contextualização histórica e social. No entanto, é provável que haja diferenças quanto à forma e à abrangência com que competências são trabalhadas, pois de uma série de ensino para outra se espera que o crescimento dos alunos assim o exija.

Aliado a isso, os PCNs (1999, p. 36-40) consideram que o debate a respeito das competências e os conhecimentos a serem proporcionados não deveria acontecer dissociado das estratégias de ensino e aprendizagem pretendidos “na medida em que são essas mesmas estratégias que expressam de forma bem mais concisa o que se deseja promover”, exemplificando determinadas estratégias: o mundo vivencial, a concepção de mundo dos alunos, o sentido da experimentação, as formas de expressão do saber da Física, a resolução de problemas, a Física como cultura, a responsabilidade social.

Há de ser ressaltado que os PCNs (1999, p. 40) advertem que o seu conjunto de ideias representadas “procurou apenas explicitar algumas das dimensões a serem consideradas na reformulação das práticas e objetivos formativos do ensino de Física no Ensino Médio”, servindo apenas como marco inicial de um debate “imprescindível e urgente”, o de que é necessária uma maior atenção para a “articulação entre as competências, conhecimentos e estratégias a serem propostos e desenvolvidos”, incluindo especialmente a troca de experiências.

1.2.2 A aprendizagem significativa na física no ensino da energia fotovoltaica

No conceito de Moreira (2016, p. 25-26) no momento atual do campo educativo praticamente não se houve falar “estímulo, resposta, reforço positivo, objetivos operacionais, instrução programada e tecnologia educacional”, ou seja, na sociedade globalizada de hoje “as palavras de ordem são aprendizagem significativa, mudança conceitual, ensino centrado no aluno e construtivismo”. Neste trabalho, as atenções se dirigem para a aprendizagem significativa que, para o autor trata-se do processo por intermédio do qual “uma nova informação (um novo

conhecimento) se relaciona de maneira não-arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz”, observando ser no decorrer desse tipo de aprendizagem “que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito”.

Torcate, Pedrosa Filho e Barros (2016, p. 5) informam que a aprendizagem significativa é uma teoria originalmente desenvolvida por David P. Ausubel que considerava esse ideal de aprendizagem a que engloba um “novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva”. Nesse sentido, Moreira (2005, p. 05) esclarece que na aprendizagem significativa existe uma integração entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se transformam, ou seja, “à medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis”.

Nesse ponto, Torcate, Pedrosa Filho e Barros (2016, p. 5-6) consideram ser “necessário priorizar os conceitos físicos, contextualizando-os e tendo como ponto de partida o conhecimento prévio de cada aluno”, isto é, “se faz necessário criar possibilidades de atividades que contemplem a ideia da aprendizagem significativa”. Aliado a isso, de acordo com os autores:

Nos dias atuais, a realidade em que se inserem os alunos é um pouco atribulada, pois, em um mundo repleto de informações, há choque entre matérias publicadas pelos meios de comunicação referentes, por exemplo, aos efeitos que são causados pela radiação ultravioleta, à crise mundial no abastecimento de água, ao fim anunciado dos combustíveis fósseis (petróleo), e à procura cada vez maior de energias alternativas.

Especificamente, em relação à aprendizagem significativa da Física no ensino da energia solar, um debate científico atual de interesse geral, Torcate, Pedrosa Filho e Barros (2016, p. 7) asseguram que na procura da minimização desses choques de informações, “é pertinente realizar uma proposta de ensino que vise contribuir tanto para a contextualização do ensino da Física quanto para questões ambientais e energéticas, trazendo para o âmbito escolar aplicações da energia solar”. E os autores acrescentam, exemplificando:

Um sistema fotovoltaico é composto por um painel fotovoltaico, montado a partir de um conjunto de células de silício texturizadas, laminadas e tratadas

com materiais específicos que aumentam sua absorção e vida útil. Estas células de silício geram tensões e correntes que estão condicionadas às ligações, em paralelo ou em série, das células. Portanto, conceitos como: tensão, corrente contínua, corrente alternada e lei de Ohm presentes no currículo de Física do 3º ano do Ensino Médio, podem ser visualizados na prática, com a utilização dos módulos fotovoltaicos.

Há de se observar que a indicação da visualização de conceitos físicos relacionados à energia fotovoltaica utilizados neste estudo, por intermédio da utilização do software SunData, também foi um dos instrumentos utilizados requerendo dos alunos participantes o seu envolvimento com a aprendizagem significativa.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi baseado em uma pesquisa bibliográfica em termos de pressupostos teóricos do que se pretendia conhecer na prática, com a utilização de livros, artigos e outros trabalhos já publicados em todos os meios disponíveis a seu respeito. Sua abordagem é qualitativa, quantitativa e com uma pesquisa de campo. Qualitativa, por ter sido desenvolvida com o uso de métodos e técnicas para uma melhor compreensão do que se pretendia conhecer. Quantitativa, em razão de ter trabalhado com números (tabulação e porcentagem). E, pesquisa de campo, por ser desenvolvido um trabalho empírico reportado ao alcance de seus objetivos.

Esta pesquisa de campo teve como universo a cidade de Parnaíba-PI, facilitando a sua aplicação, visto ser a cidade onde o pesquisador reside. Esse município vem sendo considerado como universitário devido a um aumento significativo de instituições acadêmicas que nele estão sediadas, inclusive promovendo o ensino da Física sob novas abordagens pedagógicas. A pesquisa se deu na Escola Pública João Silva Filho.

A Escola João Silva Filho pertence à rede municipal de ensino da cidade, oferecendo as modalidades de Ensino Fundamental Maior e Ensino Médio, nos três turnos diários (manhã, tarde e noite), bem como a Educação de Jovens e Adultos (EJA) apenas no período noturno.

A amostra desta pesquisa foi relativa a dezessete (17) alunos do 3º ano B, período noturno, do Ensino Médio da escola evidenciada. Seus critérios de inclusão e exclusão foram relativos a serem os estudantes pertencentes ou não ao ano e modalidade de ensino referida. Seu instrumento de coleta de dados foi um questionário dotado de seis (6) questões fechadas, sendo a última desmembrada em duas partes: uma quantitativa (fechada) e uma qualitativa (aberta), com vistas a um melhor esclarecimento de suas respostas.

Tratando-se de uma pesquisa em que, inicialmente, foi ministrado apresentado aos alunos aspectos reportados aos benefícios do Sol, destacando a energia solar como modelo de energia limpa, fundamentos da célula fotovoltaica e outros, este trabalho fez uso do software SunData com o objetivo de visualização dos conceitos físicos relativos à tecnologia (energia) solar fotovoltaica e foi reportado que os alunos fizessem suas considerações a

respeito do questionário aplicado em sala de aula, conseqüentemente, teve uma significativa aprendizagem dos alunos, sendo considerado na apresentação dos seus resultados e discussões, posteriormente.

Nesse caso, convém anotar o que informa Pinho e Galdino (2014, p. 95) comentando a respeito de programas computacionais para acessar e tratar dados de irradiação solar, especificam que o programa SunData foi desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) da Eletrobrás e do Ministério de Minas e Energia, tratando-se de uma “ferramenta para apoio ao dimensionamento de um SFV”. Segundo os autores, o SunData:

É baseado no banco de dados CENSOLAR (além de outras fontes), contendo valores de irradiação diária média mensal no plano horizontal para cerca de 350 pontos no Brasil e em países limítrofes. O SunData apresenta os dados mensais para planos inclinados em três ângulos de inclinação, orientados para o Equador. Para saber a irradiação solar global diária média mensal de uma localidade basta entrar com as suas coordenadas geográficas.

Na apresentação do software SunData aos alunos participantes, foram informados que poderiam utilizar o site do CEPEL para maiores informações, incluindo a obtenção de dados climáticos de qualquer região do Brasil e, conseqüentemente com esse pressuposto tem-se a concepção de informatizar e avaliar dados do potencial solar da região parnaibana, em caráter de aprendizagem significativa para os alunos, visto a seguir.

Antes disso, se faz necessário anotar que a pesquisa de campo deste estudo teve início com a exposição antecipada de sua proposta aos alunos e à direção da escola, prevenindo-lhes da conduta ética a ser observada com o anonimato dos seus participantes em virtude da preservação de suas identidades. Portanto, de característica predominantemente transversal em face de sua realização ser em um breve período de tempo, este trabalho centrou sua construção numa abordagem metodológica coerente com os objetivos propostos.

A aplicação em sala de aula se deu por intermédio de exposições, utilizando e Datashow como ferramenta para o ensino e aconteceu de ser exposto o conteúdo contextualizado sobre eletricidade, abordando a célula solar e seu contexto histórico, bem como o seu desenvolvimento, propondo enfatizar a questão das energias renováveis, particularmente sobre a energia solar fotovoltaica. Foi feita uma

demonstração de um programa, sendo o SunData, no qual converte dados de latitude e longitude de uma dada região local, fornecendo os dados de irradiação solar na região.

Então, devido, à falta de estrutura para ser exposto, foram apenas utilizadas as imagens gráficas e os dados fornecidos para que os discentes pudessem ver o potencial local da região, obtendo esse conhecimento no qual está em ascensão. A carga horária fez um total de quatro aulas, com cada aula de duração de 40 minutos.

A Teoria de Aprendizagem Significativa propõe que o aluno receber uma dada, informação, esse conhecimento que ele obtém não está desvinculado daquilo que ele já tem o conhecimento, antes está interligado. Portanto, o aluno vê sentido e significação no conteúdo que lhe é ensinado, neste trabalho, em particular, percebeu-se que os alunos puderam interagir com aquilo que já haviam visto falar sobre energia solar. Puderam entender melhor e além de ter noção histórica do surgimento das células solares e desenvolvimento e aqueles que não conheciam o tema antes puderam ver e aprender um pouco sobre esta questão.

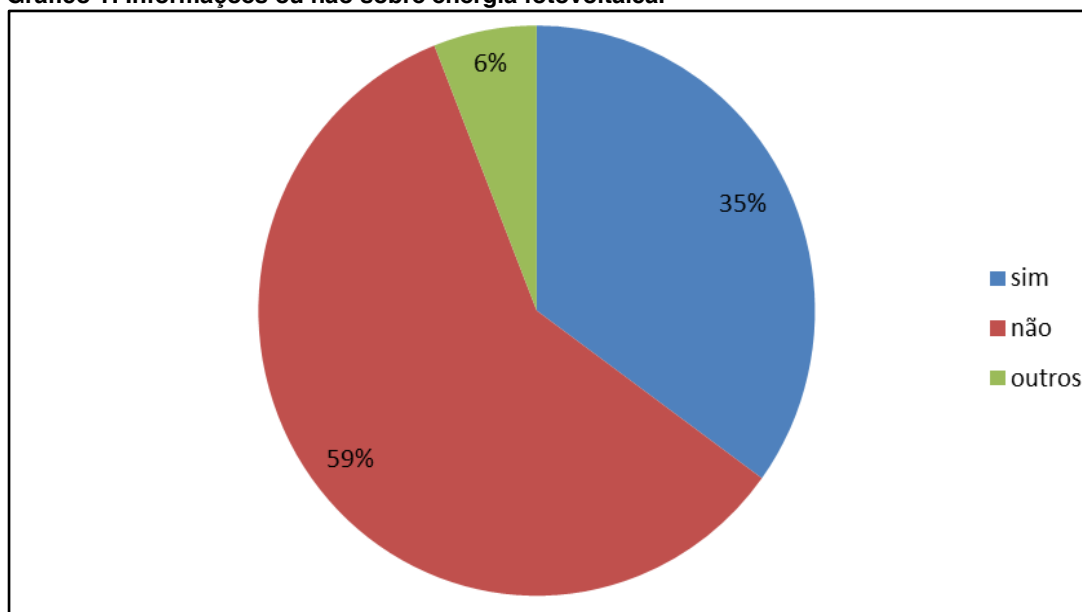
Logo, os alunos puderam relacionar aquilo que eles já haviam ouvido falar e visto e aprofundar um pouco sobre a temática desenvolvida, concedendo, pois uma visualização mais profunda e enfática ao ver a software SunData.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Apresentando e discutindo resultados

Fundamentando-se na ideia de que os estudantes encontram informações cada vez mais diversificadas sobre temas sociocientíficos, é que se direcionou aos participantes da pesquisa se os mesmos já haviam ouvido falar de energia fotovoltaica antes da aula que foi ministrada a respeito da energia solar, sendo o demonstrado no gráfico 1 seu resultado.

Gráfico 1: Informações ou não sobre energia fotovoltaica.

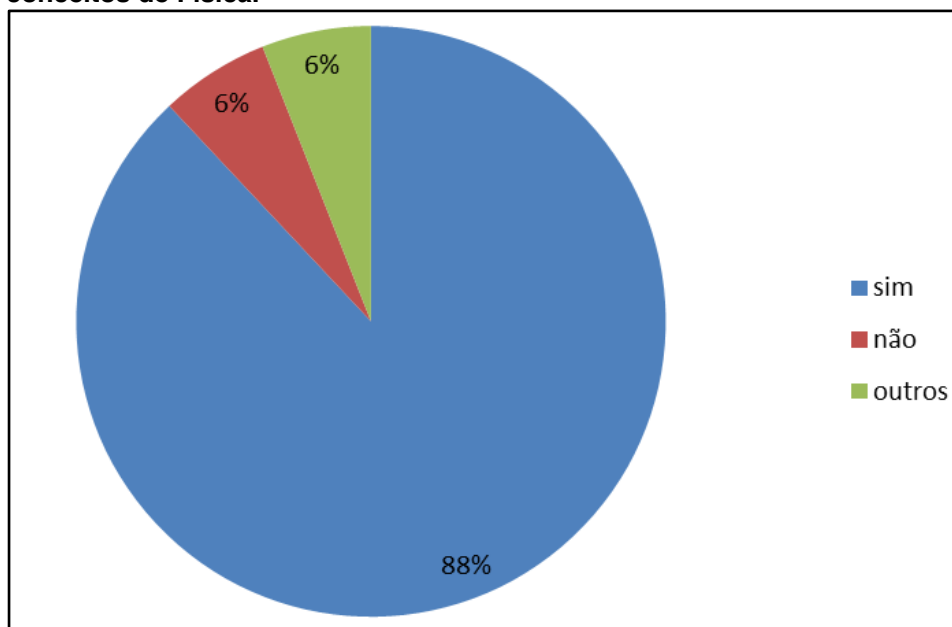


Fonte: Autoria própria (2016).

Então, percebe-se que dos alunos avaliados da turma, a maior porcentagem não tinha conhecimento sobre energia fotovoltaica, 35% da turma já tinha ouvido falar da energia fotovoltaica, enquanto uma minoria de 6% não quis opinar. Nesse ponto, há de se lembrar que energia fotovoltaica é um conceito considerado novo em termos de conhecimentos gerais ou vinculado pela mídia em pequena escala, podendo ser o argumento do resultado de 59% e 35% apresentados.

A segunda questão, também fundamentada nas informações diversificadas de assuntos sociocientíficos, foi relativa a se a aula sobre energia fotovoltaica tinha sido importante para o entendimento dos conceitos de física, o resultado é mostrado no gráfico 2.

Gráfico 02: A importância da aula sobre energia fotovoltaica para o entendimento dos conceitos de Física.



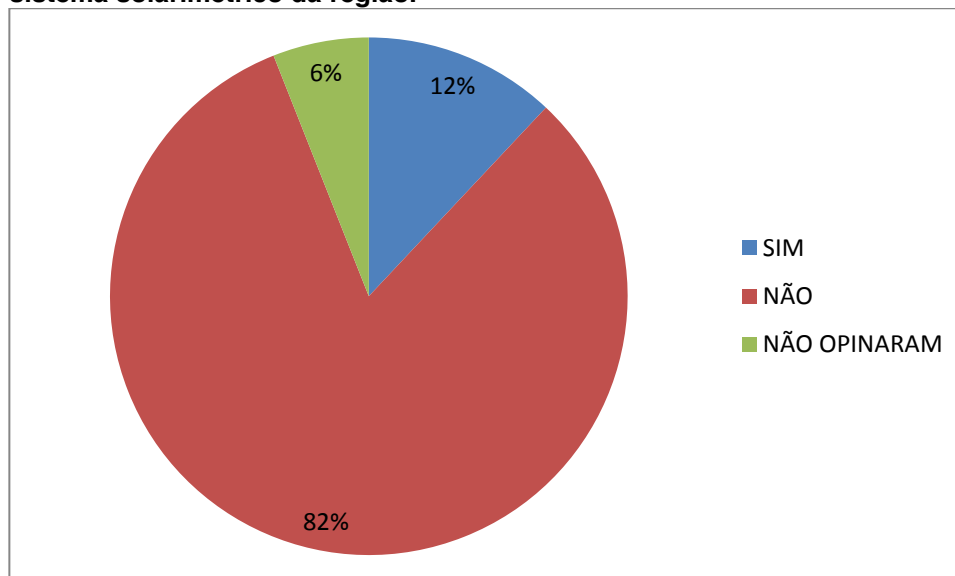
Fonte: Autoria própria (2016).

De acordo com o demonstrado no gráfico 02, é constatado um percentual de: 88% para os estudantes que optaram pela importância da aula sobre energia fotovoltaica para a compreensão dos conceitos da Física, 6% para que não concebem essa importância e 6% para outros aspectos.

Dentro desta perspectiva podemos dizer então que houve uma porcentagem significativa em que os alunos puderam assimilar e ter entendimento dos conceitos de física que foram abordados na aula, os conceitos aplicados foram a energia atômica do elétron explicada proposta por Planck que explica a razão das lacunas criada entre as ligações químicas entre materiais semicondutores, além de poder mencionar sobre a dopagem de elementos que explicam o princípio de funcionamento de uma célula solar. Pode se constatar que a aprendizagem reteve significado ao se ministrar física de modo interdisciplinar e contextualizado.

Na terceira questão fizemos uma pergunta referente a saber se antes eles já haviam visto algum programa ou apresentação que proporcionasse dados solarimétricos da região onde as pessoas vivem e o resultado é apresentado no gráfico 3.

Gráfico 3: A visão de um programa ou apresentação propiciadores de dados do sistema solarimétrico da região.



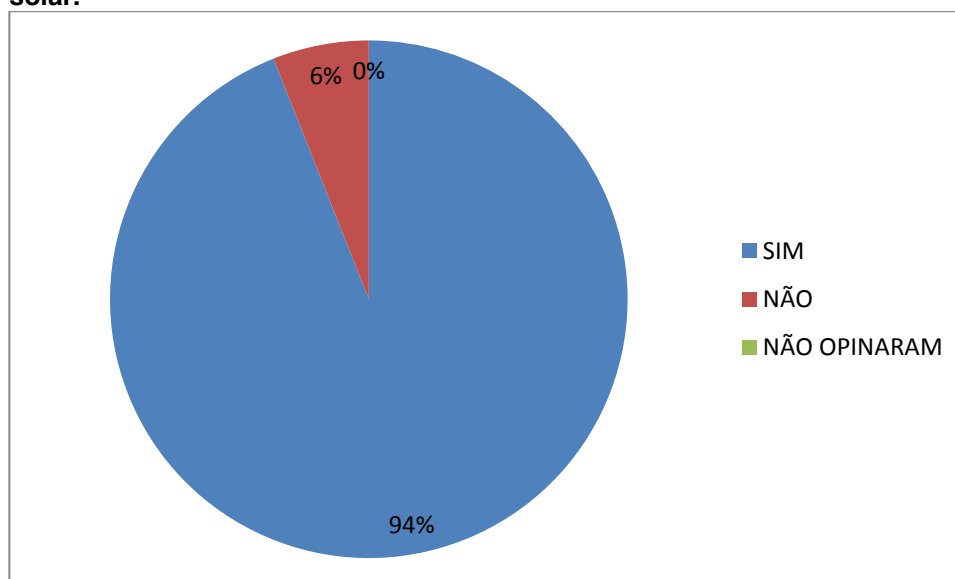
Fonte: Autoria própria (2016).

Conforme o resultado verificado no gráfico 3 é percebido um percentual de: 82% dos alunos da turma participante da pesquisa que nunca havia visto nenhum programa ou apresentação que medisse a radiação solar na região em que vive, 12% para os que já viram e 6% para os que preferiram não opinar.

Nesse resultado, dois aspectos devem ser ressaltados. O primeiro, o de se levar a crer na relevância de dispositivos tecnológicos cada vez mais sólidos com suas contribuições ao progresso científico. E o segundo, consequente do anterior, o acesso a esses instrumentos por meio da internet, então em sala esse software foi apresentado aos alunos através de apresentação e exposto os dados de irradiação local do município de Parnaíba proporcionando uma melhor compreensão das energias renováveis pelos estudantes, a exemplo do programa SunData, pertencente ao Centro de Referência de Energia Solar e Eólica Sergio Brito – CRESESB, por intermédio do qual se pode acessar seu site e, com a disponibilização dos dados de latitude e longitude de um local é possível a aquisição de informação solarimétricas deste. Logo, pode-se afirmar que tais dados são meios informativos para quem tenciona investir em um desenvolvimento sustentável com energia fotovoltaica para si própria.

Já a quarta questão reportou-se à compreensão da relevância e o impacto positivo promovido pela energia solar por parte dos alunos participantes da pesquisa, com o seu resultado apresentado no gráfico 4.

Gráfico 4: Compreensão da relevância e o impacto positivo promovido pela energia solar.



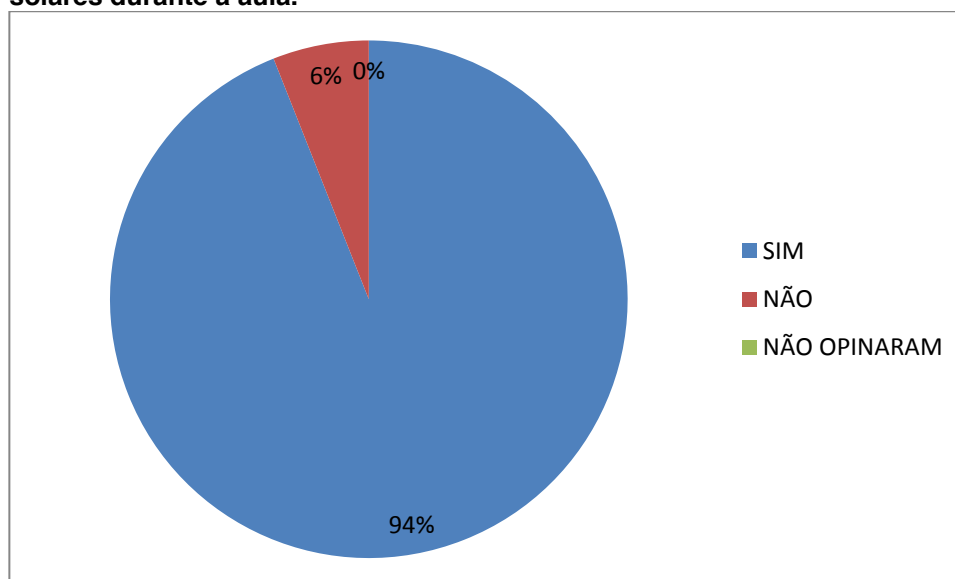
Fonte: Autoria própria (2016).

Segundo o verificado no gráfico 4 é percebido um percentual de 94% para a aquisição da compreensão da importância e o impacto positivo promovido pela energia solar e apenas de 6% para uma não obtenção desse entendimento. Nesse âmbito, há de se observar que foram demonstrados aos alunos os benefícios de energia solar ao meio ambiente e à qualidade de vida na Terra, embora seu custo fosse alto, com políticas de incentivos fiscais, levadas a sério, poderiam baratear a produção para o consumo desse tipo de energia limpa.

Então, podemos perceber que a apresentação trouxe aos alunos informações que puderam efetivar uma conscientização de que a energia solar é uma energia limpa e proporciona o desenvolvimento sustentável de uma região ou de uma dada comunidade, que possa adotar a mesma como parte integrante.

A quinta questão fechada foi referente a se os alunos participantes da pesquisa tinham adquirido informações históricas sobre o desenvolvimento das células solares, com o seu resultado sendo demonstrado no gráfico 5.

Gráfico 5: Aquisição de informações históricas do desenvolvimento das células solares durante a aula.



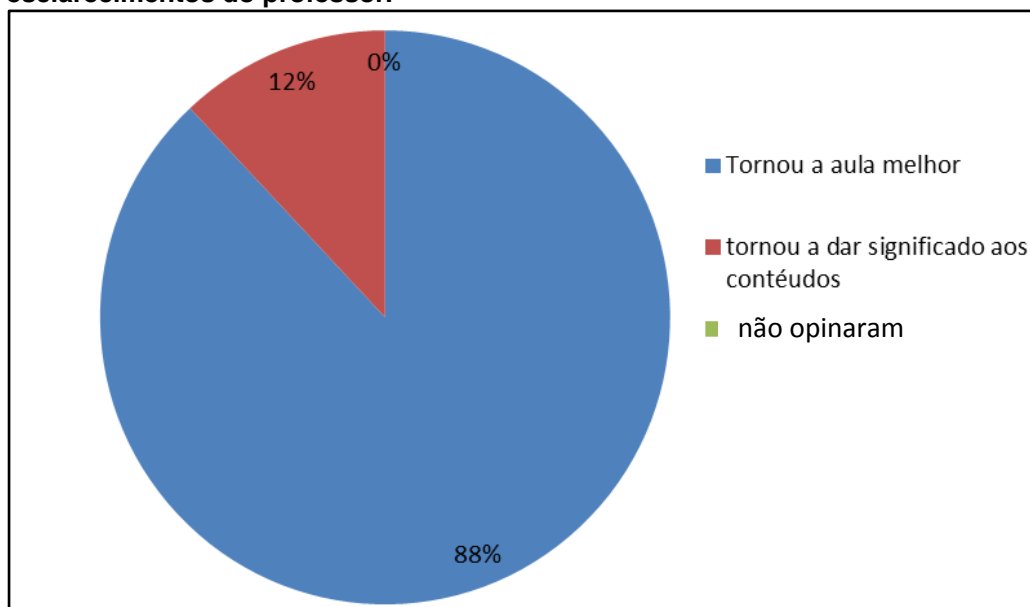
Fonte: A autoria própria (2016).

No gráfico 5 pode-se constatar um percentual semelhante ao obtido na questão anterior, em razão de 94% foi relativo aos alunos que obtiveram as informações históricas sobre o desenvolvimento das células solares exposto na aula e apenas 6% foi referente aos que não assimilaram tais informações.

O resultado da questão em evidência constata que as informações históricas são bastante importantes para que o aluno compreenda como ocorreu o desenvolvimento da ciência e as descobertas científicas, ocasionado devido à persistência de físicos e químicos e o quanto o valor da descoberta da matéria, das moléculas e do átomo e suas propriedades são importantes para o desenvolvimento tecnológico que, conseqüentemente, traz benefícios para humanidade.

Na última questão são observados dois aspectos. O primeiro relativo à característica subjetiva (qualitativa) e o segundo referente à parte quantitativa demonstrado no gráfico 6, apresentando a concepção dos alunos da aquisição de conhecimentos por intermédio de um software aplicado junto ao auxílio dos esclarecimentos do professor e a consequência da aula.

Gráfico 6: Concepção da aquisição de conhecimentos por meio do SunData e esclarecimentos do professor.



Fonte: A autoria própria (2016).

De acordo com o resultado quantitativo da questão em análise, pode-se perceber um percentual de 88% para a alternativa tornou a aula melhor e 12% para tornou significativa, constatando a principal hipótese deste estudo, a de despertar o interesse dos alunos na aprendizagem de conceitos físicos direcionados aos benefícios que a energia solar promove, por intermédio de alternativas (caso do software SunData) utilizadas pelo professor em sala de aula e com o objetivo de propiciar uma aprendizagem significativa.

Acrescentando e consolidando as afirmações, encontra-se a argumentação qualitativa da questão, na qual foi solicitado aos alunos participantes se a alternativa utilizada teria dado significado à aula e que emitissem opiniões. Desse modo, em razão da dificuldade da demonstração de todas as considerações dos alunos frente à questão, as destacadas são devido às suas relações específicas com a confirmação da hipótese da pesquisa, já revelada. Antes disso, é necessário lembrar que os alunos foram denominados por números aleatórios, não obedecendo a nenhum critério, vistos a seguir:

Não. Porque visou um assunto que está envolvido com a física (ALUNO 01).

Tornou sim. Foi uma aula muito informativa e que me tirou algumas dúvidas que eu tinha (ALUNO 02).

Sim. O software auxiliou o professor em testes de intensidade e trouxe gráficos que puderam ser utilizados pelo professor para melhor explicação do assunto (ALUNO 03).

Sim. Pois a aprendizagem fica mais interessante e melhor (ALUNO 04).

Sim. Tornou a aula mais interessante, e o software como exemplo ficou melhor de entender (ALUNO 05).

Portanto, houve diversas opiniões consideradas positivas em relação a demonstrar conceitos de física envolvidos no assunto de células solares e a história da física por trás do conteúdo ministrado, sendo contemplado pelos alunos na ótica da história e da contextualização do exposto. Logo, 17 (dezesete) alunos apreciaram bastante esta aula, em especial muito informativa quanto significativa a informação ministrada, segundo os próprios estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não se pode contestar o fato de que, no ensino e aprendizagem, a utilização de alternativas pedagógicas em detrimento do ensino tradicional tornam as aulas mais construtivas tanto para os professores quanto para os alunos, visto os benefícios serem recíprocos. Logo, fundamentando-se na indicação de que com este uso a aprendizagem é mais significativa, pode-se assegurar tratar-se de uma realidade, embora este estudo não tenha dirigido suas maiores atenções à aprendizagem significativa.

Em primeiro plano, por evidenciar que é de significativa importância o uso do software SunData como ferramenta de ensino e aprendizagem de energia fotovoltaica, em virtude de unanimidade dos alunos ter se reportado à constatação de uma aprendizagem significativa, relevando a parceria desse instrumento com a ação do pesquisador (professor).

Em segundo momento, a identificação da compreensão dos conceitos de física de energia fotovoltaica leva à crença de uma melhor assimilação deles por parte dos alunos, unindo a tradição oral docente com recurso tecnológico e, conseqüentemente, uma aprendizagem significativa.

Em terceiro plano, a averiguação do entendimento da relevância e o impacto positivo da energia solar levam a pensar em uma maior veiculação sobre o assunto que, atendendo também ao conhecimento da importância da energia fotovoltaica, revela-se desafiante. Entretanto, compensador.

Portanto, faz-se necessário a iniciativa e a sugestão de novos trabalhos e pesquisas reportados a uma temática complexa e abrangente, em razão de se comportar de acordo com os ditames atuais do mundo, embora o mesmo reconheça em seus recursos naturais suas maiores fontes de energia, a exemplo máximo do sol o responsável pela existência de todas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA – ABINEE. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotos.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2016.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 1999.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 1999.

BRASIL. **PCNs+ Ensino Médio**: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Ministério da Educação/Sentec, 2002.

EISBERG, Robert. **Física Quântica, átomos moléculas, sólidos núcleos e partículas**. 29 reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 1979.

LIMA, Raquel Araújo. **A produção de energias renováveis e o desenvolvimento sustentável**: uma análise no cenário da mudança do clima. Disponível em: <<http://www.producao-energias-renovaveis-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em 07 jun. 2016.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. **Energia Solar para produção de eletricidade**. São Paulo: Artliber Editora, 2012.

MORAES, Ronny Machado de. **A aprendizagem significativa de conteúdos de Biologia no Ensino Médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande-MS, 2005.

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, v. 2, n.4, 38-44. Rozário, Argentina, 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa**: um conceito subjacente. Disponível em: <http://www.aprendizagem_significativa.conceitosubjacente>. Acesso em 06 jun. 2016.

NASCIMENTO, Tiago Lessa do Nascimento. **Repensando o ensino da Física no Ensino Médio**. Disponível em: <file:///C:/Users/Franze/Downloads/tiago_lessa_nascimento.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.

OLIVEIRA, Marina Aparecida Ferreira de. **As diferentes metodologias utilizadas no Ensino de Física do Ensino Médio**. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4667/1/MD_EDUMTE_II_2012_14.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio (Orgs.). **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: CEPEL – CRESESB, 2014.

REZENDE, Sergio M. **Materiais e dispositivos eletrônicos**. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da.; SCHIRLO, Ana Cristina. **Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel**: reflexões para o ensino de Física ante a nova realidade Social. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/viewFile/22694/PDF>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

TAVARES, Romero. **Aprendizagem Significativa e o ensino de Ciências**. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/ANPED-28.pdf>>. Acesso em:

TIPLER, Paul A. (1933). Física Moderna. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

TORCATE, A. S.; PEDROSA FILHO, M. H. O.; BARROS, K. C. T. F. R. **Utilização de kits de ensino sobre energia solar fotovoltaica como proposta didática para aulas de física no Ensino Médio**. Disponível em: <<http://www.utilizacao-kits-ensinosobreenergia-solar.fotovoltaica.>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

RONCA , Antonio Carlos Caruso, **Teorias de Ensino** : a contribuição de David Ausubel: Disponível em : < <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/tp/v2n3/v2n3a09.pdf>. Acesso em :10 de Mar.2017

r

APÊNDICE – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA MONOGRAFIA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
Campus de Parnaíba

As questões abaixo se referem a uma pesquisa de campo para elaboração do trabalho de conclusão do curso De Graduação em Física pelo Instituto Federal do Piauí. O objetivo dessa pesquisa é fazer um diagnóstico a respeito da utilização de um software para auxiliar no ensino de energia solar. Estamos a sua disposição para qualquer informação em relação à pesquisa.

Obrigado!

ALEXANDRE DA COSTA FERREIRA

alexcf78@gmail.com

Perfil do entrevistado

ENSINO REGULAR () EJA ()

INSTITUIÇÃO DE ESTUDO: () PÚBLICA () PRIVADA

Sobre a disciplina Física

01 – Você já havia ouvido falar de energia fotovoltaica antes da aula que foi ministrada a respeito de energia solar?

() sim

() não

02 – A aula sobre energia fotovoltaico foi importante para entender os conceitos de física?

() outro

Sim () não ()

03 - Você já havia visto algum programa ou apresentação que proporcionasse dados do sistema solarimétrico da região onde você vive?

Sim () não ()

04 – Você compreendeu a relevância e o impacto positivo que a energia solar traz ?

() sim

() não

05 – Você obteve informações históricas do desenvolvimento das células solares na aula

Sim () não ()

06- você julga que o conhecimento através de um software aplicado na aula auxiliou na obtenção da informação dada pelo professor , tornou a aula melhor? Tornou a dá significado a aula? Dê sua opinião.
