

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



*Universidade Regional
do Cariri - URCA*

ENERGIA SOLAR NA PERSPECTIVA DA ABORDAGEM CTS E UM ENSINO
PROBLEMATIZADOR NO ENSINO MÉDIO NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE, CE

Daniel Wagner Araujo Xenofonte

JUAZEIRO DO NORTE

2021

Daniel Wagner Araujo Xenofonte

ENERGIA SOLAR NA PERSPECTIVA DA ABORDAGEM CTS E UM ENSINO
PROBLEMATIZADOR NO ENSINO MÉDIO NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE, CE

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

Orientador: Prof. Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas

JUAZEIRO DO NORTE, CE

2023

ENERGIA SOLAR NA PERSPECTIVA DA ABORDAGEM CTS E UM ENSINO
PROBLEMATIZADOR NO ENSINO MÉDIO NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE, CE

Daniel Wagner Araujo Xenofonte

Orientador:

Prof. Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas

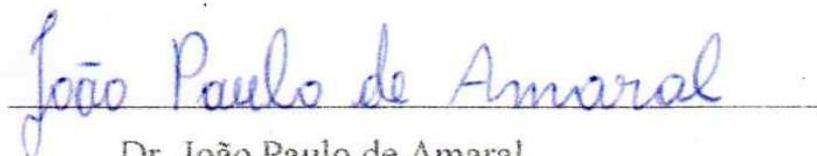
Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri – URCA, polo 31 no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:



Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas

(Orientador - URCA)



Dr. João Paulo de Amaral

(Membro externo – SEDUC - CE)



Dr. Francisco Eduardo de Sousa Filho

(Membro Interno - URCA)

Juazeiro do Norte, 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha Catalográfica elaborada pelo autor através do sistema de geração automático da Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri - URCA

Xenofonte, Daniel Wagner Araujo

A663e Energia Solar na perspectiva da abordagem CTS e um ensino problematizador no ensino médio na cidade de Juazeiro do Norte - CE / Daniel Wagner Araujo Xenofonte. Juazeiro do Norte - CE, 2023.

92p. il.

Dissertação. Mestrado Profissional em Educação da Universidade Regional do Cariri - URCA.

Orientador(a): Prof. Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas

1.Energia, 2.Radiação Solar, 3.Ensino Médio; I.Título.

CDD: 621.1

Agradecimentos

Quero agradecer a Deus principalmente, porque sem Ele não estaria aqui estudando, me esforçando e dedicando para terminar o curso.

Quero agradecer a minha família por me incentivar ao curso e ao término do curso, especialmente a minha linda esposa Paula Cleane, meu amado filho Davi e minha irmã Danielle, que foram eles que me deram força e coragem para o decorrer e o término do curso

Quero agradecer aos meus professores que com toda dedicação e paciência e tornaram seus respectivos tempo e informações para transmitir para nós alunos que foi de grande valia para nossa aprendizagem. Agradecer aos meus colegas que contribuiu para a aprendizagem entre nós, principalmente ao meu orientador, o Prof. Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas que foi de grande paciência para aprendizagem e confecção dessa dissertação.

Quero agradecer aos amigos feitos no decorrer da minha vida pessoal, acadêmica e profissional que construiu no meu caminho pessoal e profissional, que torçeram e me incentivaram para o sucesso e a conclusão do curso, principalmente a Professora Mestra Teresinha Teixeira da Silva, a Dra. Priscila Furtado Ribeiro de Souza, ao Professor José Ferreira Januário Filho, ao Professor Dr. Pedro Silvino Pereira e ao radialista Marco Valério Moura de Souza, a Professora Mestra Bruna Ataíde de Lima Lopes e a Professora Sandra Lucia Benicio Fiigqueiras, Hortensio de Oliveira Filho onde essas ultimas pessoas foram de grande valia para a construção da minha dissertação, meu muito obrigado.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Cresce o interesse comercial para o uso de energia renováveis para o uso da energia elétrica e uma das fontes em destaque é a energia solar principalmente na região Nordeste que apresenta um cenário propício de recebimento da radiação solar o ano inteiro. Este trabalho de dissertação tem o propósito de investigar o processo de aprendizagem dos estudantes sobre a física que está por trás do mecanismo da geração de energia solar em uma perspectiva crítico/reflexivo, investigativo e problematizador. Adotamos como suporte teórico/metodológico a teoria dialógica de Paulo Freire articulado com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. Elaboramos uma sequência de ensino apoiada pela estratégia metodológica dos três momentos pedagógicos (Problematização, Desenvolvimento e Aplicação). Propomos a elaboração de um produto educacional representado por um manual didático contendo as etapas da sequência de ensino e os aspectos teóricos e metodológicos. Como resultado da realização da sequência de ensino podemos evidenciar o desenvolvimento de aprendizagem fundamentais da física que explica o funcionamento da tecnologia da energia solar. Os alunos se engajaram de forma ativa nas atividades manifestando interesse no assunto e houve momentos de negociação de significados nas apresentações de seminários e a proposta ofereceu uma oportunidade de uma aula de ciências (Física) com estímulo a pesquisa.

Palavras-Chave: Energia, Radiação Solar, Ensino Médio

ABSTRACT

Commercial interest in the use of renewable energy for the use of electrical energy is growing and one of the highlighted sources is solar energy, mainly in the Northeast region, which presents a favorable scenario for receiving solar radiation throughout the year. This dissertation work has the purpose of investigating the students' learning process about the physics behind the mechanism of solar energy generation from a critical/reflective, investigative and problematizing perspective. We adopted as theoretical/methodological support Paulo Freire's dialogical theory articulated with the Science, Technology and Society approach. We developed a teaching sequence supported by the methodological strategy of the three pedagogical moments (Problematization, Development and Application). We propose the development of an educational product represented by a teaching manual containing the stages of the teaching sequence and the theoretical and methodological aspects. As a result of completing the teaching sequence, we can demonstrate the development of fundamental physics learning that explains how solar energy technology works. The students actively engaged in the activities, expressing interest in the subject and there were moments of negotiation of meanings in the seminar presentations and the proposal offered an opportunity for a science class (Physics) with encouragement for research.

Key-words: Energy, Solar Radiation, High School

SUMÁRIO

PRIMEIRAS PALAVRAS.....	09
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS) E O ENSINO CRÍTICO E PROBLEMATIZADOR DE PAULO FREIRE.....	17
2.1 O ensino emancipador, dialógico e problematizador de Paulo Freire....	22
3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS COMO PRESSUPOSTO METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO.....	25
3.1 Problematização inicial como ponto de partida.....	25
3.2 Organização do conhecimento.....	26
3.3 Com relação a Aplicação do conhecimento.....	26
4 ASPECTOS METODOLÓGICO DO TRABALHO	28
4.1 A pesquisa translacional.....	28
4.2 O contexto da pesquisa.....	29
4.3 Os instrumentos e coleta de dados.....	29
4.4 A sequência de ensino baseada nos três momentos pedagógicos.....	30
5 CAPÍTULO DE FÍSICA: A ENERGIA SOLAR: ESTUDO DA TERMODINÂMICA, RADIAÇÃO SOLAR, EFEITO FOTOELÉTRICO.....	35
5.1 Um pouco sobre as Leis da Termodinâmica.....	36
5.2 A radiação eletromagnética.....	37
5.3 A propagação da radiação térmica.....	39
5.4 O efeito fotoelétrico.....	41
6 ENTENDENDO A PRODUÇÃO DA ENERGIA SOLAR.....	43
6.1 Energia que vem do Sol.....	46
7 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS DADOS.....	54
7.1 Situações didática do primeiro 1º encontro.....	54
7.2 Situações didática do 2º encontro.....	55
7.3 Situações didática do 3º encontro.....	56
7.4 Situações didática do 4º encontro.....	57

7.5 Situações didática do 5º encontro.....	58
7.6 Situações didática do 6º encontro.....	58
7.7 Situações didática do 7º encontro.....	60
7.8 Situações didática do 8º encontro.....	63
7.9 Situações didática do 9º encontro.....	64
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
9 REFERÊNCIAS.....	68
APENDICE: PRODUTO EDUCACIONAL (MATERIAL DE APOIO).....	70

PRIMEIRAS PALAVRAS

Em 1995 entrei pela primeira vez no curso de Engenharia de Produção na Universidade Regional do Cariri – Urca. No decorrer do curso tive muitos problemas, como adaptação com o nível dos conteúdos e perdas familiares onde me fez perder cadeiras atrasando o término do curso. Logo quando entrei no curso de Engenharia de Produção fui trabalhar em uma empresa de construção na área de energia elétrica que prestava serviço para Coelce (Companhia de eletricidade do estado do Ceará).

Em 2001 entrei para a docência para ministrar aulas de Física por meio de um contrato temporário vinculado à Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC). Neste ano cursava na URCA o curso de Engenharia de Produção (Devido a carência de professores de Física a SEDUC contratava estudantes de bacharelado em engenharia para suprir a carência na modalidade conhecida como licenciatura curta). Eu terminei o curso de Engenharia de Produção no ano de 2002.

A partir do momento que entrei na docência em 2001 fui lotado para o ensino da disciplina de Física e também assumia aulas da disciplina de Matemática para completar uma carga horária de 40 horas semanais. Em 2005 assumi uma escola na cidade de Caririaçu que fica cerca de 25 km de Juazeiro do Norte. Nesta cidade permaneci até o ano de 2010 sempre com uma lotação de 40h. Foi uma experiência muito valiosa por que a vivência com a sala de aula percebendo a necessidade de um melhor ensino de Física para os jovens foi despertando meu interesse para investir na carreira da docência. Para isso estava faltando obter a titulação da licenciatura exigida na legislação brasileira para poder manter-me na carreira docente e ser habilitado para realização de concurso público. Neste contexto tive a informação de um curso para aquisição do diploma de um curso de licenciatura onde dava a possibilidade de lecionar no ensino médio e prestar concurso na área da Educação, era o curso de Formação Pedagógica que foi ofertado pela Universidade Regional do Cariri (URCA) em parceria com a Universidade Estadual do Ceará (UECE). Em 2007 iniciei esse curso de formação com sede na Urca (o curso era comumente chamado de Esquema). Conclui o mesmo no ano de 2009 tendo, no currículo o diploma de Licenciatura em Física com habilitação para atuar na Educação Básica.

No ano de 2009 prestei o concurso do Estado para ingresso na docência como professor efetivo do ensino médio onde obtive êxito e, em 2010 fui nomeado e assumir o cargo de professor efetivo do ensino médio do Ceará. No final desse mesmo ano resolvi ser lotado em uma escola pública da cidade de Juazeiro do Norte – CE. Permaneço até os dias atuais na escola de ensino médio Governador Adauto Bezerra trabalhando a disciplina de Física.

É importante dizer que também tive experiências como professor de Física no ensino particular, isso nos anos de 2014 até 2018.

Em 2018 tive a informação da seleção para ingresso ao programa de mestrado profissional em Ensino de Física oferecido pela URCA. O interesse de realizar o curso foi principalmente para buscar uma aprendizagem para o melhor aperfeiçoamento de minha prática docente. O Mestrado oferece uma preparação, ou melhor dizendo, uma atualização nos conhecimentos do conteúdo da Física e uma preparação efetiva no campo da metodologia e didática no ensino de ciências focando aprofundamentos de conhecimentos teóricos de aprendizagens e um arcabouço epistemológico que norteia a construção reflexiva e investigativa de um trabalho de dissertação. Assim concentrei esforços para poder ser aprovado na seleção, revisando os conteúdos da prova escrita e escrevendo um memorial onde pude contar um pouco de toda minha trajetória acadêmica e profissional. Passei 2019 estudando trabalhando apenas na rede pública onde, nesse mesmo ano fiz a seleção e obtive sucesso, ingressando no mestrado em 2020.

O mestrado me possibilitará ter uma qualificação e um melhor embasamento teórico e prático com relação ao conteúdo que possuo na disciplina e melhorar minhas aulas, em termos de novas ideias e conteúdos para que os alunos saiam do ensino médio melhor qualificados para estarem preparados para a vida e adquiram uma alfabetização científica para viverem em um mundo permeado por muitas tecnologias que exige conhecimentos fundamentais de ciência. Também que os estudantes possam ser motivados por meio dos estudos a investirem no investimento de alguma profissão e/ou continuação de seus estudos em nível superior. Penso que com a realização deste mestrado em ensino de física pode abrir um leque de oportunidades onde eu possa crescer pessoal e profissionalmente me

dando possibilidades de abrir novos horizontes e, além, é claro da melhoria financeira.

1 INTRODUÇÃO

Baseado em experiências profissionais como professor de Física na Educação Básica, do autor desta dissertação percebe-se que os alunos do Ensino Médio, em geral, concluem a modalidade de ensino sem assimilarem as aplicações dos assuntos abordados em sala. Compreende-se que o aluno não aprende o suficiente para sua vida, mas somente para tirarem notas necessárias à aprovação no ano letivo e para o ingresso nas instituições de ensino superior.

Um dos maiores desafios do ensino de física, no entender deste professor, é a associação entre a teoria e a prática, ou seja, os estudantes poderem problematizar os conteúdos do programa com suas vidas cotidianas. Fundamentado em experiências docentes percebe que muitos estudantes compreendem a física como complicada e representada por meio de equações matemáticas.

O que se nota é que o ensino da física na escola é prioritariamente mecânico, em que se valoriza muito a memorização das informações, sem associação com as experiências dos educandos. Neste sentido, que Moreira (2010) diz que este ensino tradicional está fora de foco, pois não desperta o interesse dos jovens estudantes para investirem na carreira científica e na carreira da docência.

Reflete, pois, que o conhecimento da Física é fundamental para todos diante de um mundo cercado por tecnologias que envolve muita ciência. Desta forma, defende que este saber deve ser garantido a todos os jovens na etapa da Educação Básica. É neste nível de ensino que a maioria dos jovens tem a única oportunidade de adquirirem contato com os conhecimentos da Física de forma mais sistematizada (sabe-se que muitas informações de ciência estão disponíveis nas redes digitais, mas em muitos casos superficiais, e muitas vezes promovem mais uma distorção dos conceitos científicos).

De certa forma, o ambiente escolar sempre foi considerado como o principal espaço onde todos procuravam obter acesso aos conhecimentos produzidos pela

humanidade, e um dos principais mediadores neste processo foi o professor. Este, como principal transmissor deste conhecimento para as novas gerações, utiliza-se de recursos de livros impressos de diferentes áreas do conhecimento.

Com o surgimento das tecnologias relacionada ao desenvolvimento científicos, causado principalmente pelo nascimento da ciência moderna e mais tarde pelo avanço da revolução técnico-científico, principalmente no contexto das novas tecnologias da informação e comunicação, veio abalar o papel da escola como único ambiente de transmissão das informações e repercutindo também na formação do professor para este novo contexto. (SANTOS, 1994)

A “Complexidade contemporânea remeteu o professor a um mundo que requer uma aventura, uma descoberta de produtos e meios diferenciados que a tecnologia proporcionou” (MORAES e CABRAL, 2011 p. 43). Interpreta-se a partir das ideias dos autores que o processo de ensinar e aprender não se configura mais como uma ação comum como era no passado. Nos dias atuais, a ação docente exige do profissional da educação muita dedicação e criatividade com o uso dos recursos digitais, com um ensino mais problematizador aliado as questões mais urgentes da sociedade, cujo intento seja atrair a atenção do alunado, para que esses não julguem a escola como um local não atrativo que quase não irá contribuir para sua vida (por exemplo, problematizar os conteúdos do ensino com questões sociais, tais como: recuperação do meio ambiente; aumento da temperatura do planeta; novas alternativas de produção e uso da energia; uso consciente da água no planeta; alimentos mais saudáveis; prevenções a doenças, e muitos outros aspectos).

Reitera que é um consenso a concepção dos estudantes do ensino médio de que a Física é uma disciplina complicada, cheias de cálculo e sem praticidade. Contudo, entende que tal afirmativa não condiz com a realidade, pois ela é, acima de tudo, uma disciplina crítica, que desenvolve nas pessoas um senso crítico em relação ao funcionamento dos fenômenos naturais, e explica como acontece o uso de artefatos tecnológicos utilizados no dia-a-dia das pessoas. Não no sentido de formação de técnicos especialistas para resolverem os problemas de funcionamento destes artefatos, mas sim, um conhecimento elementar ao perceberem a ciências que está em volta. Mas também entende que um eficaz letramento científico de

todos pode ser útil, por exemplo, para as pessoas não ficarem reféns de profissionais que lidam com manutenção de equipamentos eletroeletrônicos e usam de má fé para lesar financeiramente os leigos em vendas e consertos dessa natureza, isto é, produtos que prometem cura quântica como colchões e pulseiras. Assim, é fundamental perseguir uma alfabetização científica dos estudantes para lidarem com situações reais de suas vidas

Dessa forma, o relator deste trabalho de pesquisa, entende que a Física é uma ferramenta importantíssima no currículo escolar é que precisa ser melhor trabalhada pelos professores, principalmente em razão de seus efeitos práticos na vida dos docentes. A Física ensinada em seus aspectos práticos, associadas ao uso das tecnologias e seus impactos sociais não pode ser desprovida dos conceitos clássicos, agora abordados de forma mais atrativa para os alunos desenvolvam seu senso de curiosidade, percebendo o quanto a estuda-la pode ser útil nos mais diversos momentos do dia-a-dia, principalmente em se tratando do uso consciente da tecnologia.

É nesse contexto que a Física surge como, talvez, um saber essencial para o estudante entender o mundo em sua volta e desenvolver consciência crítico/reflexiva sobre problemas que afeta a humanidade, a fim de poderem posicionar de forma argumentativa sobre as vantagens e desvantagem da ciência na sociedade. Assim, defende-se neste trabalho a possibilidade de um ensino de Física mais crítico/reflexivo como uma estratégia metodológica que desperte o senso questionador dos estudantes sobre questões que envolvem ciência, tecnologia e sociedade. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), ou Lei 9394/ 96, estabelece a necessidade de um ensino que provoque a formação crítica dos estudantes para a compreensão do mundo físico e natural e da realidade social e política (BRASIL, 1996). Neste cenário, defende que a componente Física na escola é completamente interdisciplinar, tendo em vista que a mesma bebe da fonte de diversas outras ciências para se fundamentar e explicar suas teorias, não só as ciências “técnicas” como a eletricidade, termologia e a termodinâmica, por exemplo.

A partir da análise da legislação mais recente, a Lei de Base Nacional Comum Curricular (BNCC), voltada para o ensino fundamental e médio, compreende-se que esta legislação normatiza que o ensino de ciência deve priorizar a investigação, a

reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2018)

A BNCC estabelece que é necessário compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informações e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (BRASIL, 2018). Destaca que em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação como do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, tablets e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa cultura, não somente como consumidores, mas como participantes ativos no uso dessas tecnologias. Diante dessas considerações esta legislação ressalta que o processo investigativo no ensino de ciências deve ser entendido como elemento central na formação do estudante, em um sentido mais amplo (BRASIL, 2018).

No contexto atual o ambiente escolar se transforma em um local altamente desafiador, seja pela precariedade da estrutura física de onde se leciona – realidade que impera na maior parte das escolas públicas brasileiras –, seja pela série de razões “evolutivo-tecnológicas” nas quais a humanidade se encontra. Assim, a sala de aula aparece cada vez menos como meio privilegiado de aquisição de conhecimentos, seja de qual área se trate. Isso resulta para o aluno uma espécie de confusão, na medida em que a escola não satisfaz as curiosidades nascidas na rua, em casa ou nos livros.

Por esse motivo, escolheu-se o tema da produção da energia solar e seus impactos ambientais na sociedade por ser uma energia emergente em substituição a geração da energia elétrica por meio do uso das hidrelétricas. Neste trabalho, tem-se o propósito de problematizar este assunto de uma forma crítica/reflexiva, Nesse sentido é muito importante que haja uma conexão para a realidade do aluno em que se possa utilizar diferentes recursos potenciais que aprofunde o funcionamento da energia solar, por exemplo, por meio de experimentos ou vídeos que mostrem a instalação e os benefícios que essa tecnologia oferece a quem utiliza, sem contar que é uma energia sustentável e o Nordeste brasileiro tem uma grande incidência de radiação solar que outras regiões do Brasil.

A escolha da energia solar como investigação principal é devido a vários problemas encontrados, tais como aumento substancial na conta mensal de consumo de energia elétrica devido a fonte principal para o abastecimento e fornecimento dessa energia ser proveniente das usinas hidrelétricas, as quais dependem regulamente das chuvas. Também por ser um assunto para conscientização dos estuantes acerca das atividades pluviométricas que são totalmente irregulares no território brasileiro especialmente no Nordeste e, comumente, conta com os períodos chuvosos e de seca onde esses fatores fazem que a conta mensal de energia elétrica dos brasileiros se torne cara, principalmente em período de seca (por isso entende-se que este assunto tem um papel social importante para uma formação científica dos estuantes para compreenderem este processo que repercute diretamente na renda familiar). Importante atentar para as seguintes questões: O que o aluno entende por energia renovável; Na energia solar, quais os pontos ruins e positivos para sua instalação?; Depois de quanto tempo o proprietário do imóvel que instalou placas solares sentirá a economia da energia elétrica?; No caso de um dia nublado ou chuvoso, será que terá produção de energia elétrica?; No caso da noite, como fará uso da energia elétrica oriunda da produção da energia solar?.

Nessa ótica, adotou-se como pressuposto teórico e metodológico o ensino problematizador e transformador do educador Paulo Freire, integrando neste arcabouço fundamentos da abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que será melhor discutido no capítulo que segue. Como estratégia metodológica norteadora para construção das etapas de intervenção, escolheu-se a abordagem dos três momentos pedagógicos proposto por Delizoicov, Angoti e Pernambuco (2002).

Como objetivo geral desta dissertação propomos investigar a concepção dos estudantes do ensino médio de uma escola pública da cidade de Juazeiro do Norte, CE em um viés crítico/reflexivo sobre a geração da energia solar considerando um ensino problematizador aliado a abordagem CTS e uso dos três momentos pedagógicos.

Como objetivo específico destacamos:

- Investigar as concepções dos estudantes sobre a geração da energia elétrica focando a geração por meio da energia solar;

- Elaborar uma proposta de sequência de ensino que promova uma formação crítica reflexiva dos estudantes acerca do uso e produção da energia solar baseado na abordagem CTS e fundamentada na proposta dos três momentos pedagógicos;

- Elaborar como produto educacional um material de apoio que integre discussões teórica sobre o ensino problematizador de Paulo Freire, a abordagem CTS para o ensino e aprendizagem de conceitos fundamentais da Física que estuda a produção da energia solar.

Na sequência dos capítulos iremos apresentar: no capítulo segundo uma discussão sobre o ensino problematizador de Paulo Freire articulado com a abordagem da Ciência Tecnologia e Sociedade; No terceiro capítulo apresentar as ideias sobre a abordagem dos três momentos pedagógicos; No quarto capítulo apresentar alguns conceitos da Física que explica a produção da energia solar; No quinto capítulo destacar os aspectos da metodologia de investigação que foi assumida neste trabalho de dissertação; No sexto capítulo trazer os resultados e discussões dos dados da pesquisa e no sétimo as considerações parciais de toda pesquisa.

2 A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS) E O ENSINO CRÍTICO E PROBLEMATIZADOR DE PAULO FREIRE

O campo de investigação conhecido como CTS tem como interesse defender uma educação científica onde promova discussões públicas sobre políticas de Ciências e Tecnologias. Assim, esta abordagem visa uma formação dos estudantes em um caráter mais crítico e consciente para apoiar tomadas de decisões que envolvem conhecimentos de ciências em vários aspectos sociais associados ao uso sustentável das tecnologias, do consumo, da produção, da promoção de respeito ao meio ambiente.

Aikenhead (2003) afirma que a educação CTS no ensino de ciências surgiu com o objetivo de se almejar uma educação de todos para o desenvolvimento da cidadania e não focando o ensino de ciência para formação de cientistas. Destaca-se que ela não deve ser vista apenas como slogan, mas como um importante domínio do letramento científico. O conceito de letramento para a educação científica está associado a ideia de que a pessoa saiba ler, escrever, interpretar, discutir, conversar de forma coerente e não-técnico assuntos que aborde ciência e tecnologia que tenha impactos direto na sociedade voltada para a compreensão do público em geral. (SANTOS, MORTIMER, 2002).

Desta forma a abordagem CTS está relacionada a uma preocupação do ensino de conceitos científicos problematizados com as questões sociais e ambientais. No sentido que todos deveriam ter acesso ao conhecimento científico para participarem das tomadas de decisões que possam impactar suas vidas (por exemplo, uso de fertilizantes, produção de energia, produção de remédios para cura de doenças, consumo consciente dos produtos gerados pela indústria, entre outros), assim, esta abordagem envolverá discussão no campo da sociologia por afetar as relações sociais.

É importante dizer, que no Brasil, o educador Paulo Freire defender uma educação emancipatória e problematizadora, uma formação mais crítica e humana. Este seu pensamento se alinha as ideias da abordagem CTS. Neste sentido, a educação freiriana promove um modelo ideológico de submissão a um sistema tecnológico já estabelecido, procurando um novo modelo de desenvolvimento que vise o bem-estar de todos (por exemplo ele afirma que o uso da tecnologia não pode

provocar a exclusão do trabalhador gerando mais desempregos pela substituição do ser humano no processo de produção, pelas máquinas).

Em virtude da experiência docente pode-se destacar que o ensino da Física como Ciências tem um caráter muito propedêutico, com foco nos conteúdos, no ensino memorístico, onde o estudante não percebe ligação entre o que estuda e os problemas do seu cotidiano. Entende-se, pois, que esta perspectiva da CTS precisa estar inserida no processo de ensino dos conteúdos de uma forma a problematizar a matéria de ensino (por isso a escolha do tema sobre geração de energia elétrica a partir da energia solar pode se configurar em uma oportunidade para o despertar nos estudantes o interesse aos problemas da sociedade na busca de novas alternativas de produção e uso da energia que não agrida o meio ambiente; como também entender que a produção crescente da energia solar deve também ser acompanhada por uma conscientização sobre o uso dos descartes das placas solares).

Pensar um ensino de Física com a abordagem CTS tem-se que promover a possibilidade de um ensino multidisciplinar que possa envolver uma visão tecnológica, no âmbito da Física, Química, Biologia e Matemática, como também uma visão econômica, social, política, cultural, turística e outros.

Nessa prerrogativa, a ciência e a tecnologia têm sido de grande valia no mundo contemporâneo, mas essa vivência tem que acompanhar uma perspectiva multidisciplinar com outras áreas do conhecimento.

Paralelamente, a abordagem CTS integrada ao currículo de ciências visa aliar o conhecimento científico associado com o conhecimento tecnológico. Neste processo de ensino e aprendizagem em ciências, o professor procura trabalhar o conteúdo do programa inserindo discussões sobre o uso desses conhecimentos na sociedade. Essa parte social, de preferência, seria voltada a realidade da comunidade escolar ou da cidade em que a Escola se localiza.

Devido ao agravamento de problemas ambientais pós-guerra, a tomada de decisão em alguns setores que detém o conhecimento científico e o medo e as frustrações dos excessos tecnológicos, deram condições ao surgimento de propostas de ensino CTS. O cenário de currículos, no que diz respeito a educação científica e tecnológica eram desenvolvidos por países industrializados na Europa, na América

do Norte como os Estados Unidos, Canadá e Austrália, entretanto os trabalhos curriculares em CTS surgiram em decorrência de formar o cidadão com uma consciência crítica sobre ciência e tecnologia.

Krasilchik (1987) trata do desenvolvimento da inovação educacional dos currículos de ciências no Brasil especialmente entre os anos de 1950 a 1985. A autora destaca que na década de setenta surge a preocupação para incorporar uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político, ambiental e social. Para ela nos anos 80 se intensifica a necessidade de renovação do ensino de ciências centrada pelo interesse de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

Entende-se, assim, que o papel da educação em no viés da abordagem CTS no ensino médio, procura desenvolver nos jovens estudantes a alfabetização científica e tecnológica, isto é, para promover um ensino mais crítico/reflexivo que apoie os estuantes em suas tomadas de decisões que envolve questões de ciência e tecnologia na sociedade.

Diante deste cenário, a perspectiva CTS no ensino de ciências visa articular conceitos científicos e tecnológicos, processos de investigações e interações entre ciências, tecnologia e sociedade. Bem como a aquisição de conhecimento científico e tecnológica aliado ao entendimento de um bem-estar social individual e coletivo. Os processos de investigações tecnológicas precisam está presentes nas discussões das disciplinas na escola, que ultrapasse um ensino meramente conceitual sem conexão com a realidade, incentive mais a participação do aluno no processo de alfabetização científica relacionada a um ensino transformador. Assim, a articulação e interação entre ciência, tecnologia e sociedade enfatiza a obtenção de valores e ideias por meio de temas locais, políticas públicas.

Ademais, a ciência não é um sistema puro, neutro e imparcial, mas passa por diversas situações sociais, filosóficas, políticas e econômicas dependendo dos interesses comunitários. Dentre esse aspecto existem, dois grandes domínios centrados no compreender o conteúdo científico e no depreender a função social da ciência. Apesar de serem mostradas de forma diferentes, eles estão inter-relacionados, pois.o conhecimento científico não pode ser pensado como ensino dos seus conteúdos de forma neutra, sem que se contextualize o seu caráter social, nem

a função social do conhecimento científico sem uma compreensão de seu conteúdo. Desta feita, tecnologia e ciência são dois termos que andam juntas e inseparáveis e que a tecnologia está associada diretamente ao conhecimento científico. Pensa-se, portanto, que a tecnologia é um conjunto de atividades associadas a sistemas, instrumentos e máquinas visando a construção de obras e equipamentos elétricos, mecânicos e eletrônicos.

Entende-se que a sociedade está associada a grupos organizados, sindicatos, escolas, centros comunitários cujas discussões sociais englobam aspectos de interesse político e econômicos. Simultaneamente, os temas sociais são muitos relevantes em amplos interesses que passa por questões ambientais, saúde, econômicas, transporte, comunicação, energia e militar.

A partir do século XIX, tanto na Europa como nos Estados Unidos, o ensino de ciência é incorporado ao currículo escolar (De Boer, 2000). Também eram encontradas publicações de livros e artigos sobre ciências destinadas ao público em geral, tanto na Inglaterra e Estados Unidos.

Segundo Chassot (2000) no início do século XX a preocupação pela necessidade de uma alfabetização científica de toda população surgiu a partir dos anos de 1950 nos EUA. No Brasil somente a partir dos anos de 1970 foi que surgiu o interesse da formação do cidadão em uma perspectiva mais crítica, influenciando a produção de trabalhos relacionados ao ensino de ciências e a abordagem CTS.

Se a prioridade do letramento científico for melhorar o campo do conhecimento científico, ou seja, preparando novos cientista, então, o foco curricular será centrado em conceitos científico, mas se a prioridade for para a formação da cidadania, então o foco será voltado para a função social e desenvolvimento de atitudes e valores. (CHASSOT, 2000). Chassot (2000) afirma que a alfabetização científica “*é o conjunto de conhecimentos que facilitarão aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem*” (p.34).

Para Chassot (2000) a alfabetização científica é considerada como um processo de aquisição do domínio da linguagem científica e o letramento exige o domínio, a prática social, a educação científica desejada em grande domínio e alto nível. Para ele uma pessoa que é letrada cientificamente, não precisa ser uma cientista profissional, mas entende que aquele assunto interfere no mundo de tal

forma que poderá afetar a ela própria de várias maneiras, seja positivamente e/ou negativamente e mesmo assim saberá diferenciar os pós e os contras nas tomadas de decisões que envolve questões de ciência e tecnologia.

Para o autor acima, o letramento científico se inicia na educação escolar onde os alunos se apropriam da linguagem científica, ou seja, aprendem linguagens em geral, fórmulas, gráficos e todos esses aspectos tem que ser acompanhados com discussões nas quais os alunos entendam e saibam de forma clara explicar as definições, a origem e para que sevem várias figuras de linguagens, fórmulas, gráficos e pra onde todos esses assuntos poderá levá-los e ajudá-los no mundo científico ou no cotidiano.

Com o propósito de identificar o nível de letramento científico, muitas vezes os países efetuam avaliações para enxergar como acontece a formação científica dos jovens, um desses instrumentos é o Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA). O Brasil faz esta avaliação como convidado, por não fazer parte da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em geral apresentamos resultados não muitos satisfatórios nesta avaliação. Enquanto as instituições de ensino privado preparam seus alunos para o ingresso em instituições de ensino superior e as escolas públicas visam a seus alunos que adquirirem o certificado para uma melhor qualificação no mercado de trabalho, acredita-se que em nenhum dos casos as escolas brasileiras preparam os estudantes para uma real alfabetização científica e sim para uma alfabetização científica rudimentar, superficial no que diz respeito a domínio de vocabulário e termos científicos.

Fazendo uma análise geral do capítulo entende-se que a escola deve promover um ensino mais crítico dos estudantes. Por meio da abordagem CTS é possível problematizar os assuntos do conteúdo para além do espaço de sala de aula, que envolva questões da realidade dos alunos. Deduz também, que para uma pessoa adquirir um mínimo de alfabetização ou letramento científico é imprescindível a leitura de jornais, revistas em diversas áreas, programas televisivos, sair o ambiente formal e visitar museus, cinemas, teatro, parques, zoológicos, instituições de pesquisa, instituições de ensino que possuam laboratórios bem equipados, planetários. O mais importante será a construção de uma visão de ensino de ciências associada com a formação científico com a cultura dos alunos, com uma

formação humana focada na formação de cidadãos críticos para viverem em uma sociedade contemporânea que entrelaça ciências, tecnologia e assuntos sociais.

2.1 O ensino emancipador, dialógico e problematizador de Paulo Freire

Adota-se para ratificar a temática discutida, o referencial teórico as ideias do educador brasileiro Paulo Freire. Neste capítulo traz-se alguns de seus pensamentos sobre educação, ensino, aprendizagem. Ele defende um processo educacional que seja transformador da realidade opressora que vivem muitos brasileiros. Para Freire (1987), ensinar não é transferir conhecimento, mas é elaborar possibilidades para a sua produção ou a sua construção (FREIRE, 1987)

O autor fala da importância do ensinar e aprender, na qual essas duas palavras são inseparáveis, ou seja, não existe só o ensinar ou só o aprender. Para ele quem ensina está aprendendo neste processo integrado professor – aluno - matérias. O professor ao ensinar está sempre aprendendo, pois os alunos sempre trazem saberes de seu cotidiano que são cruciais neste processo de construção do conhecimento. Para ele não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino

Freire (1996) insiste na necessidade do aprender de forma crítica, onde o docente e/ou o discente vão procurar em outras fontes informações mais profundas sobre aquilo que se está aprendendo. Ele diz que o educador deve instigar seus educandos a ler, a investigar sobre a proposta ensino/aprendizagem.

Freire (1987) afirma que o educador, para ensinar um determinado conteúdo, ele precisa se preparar, estudar com profundidade o tópico a ser trabalhado, não usar somente o livro didático, mas explorar diferentes fontes de pesquisa na preparação de sua aula. Ele diz que um bom exemplo de ensinar é fazer um comparativo, uma analogia entre o conteúdo que está sendo ensinado e a realidade do estudante, ou seja, a possibilidade de problematizar os conteúdos da matéria vinculado as questões sociais em torno da comunidade em que o aluno vive.

Freire (1987) afirma que é o próprio do pensar certo a disponibilidade ao risco, a aceitação do novo que não pode ser negado ou acolhido só porque é novo. Para ele:

Não é possível também formação docente indiferente a boniteza e a decência que estar no mundo, com o mundo e com os outros, substantivamente, exige de nós. Não há prática docente verdadeira que não seja ela mesma em ensaio estético e ético, permita-se repetição (FREIRE, 1987).

Um pensamento freiriano é a compreensão de que ensinar exige conhecimento profundo sobre o tema a ser estudado e que cabe ao indivíduo o saber pensar, o “pensar certo” que inclui refletir corretamente sobre política, educação, sociedade, ciência e outros. Este pensamento, em entendimento coletivo, está bem alinhado com os pressupostos da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. (FREIRE, 1996).

Freire (1987) assegura que um ser humano inacabado é um ser humano consciente da vida, ou seja, um aprendizado constante em que a educação é percebida com uma das portas ou a principal porta que se aprende continuamente um determinado assunto de diversas abordagens, e que muitas vezes, é de grande valia para sua vida profissional. O pensador ressalta que um bom educador precisa de forma séria tratar com suas obrigações docentes e sempre respeitar seus educandos como premissa fundamental. O cuidado com o planejamento da aulas, as formas de comportamento em sala de aula no sentido de saber administrar suas condutas, por exemplo, identifica como os estudantes podem ser afetados na sua forma de aprender caso o professor seja muito autoritário ou muito flexível.

Para Freire (1987) o professor não pode ser o expositor de conteúdo de forma a não permitir as falas dos estudantes, mas precisa despertar nos discípulos, o desenvolvimento da curiosidade epistemológica em um processo de incentivo a um ensino com pesquisa. O autor destaca a importância de se considerar a curiosidade ingênua dos estudantes, os conhecimentos que eles possuem de sua experiência cotidiana desde o convívio familiar, a cultura, os saberes anteriores que muitas vezes não comunga com os saberes da escola. Ele afirma que a relação entre os saberes ingênuos e científicos não devem se basear em uma relação de ruptura, mas de evolução. A curiosidade ingênua elevando-se rumo a uma curiosidade epistemológica.

Freire (1987) insiste em dizer que o professor precisa sempre estar aprendendo por meio dos estudos, preparando-se de forma profunda no tema que

irá discutir com os estudantes. Para ele, o professor que não se prepara para ensinar está deixando de lado sua ética profissional. Ele afirma que a autoridade que o professor deve ter em sala de aula deve ser democrática, ou seja, precisa oportunizar um ambiente de estudo em que os estudantes possam participar efetivamente por meio da indagação, abertura para colocar suas opiniões, fazer críticas. Afirma que *“a liberdade sem limite é tão negada quanto a liberdade asfixiada ou castrada* (FREIRE, ano, p.??).

Uma das ideias centrais na leitura do livro “Pedagogia do Oprimido” é de que o opressor não nasce opressor, mas é forjado por um sistema (neoliberal) na qual o faz opressor diante de um mundo historicamente desigual e focado na acumulação do capital acentuado racionalmente pela produção industrial. Freire defende que o oprimido deve sempre lutar pela sua libertação e a educação cumpre este papel de transformação a partir da problematização dos conteúdos.

Em seu contexto, Paulo Freire enfatiza que a educação se transformou numa espécie de depósito (fazendo analogia com o sistema bancário) onde cabe aos educandos memorizar, em geral sem compreensão, informações dos conteúdos disciplinares apresentados na escola, assim negando qualquer tipo de criatividade e curiosidade.

Interpreta-se que nesse contexto, que em apenas decorar informações como uma forma de assimilação mecânica, as pessoas oprimidas ficam alheias aos conhecimentos críticos que está por trás das situações sociais. Constitui uma das formas que contribuem para o opressor ter tanta influência, poder sobre o oprimido como uma forma de submissão deste, devido ele não ter sido estimulado a questionar o que há por trás de cada informação obtida.

3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS COMO PRESSUPOSTO METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO

A abordagem conhecida como os três momentos pedagógicos ou mesmo 3 MPs é uma proposta metodológica defendida pelos autores Delizoicov, Angoti e Pernambuco (2002). A mesma apresenta um viés crítico/reflexivo e foi inspirado no ensino problematizador e temático defendido pelo educador Paulo Freire. As etapas são: i) problematização inicial; ii) organização do conhecimento e iii) aplicação do conhecimento. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620).

Abaixo apresenta-se um entendimento de cada uma delas:

3.1 Problematização inicial como ponto de partida

Nesta etapa, segundo os autores, o professor pode lançar problemas retirados das situações reais dos estudantes que possam ser relacionados com o assunto discutido em sala de aula. Neste momento, é preciso que o docente provoque os estudantes para argumentarem sobre a questão desafiadora. O objetivo é explorar os conhecimentos dos estudantes.

Freire (1987) afirma que é necessário criticar a curiosidade ingênua, para que esta possa se direcionar, de forma metodicamente rigorosa, do objeto cognoscível para se tornar uma curiosidade epistemológica. Para ele o desenvolvimento desta curiosidade epistemológica é construir campos férteis a germinação da imaginação do indivíduo, do despertar da intuição, da capacidade de fazer conjecturas e comparações, ou seja, segundo ele, são saberes fundamentais à prática educativa (FREIRE, 2009).

Assim, interpreta-se que neste processo de relação entre a curiosidade ingênua evoluindo para a curiosidade epistemológica, consiste em uma das finalidades da Problematização Inicial dos 3 MPs. O foco central é oferecer aos estudantes a oportunidade de aprenderem novos conhecimentos do conteúdo da matéria, fortemente associado com os acontecimentos do mundo ao seu redor. (MUENCHIEN; DELIZOICOV, 2012).

Marengão (2012) ressalta que para a evolução desta curiosidade ingênua em direção a uma curiosidade epistemológica é imprescindível o levantamento de

problemas novos que os estudantes não tenham ainda respostas e que podem auxiliá-los na busca de novos conhecimentos científicos. Neste sentido, segundo o autor, os estudantes poderão obter respostas mais próximas do contexto científico em uma perspectiva mais crítica e problematizadora.

Nesta etapa da problematização inicial é recomendado que o professor comece um assunto com uma questão norteadora para investigar o grau de aprendizagem acerca de um assunto (no caso desta pesquisa explorar conhecimentos sobre o conceito da energia especialmente da produção da energia elétrica). Explorar a existência de um conhecimento mais científico. É fundamental que o professor esteja sempre disponível a escutar os estudantes no sentido de deixá-los tranquilos para fornecerem qualquer resposta científica ou não.

3.2 Organização do conhecimento

Nesta etapa, o professor deve inserir os conhecimentos científicos que possam fundamentar a compreensão da situação cotidiana. Momento importante para confrontar conhecimentos já existentes dos estudantes com os conhecimentos científicos, mas não no sentido de rompimento dos conhecimentos anteriores dos alunos como nos orienta Freire, mas que possa, sob a mediação do professor, progredirem para o contexto da ciência.

Para os alunos saberem algo como conhecimento científico, o professor pode começar com um debate jogando na discussão alguns questionamentos ou problematização de uma situação que os alunos já conhecem e desenvolvam seus raciocínios epistemológicos. Esse debate pode ser envolvendo a sala toda como um grande grupo ou formando vários grupos dentro da mesma sala, fazendo com que eles discutam o mesmo questionamento levantado pelo professor ou que, cada grupo debata sobre problematização diversa. Depois o professor pode fechar a discussão fazendo um diálogo e chegando a um denominador comum sobre o que foi debatido em sala de aula.

3.3 Com relação a Aplicação do conhecimento

Esta etapa final consiste na elaboração sistemática dos conhecimentos pelos estudantes, fazendo com que possa resolver outras situações problemas similares de diferentes formas.

É importante que o professor volte o que foi perguntado anteriormente para saber se os alunos aprenderam de fato aos questionamentos anteriores sobre os conhecimentos aprendidos no MP. Neste sentido, Lyra (2013) enfatiza a importância de oferecer novas situações a serem apresentadas e que não necessariamente esteja relacionada à Problematização Inicial.

4 ASPECTOS METODOLÓGICO DO TRABALHO

Esta dissertação de mestrado está dentro da abordagem da pesquisa qualitativa. Entende-se, pois, o contexto escolar como um espaço privilegiado de relações humanas e de produção de conhecimentos subjetivos. Compreende-se que na pesquisa qualitativa pode-se investigar como os sujeitos atribuem significados, como as pessoas pensam. Neste processo, o professor/pesquisador é considerado como o principal instrumento da pesquisa. Importante dizer que na pesquisa qualitativa o pesquisador realiza uma descrição detalhada dos acontecimentos e está inserido no ambiente natural (em nosso caso um fenômeno escolar. (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Os dados que surgem no decorrer da pesquisa precisam ser analisados pelo pesquisador de forma detalhada para não deixar escapar informações importantes. Os resultados são revelados durante todo o processo, não na direção de confirmação de hipóteses anteriores pela natureza imprevisível do ambiente escolar, que se entende ser complexo e dinâmico.

O interesse desse trabalho dissertativo é investigar a aprendizagem dos estudantes sobre a produção da energia elétrica a partir da energia solar por uma perspectiva problematizadora em uma situação natural de aula. Para o autor Stake (2011) a pesquisa qualitativa tem o caráter de procurar compreender como as coisas acontecem, neste caso particular, como os estudantes aprendem um assunto de física por meio de uma alternativa de ensino que incentive o ceno crítico.

4.1 A pesquisa translacional

Entende-se que o método de pesquisa é translacional no sentido de investigar a aprendizagem de conceitos oriundos da pesquisa em física pelos estudantes da educação básica.

Moreira (2018) diz que na pesquisa translacional é uma forma de tradução dos conhecimentos científicos produzidos na academia em uma dimensão prática (linguagem da prática). Para ele existem muitas produções resultantes da pesquisa básica no campo do ensino de física, mas que estão distantes das salas de aula. Defende que esses conhecimentos precisam ser levados para discussão na

educação básica e não ficar na academia. Para isto realmente acontecer, o autor, diz que o professor tem um forte papel, principalmente atentando para uma melhor formação inicial e continuada.

Interpreta-se, pois, que muitos são os conhecimentos produzidos acerca da energia solar e que estão muito ligados a um interesse comercial (pois empresas visam lucrar com a venda desta forma de energia em substituição a outras fontes como a hidroelétrica). Assim, entende-se ser fundamental a discussão conceitual deste assunto ser executada na educação básica.

4. 2 O contexto da pesquisa

Realizou-se a intervenção deste assunto, na EEM Governador Adauto Bezerra, uma das maiores escolas de Ensino Médio de Juazeiro do Norte, CE. Uma instituição de modalidade educacional regular, funciona de manhã, tarde e noite. A turma é de 3º ano do Ensino Médio do horário vespertino, turma em que o professor/pesquisador é lotado. Esta sala é formada por 40 estudantes (22 meninas e 18 meninos). A escola é ampla com mais de 20 salas de aulas. Possui biblioteca, sala de professores, laboratórios de ciências (apesar de pouca atenção para o laboratório de física). Também possui uma cozinha industrial para produção da alimentação dos estudantes.

4.3 Os instrumentos e coleta de dados

Para registrar os dados utilizou-se o caderno de campo para anotar todos os acontecimentos de situações de aula. As notas de campo são um instrumento essencial para o pesquisador destacar por meio de um relato escrito as observações feitas, ou seja, suas escutas, pensamentos sobre o estudo que surgem em todo processo de pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Realizou-se na pesquisa desta dissertação uma observação participante que segundo Stake (2011) é uma maneira de observação em que o pesquisador se envolve no fenômeno social (no caso o ambiente escolar) como um participante para entender com algo acontece (no caso deste trabalho, como os estudantes podem aprender acerca da produção da energia solar por meio de uma sequência problematizadora).

4.4 A sequência de ensino baseada nos três momentos pedagógicos

A sequência de ensino ocorreu em uma turma de 3º ano do ensino médio do turno da tarde na E.E.M. Governador Adauto Bezerra, também conhecida como 2.º Grau na cidade de Juazeiro do Norte - CE e foi pensada para acontecer em seis encontros totalizando aprox. 6 horas aula (cada encontro é composto de uma aula de 50 minutos).

1.º encontro

Neste primeiro dia informou-se aos alunos o objetivo da intervenção e a escolha do assunto. Foi colocado para os estudantes algumas perguntas sobre o que eles entendem sobre geração de energia elétrica e sobre geração de energia renovável a ser investigado e para explorar quais conhecimentos possuíam sobre o assunto. Buscou-se entender o que eles imaginam sobre especificamente a geração de energia solar além de outras perguntas como:

- o que você entende sobre energia?
- o que significa dizer conservação da energia?
- quais os tipos de energia que você conhece?
- como pode ser produzida a energia elétrica que usamos em nosso dia-a-dia?
- escreva o que você sabe sobre a produção da energia elétrica por meio da energia solar?
- o que você entende sobre energia solar

Os alunos tiveram liberdade para responderem de acordo com os seus conceitos iniciais e as questões foi direcionada para a turma em geral. De acordo com suas respostas, as mesmas foram registradas por meio de uma produção escrita e anotações geradas nas discussões em aula.

2º encontro

No segundo encontro foi realizada uma aula para apresentar aos estudantes os conceitos fundamentais da física tais como: conservação de energia; geração da energia elétrica, inclusive com seus cálculos e unidades; energias renováveis, dando um enfoque na captação da energia solar; processo de produção da energia solar e seus impactos sociais (vantagens e desvantagens). Essa aula foi exposta no quadro com anotações da definição de energia, slides com a definição e gravuras da energia elétrica, slides mostrando a transformação da captação da radiação solar pelas placas fotovoltaicas em energia solar.

Em seguida foi sugerido a turma uma leitura de textos que discutem o uso da energia solar, transformando em energia elétrica instalados em imóveis em vários aspectos. Abaixo destacamos os assuntos destes textos:

- Texto 1: Energia Solar Fotovoltaica de autorias Thiago Rocha Lana, José Antonio Silva Junior, Matheus Secundo da Silva, Matheus G. Talarico e Tiago Bittencourt Nazaré
- Texto 2: Energia Solar Fotovotaica e as Perspectivas Energéticas para o Nordeste Brasileiro de autoria Robéria Caminha Marques, Stefan C. W. Krauter e Lutero C. de Lima

Os estudantes foram incentivados a lerem e debaterem entre si os textos. A finalidade desta etapa do estudo é provocar nos estudantes uma consciência crítica acerca da evolução da tecnologia associada à produção da energia elétrica por meio da energia solar e seus impactos na sociedade moderna.

3.º encontro

Nesse encontro foi exposto vídeos experimentais e pequenos documentários retirados da internet:

- 1) Energia solar: como funciona? (Disponível Em: https://www.youtube.com/watch?v=Jtqz_Xzozl0)

2) Como os painéis solares são feitos. Passo a passo (Disponível Em:

<https://www.youtube.com/watch?v=Xrfhh23n3wa>)

3) Instalação fotovoltaica completa passo a passo (Disponível Em:

<https://www.youtube.com/watch?v=Nuxamptusrw>)

A finalidade de discussão dos conteúdos dos vídeos foi tentar problematizar sobre a produção das energias renováveis e com a preocupação com o meio ambiente. Nesse momento os alunos foram incentivados a discutirem entre si e com o professor sobre os impactos ambientais que pode acontecer através da captação da radiação solar para transformação em energia elétrica, desde a produção das placas voltaicas através de sua matéria prima até a instalação dessas placas em residências, indústrias, comércios ou parques solares para geração da radiação solar e, conseqüentemente transformar em energia elétrica.

4.º encontro:

Nesse encontro foi explicado o assunto sobre Conservação de Energia, falando sobre a transformação em energia mecânica em energia cinética e energia potencial gravitacional e energia potencial elástica.

Essa explicação é considerada importante para os alunos entenderem que toda energia se transforma em outras formas de energias e, conseqüentemente, entenderem que a energia luminosa vindo dos raios solares se transformará em energia térmica e energia elétrica.

5.º encontro:

Nesse encontro foi explicado pelo professor de física dessa turma o assunto chamado de energia elétrica.

Nessa aula, foi explicado assuntos primordiais, como corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e consumo de energia elétrica, e cada item explicado consta as fórmulas e suas aplicações.

Essas explicações são importantes porque o aluno deve entender que toda radiação solar captada por painéis solares são transformadas em energia elétrica e,

nesse caso, vale salientar que todo funcionamento dos equipamentos elétricos do imóvel estarão sujeitos às aplicações de cada item elétrico que foi exposto nesse encontro.

6.º encontro

Nesse momento os alunos foram divididos em cinco grupos responsáveis para fazerem os seminários. Foram sugeridos os seguintes temas para apoiar a pesquisa: ondas eletromagnéticas; radiação solar; energia; energia elétrica e energia solar. Nesse seminário as equipes falaram a respeito dos benefícios que a radiação solar traz desde a instalação das placas voltaicas até a geração da energia solar. Trouxeram para o seminário a questão ambiental e o outro grupo falou sobre os pontos negativos que a tecnologia da radiação solar transformando em energia elétrica traz para a sociedade e para o ambiente.

Durante os seminários as equipes falaram sobre a produção das placas solares através de suas matérias primas.

Ainda nesses seminários os alunos compartilharam conhecimentos entre seus pares, foram geradas muitas discussões entre eles nos momentos das apresentações.

No último momento as perguntas iniciais foram apresentadas novamente para que eles as respondessem e, em seguida, essas respostas foram comparadas com as respostas dadas no início da pesquisa e percebeu-se uma evolução conceitual acerca das respostas finais deles, com as que foram apresentadas inicialmente.

7.º encontro

Nesse dia se apresentaram-se duas equipes, as quais expuseram os temas sobre ondas eletromagnéticas e radiação solar.

Depois das apresentações, foram abertas as perguntas dos demais alunos e pelo professor, cujos membros das equipes responderam às perguntas tirando as dúvidas que surgiram entre os demais alunos, como também as opiniões que os alunos tiveram sobre os temas abordados pelas equipes.

8.º encontro:

Nesse momento, as outras três equipes se apresentaram com os temas energias, energia elétrica e energia solar.

Depois das apresentações abriu-se espaços para os questionamentos da turma e do professor que os assuntos abordados, ficando claro para todos os alunos, não só para quem estar assistindo, como também para quem estava apresentando a importância da utilização da energia solar como energia renovável.

Foi uma ótima oportunidade para que o aprendizado entre os alunos fosse o maior possível e que eles próprios possam usar esses conhecimentos adquiridos a ajudar a comunidade escolar e suas próprias comunidades e famílias.

9.º encontro:

Foi colocado novamente as mesmas perguntas que os alunos responderam anteriormente, ou seja, no início da pesquisa.

Essa retomada das mesmas perguntas feitas anteriormente foi para comprovar o avanço sobre os temas abordados em comparação as suas ideias que eles tinham sobre as perguntas abordadas no início da pesquisa.

5 CAPÍTULO DE FÍSICA:

A ENERGIA SOLAR: ESTUDO DA TERMODINÂMICA, RADIAÇÃO SOLAR, EFEITO FOTOELÉTRICO

Para uma melhor compreensão sobre como funciona a geração da energia por meio de células fotovoltaica apresentaremos alguns conceitos de físicas relacionado ao estudo da Termodinâmica especialmente: a radiação eletromagnética, a propagação da energia por meio da condução, convecção e radiação dando ênfase a energia solar.

O conceito de calor na física é bastante abstrato. Entendido como um fluxo de energia entre corpos, não sendo algo material que os corpos possuem. Para Grilo (ano) o calor é uma energia em trânsito e este mecanismo da transferência de calor pode acontecer conforme as equações abaixo:

Condução: Equação de Fourier

$$q_k = -KA \frac{dT}{dx}$$

$$q_c = hA\Delta T$$

Radiação: Equação da TC por radiação

$$q_r = \sigma A_1 \epsilon F_{1-2} (T_1^4 - T_2^4)$$

De acordo com Grilo Marcelo (2007) o processo de condução de calor pode ocorrer em sólidos, líquidos e gases. O processo de convecção está associado ao processo de transferência de massa relacionada com a condução de calor por meio de camadas adjacentes. Para ele a radiação está vinculada a propagação de ondas eletromagnéticas (teoria eletromagnética de Maxwell e como fótons ou quanta de energia conforme descrito por Max Planck.

Para Grilo Marcelo (2007) a energia é também compreendida como uma entidade capaz de realizar trabalho. Associada a esta característica, segundo ele, é possível haver diversos tipos de energia na natureza que se transforma umas nas outras e que está relacionada ao princípio de conservação, por exemplo: energia elétrica, energia térmica, energia cinética, energia potencial, energia química e tantas outras.

Para Serway e Jewett (2004) a transferência de energia por meio do calor (também o trabalho realizado) depende do processo que segue entre os estados inicial e final de um sistema.

A seguir descrevemos os enunciados das leis da termodinâmica.

5.1 Um pouco sobre as Leis da Termodinâmica

Para Serway e Jewett (2004) afirma que a primeira lei da termodinâmica descreve a mudança na energia interna de um sistema que pode ser fornecida pela soma da energia que é transferida através da fronteira de um sistema por meio do calor e a quantidade de energia transferida pelo trabalho. Desta forma para ele a mudança na energia interna é a única mudança na energia de um sistema. Assim a equação da 1.^a lei da termodinâmica pode ser expressa pela equação:

$$\Delta E_{in} = Q + w$$

Para Grilo Marcelo (2007) a 1.^a lei da termodinâmica informa que a energia é transformada em outro tipo de energia respeitando o processo de conservação da energia. Para ele a energia pode apenas se transformar de uma forma para outra. Assim não é possível criar mais energia ou destruir a já existente. Para um entendimento prático, segundo este autor, a 1.^a lei da termodinâmica trabalha com gases, na maioria das vezes e os gases trabalha com alta pressão dentro de câmara de combustão e isso faz com a pressão possa mover peças fazendo máquinas a combustão entre em movimento.

Para Serway e Jewett (2004) a 2^o Lei da Termodinâmica pode ser entendida como “É impossível construir uma máquina térmica que, operando em ciclo, não produza nenhum efeito além da absorção de calor de um reservatório e da realização de uma quantidade igual de trabalho” (p. 637). Uma interpretação deste enunciado é que teoricamente não é possível o funcionamento de uma máquina ideal que consiga converter todo calor em trabalho mecânico.

Grilo (2007) ressalta que a segunda lei da termodinâmica afirma que a energia térmica pode transferir-se livremente de uma fonte quente para uma fonte fria tendo um rendimento abaixo de 100%. Segundo ele as máquinas em geral sempre terão

percas de energia. Na tecnologia atual essas máquinas estão tendo menos perca de energia, mas as máquinas térmicas sempre terão as maiores percas.

Também inserido neste estudo temos o conceito de entropia. Para Grilo (2007) é uma forma de desordem no meio da energia e esta grandeza, segundo este autor, mede o grau de dispersão de energia, ou seja, tudo que pode ser destruído ou transformado pode ser causado pela entropia, que devido o caos provocado pela destruição se transforma em ordem, devido a entropia ser constante. “*Sistemas isolados tendem à desordem e a entropia é uma medida dessa desordem*” (SERWAY; JEWETT, 2004, p.645)

5.2 A radiação eletromagnética

Para Grilo (2007) a radiação é proveniente das ondas eletromagnéticas. Esta radiação não necessita de meio material para se propagar. Para ele a radiação térmica é oriunda da energia gerada pelo Sol sendo inesgotável na escala terrestre de tempo (considerando o tempo de vida do sol), como fonte de calor e luz. Reitera o autor de que tudo que acontece no planeta, no que diz respeito a evaporação da água, ventos, exploração de combustíveis fósseis é fruto da radiação solar. Também é devido a esta forma de energia que é possível o ser humano desfrutar da alimentação de origem vegetal assim como de animais.

As formas mais comuns da utilização tecnológicas na energia solar (radiação eletromagnética) hoje, segundo Grilo (2007), são;

- 1) Energia solar térmica (aquecimento de água)
- 2) Energia solar fotovoltaica (geração de eletricidade)
- 3) Energia solar na arquitetura (conforto de ambientes).

A transferência de calor por radiação difere da condução e da convecção. Não há necessidade de um meio material para ocorrer a transmissão de calor, podendo ocorrer inclusive no vácuo (SERWAY; JEWETT, 2004). A relação entre velocidade da onda, comprimento de onda e frequência de onda é dada por:

$$c = \lambda \cdot f$$

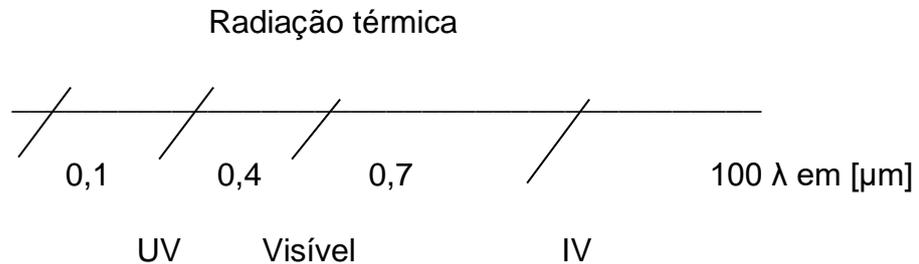
Onde,

c = velocidade de propagação da luz ($3 \cdot 10^8$ m/s)

λ = é o comprimento de onda em μm

f = é a frequência em Hz

Forma do espectro eletromagnético em função do comprimento de onda λ pode ser observado no desenho abaixo:



De acordo com Grilo (2007), as faixas características de radiação, com valores aproximados em μm , são:

Radiação térmica	0,1 a 100 μm
Ultravioleta	0,01 a 0,4 μm
Radiação visível	0,4 a 0,7 μm
Infravermelho IV	0,7 a 1000 μm
Radiação solar	0,1 a 2,5 μm

Para Knight (2009, p. 1199):

Objetos quentes, emissores de luz própria, tais como o Sol ou uma Lâmpada incandescente, possuem espectros contínuos, semelhantes a um arco-íris, emitindo luz em todos os comprimentos de onda possível. Por outro lado, a luz emitida por um dos tubos de descarga de gás usados por Faraday contém certos comprimentos de onda discretos e individuais. Esse tipo de espectro é denominado espectro discreto. Cada comprimento de onda de um espectro discreto é chamado de linha espectral devido à sua aparência nas fotografias.

A radiação visível tem sete faixas com cores fundamentais, que são: Violeta, Anil, Azul, Verde, Amarelo, Alaranjado, Vermelho (V A A V A A V). A radiação ultravioleta pode ser UVA, UVB e UVC. A radiação UVB tem espectral entre 0,28 e 0,32 μm . (GRILO, 2007).

5.3 A propagação da radiação térmica

Grilo (2007) diz que conforme o conceito de Planck (teoria da propagação corpuscular), a radiação térmica se propaga da forma Quanta de energia que pode ser expressa pela equação:

$$E = h.f$$

Onde,

h é a constante de Planck ($h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Js)

Usando a teoria da relatividade de Albert Einstein, a equação torna-se:

$$E = m.c^2 = h.f$$

Da expressão acima resulta,

$$\text{Massa} \quad m = h.f/c^2$$

$$\text{Quantidade de movimento} \quad m.c = h.f/c$$

Para Resnick, Halliday e Krane (2010) os objetos também podem emitir radiação eletromagnéticas e, se suas temperaturas forem suficientemente altas. A radiação emitida por um corpo, função de sua temperatura, é chamada de radiação térmica.

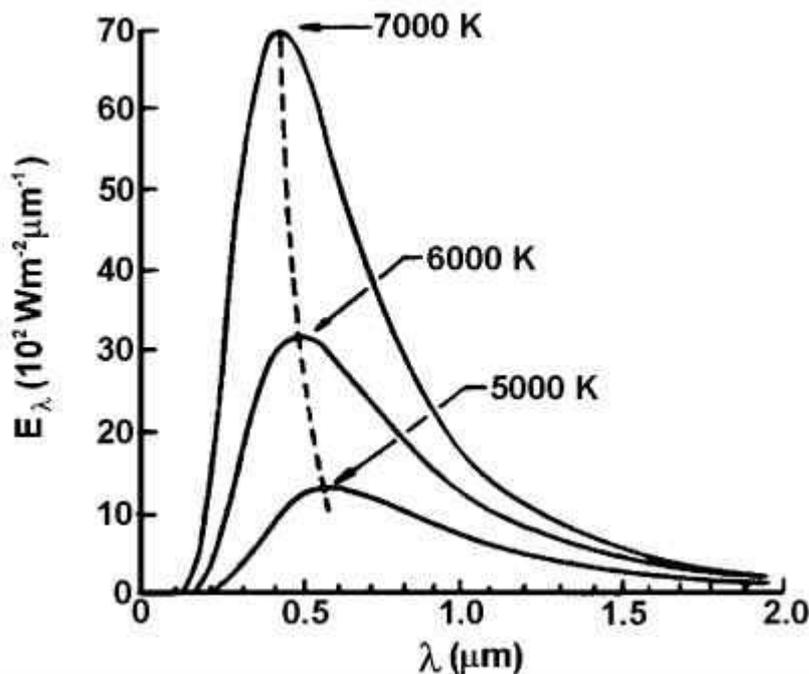
De acordo com Resnick, Halliday e Krane (2010) a intensidade I é relacionada com a radiância espectral pela integração de R, onde,

$$I(T) = \int_0^\infty R(\lambda, T) d\lambda$$

Grilo (2007) afirma que a Lei de Stefan-Boltzmann indica o máximo de energia que pode ser emitido por um perfeito emissor, em função de sua temperatura e comprimento de onda associado a radiação como pode ser expresso na equação abaixo:

$$E_{b,\lambda} = \int_0^\infty \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{K_B T}} - 1} d\lambda = \sigma T^4$$

$R(\lambda)$ = é o poder emissivo do corpo negro



Knight (2009) afirma que os corpos negros emitem o mesmo espectro de radiação a mesma temperatura e que esse espectro depende da temperatura do objeto e não do material. Como pode ser percebido o aumento da temperatura provoca uma elevação da intensidade nos comprimentos de onda, desta forma o aumento da temperatura do objeto implica em um aumento da radiação de todo o espectro. Como pode ser notado no gráfico com o aumento da temperatura o pico do espectro se movimenta no sentido do comprimento de ondas mais curtos.

Como curiosidade o arco-íris que observamos corresponde apenas a uma pequena porção do espectro contínuo do corpo negro e a maior parte da emissão ocorre no infravermelho. objetos muito quentes também irradiam no ultravioleta. (KNIGHT, 2009)

Segundo Knight (2009) o comprimento de onda corresponde ao pico do gráfico da intensidade é dada por:

$$\lambda_{\text{pico}} \text{ (em nm)} = \frac{2,90 \times 10^6 \text{ nmK}}{T}$$

O autor acima diz que isso significa que os objetos mudam a coloração quando são aquecidas, principalmente em altas temperaturas fornecidas por uma

fonte térmica ou através de uma corrente elétrica, essa última é comum em fios de tungstênio.

Grilo (2007) afirma que a radiação eletromagnética pode ser captada para a produção da energia elétrica. O autor diz que a intensidade desta radiação depende basicamente de condições climáticas, época do ano, região. Para ele o Brasil, principalmente o Nordeste é uma região muito rica para implementação de parques solares devido as condições climáticas que favorece a região (exposição ao sol quase o ano inteiro), mas de uma forma geral o Brasil como o todo é um país que contribui muito para o crescimento de energias renováveis, principalmente a fotovoltaicas.

Para Knight (2009) a energia térmica Q irradiada por um objeto de área A , à temperatura absoluta T , durante um intervalo de tempo Δt é dada por

$$\frac{Q}{\Delta t} = \epsilon \sigma A T^4$$

onde $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ é a constante de Stefan-Boltzmann

5.4 O efeito fotoelétrico

Para Knight (2009) o efeito fotoelétrico provém dos elétrons que são portadores de carga nos metais e que eles movem livremente nestes materiais como se formassem um “mar” de partículas negativamente carregadas.

Knight (2009) diz que os elétrons estão ligados ao metal e não são espontaneamente liberados de um eletrodo à temperatura ambiente. Ressalta o autor que um pedaço de metal aquecido a temperatura suficiente altas emite elétrons, em um processo denominado emissão térmica. Desta forma é preciso uma energia mínima para liberar um elétron de um metal (arrancar)... A energia mínima E_0 necessária para liberar um elétron é denominado função-trabalho.

Esta formulação foi defendida pelo físico Albert Einstein em 1905. Ele propõe três postulados acerca dos quanta de luz e suas interações com a matéria:

- Que a luz de frequência f consiste em quanta discretos, cada qual com energia dada pela equação $E = hf$. Cada fóton viaja à velocidade da luz, c .
- Que os quantas de luz são emitidos ou absorvidos integralmente. Uma substância pode emitir 1, 2 ou 3 quanta, mas não pode emitir 1,5 quantum. Desta forma, um elétron de um metal não pode absorver meio quantum, e sim, apenas um número inteiro deles.
- Um quantum de luz, quando absorvido pelo metal, transfere a totalidade de sua energia a um único elétron. (KNIGHT, pág. 1213; 2009)

Para Knight (2009) foi Einstein quem mostrou de forma conveniente que a energia é quantizada e que a luz pode se comportar como se fosse formada por pacotes de energia que foi denominada, mais tarde, de fótons. Para o autor a luz consiste em uma enxurrada de fótons. Por exemplo, a luz monocromática de frequência f , N fótons possuem energia total dada por,

$$E_{\text{luz}} = Nhf$$

A potência luminosa ou a taxa a qual a energia luminosa é transmitida pode ser calculada pela equação:

$$P = \frac{dE_{\text{luz}}}{dt} = \frac{dN}{dt} hf = Rhf$$

Onde,

$$R = dN/dt$$

é a taxa segundo a qual os fótons incidem ou, equivalentemente, o número de fótons por segundo. (KNIGHT, 2009).

Segundo Resnick, Halliday e Krane (2010) a palavra “luz” descreve não só a luz visível como também todas as radiações que fazem parte do espectro eletromagnético, de ondas de rádio longas a raio X e raios gama. Para estes autores, Einstein, em 1905, mostrou que seu conceito de fóton poderia explicar três fatos citados sobre o efeito fotoelétrico e escreveu a seguinte equação:

$$hf = \phi + K_{\text{máx}}$$

Essa equação sugere que um único fóton carrega uma energia hf para o emissor

6 ENTENDENDO A PRODUÇÃO DA ENERGIA SOLAR

A energia luminosa é aquela transmitida por radiação, originada por comprimentos de ondas diferentes. Em resumo, esse tipo de energia abarca toda radiação eletromagnética de frequência e comprimento de onda que o ser humano é capaz de captar, ou seja, que estão dentro da faixa do espectro visível.

A energia solar é uma fonte de energia primária onde é totalmente renovável e sustentável e 100% limpa. Apesar da energia solar, onde toda sua energia vem do Sol e que o Sol ser uma estrela que ilumina e fornece energia radiante para todo o planeta não é todos os países que dispõe dessa fonte energética com toda sua força no decorrer de um ano inteiro. O Brasil é um dos países que tem esse privilégio de ter, principalmente nas regiões Norte e Nordeste localizações privilegiadas para que a luminosidade solar banhe com toda sua intensidade, apesar que, é no Estado de Minas Gerais que tem a maior quantidade de residências e empresas que instalaram placas solares e desfrutam dessa fonte, contando com a potência de 512 MW. Isso corresponde a 19% de toda a energia fotovoltaica desse tipo no Brasil.

Para garantir que tenhamos abastecimento de energia elétrica barata para todos os brasileiros bastaria que o Governo brasileiro, sendo ele Federal e estaduais e também a iniciativa privada investisse pesado em parques de energia solar em várias partes do país para garantir energia elétrica barata para todos ou grande parte da população brasileira.

O funcionamento principal da energia solar se dá pelo fato da energia fotovoltaica, que é a geração de energia elétrica usando a luz do Sol como fonte de energia. Portanto, pode-se dizer que, energia solar e energia fotovoltaica são a mesma coisa.

Energia solar corresponde a energia proveniente da luz e do calor emitidos pelo Sol. Essa fonte de energia pode ser aproveitada de forma fotovoltaica ou térmica, gerando energia elétrica e térmica, respectivamente.

Energia solar fotovoltaica nada mais é do que a conversão direta da radiação solar em energia elétrica através de painéis solares colocados em pontos

específicos do imóvel para que essa conversão seja a mais eficiente possível. Essa conversão é realizada pelas chamadas células fotovoltaicas, compostas por materiais semicondutores, normalmente o silício. Ao incidir sobre as células, a luz solar provoca a movimentação dos elétrons do material condutor, transportando-os pelo material até serem captados por um campo elétrico (formado por uma diferença de potencial existente entre os semicondutores). Dessa forma, gera-se a eletricidade.

Constituído por painéis, módulos e equipamentos elétricos, o sistema fotovoltaico não exige um ambiente com alta radiação para funcionar. No entanto, a quantidade de energia produzida depende da densidade das nuvens, ou seja, quanto menos houver no céu, maior será a produção de eletricidade.

Para se colocar energia fotovoltaica em uma residência ou empresa é feita pela média das 12 últimas faturas da conta de energia da residência ou empresa. De acordo com essa média, a empresa que contratada para instalação de painéis solares calcula o consumo de energia com uma sobra de pelo menos 25% a mais de consumo energético para uma eventual instalação de mais aparelhos elétricos no imóvel ou que o cliente queira dividir com mais residências ou empresas. É esse cálculo da empresa contratada que determinará a quantidade de painéis solares que se irá instalar no imóvel.

As placas solares irão serem instaladas para receberem a radiação luminosa e essa radiação vai para um aparelho chamado inversor que vai transformar a energia radiante em energia elétrica.

O inversor funciona automaticamente ligado nas primeiras horas do dia, ou seja, na hora em que as placas receberão a energia radiante proveniente do Sol e gera a energia fotovoltaica. À noite, onde não tem a luz solar o inversor desliga e a sobra de energia gerada pela radiação luminosa solar é jogada para rede elétrica local e o imóvel ficará usando a energia elétrica da rede devido ao acúmulo de energia radiante durante o dia.

Para quem desejar instalar a energia fotovoltaica no Estado do Ceará a Enel exigirá uma análise de documentos e projetos, onde consistirá na homologação dos projetos. A empresa contratada para instalação de painéis fotovoltaicos fará uma vistoria no projeto que será contratado e instalado. Feito isso a Enel trocará o

medidor de energia do imóvel convencional para um bidimensional, onde fará a leitura de geração e consumo de energia elétrica.

A matéria prima dos painéis solares é basicamente feita de silício e grafeno.

De acordo com um estudo feitos pelas empresas que trabalham com instalação de energia solar na região do Cariri os seis primeiros meses do ano são os mais ruins na geração de energia fotovoltaica devido o período chuvoso que, conseqüentemente, a muitas quantidades de nuvens no céu onde dificulta a captação de energia radiante para aquele estabelecimento residencial ou empresarial. Em contrapartida, o segundo semestre do ano é o melhor para a geração de energia fotovoltaica devido o período de escassez de chuva e, conseqüentemente, a pouca quantidade ou nenhuma nuvem no céu onde facilitará a captação de energia radiante para os estabelecimentos residenciais ou empresariais que possuem painéis solares.

Em 2019 a GlobalData confirmou que a chinesa JinkoSolar era a principal fabricante de painéis fotovoltaicos do mundo, produzindo no total 14,2 gigawatt (GW) de painéis fotovoltaicos, quase 4 GW a mais que a também chinesa JÁ Solar com 10,3 GW e que ocupa o segundo lugar.

A JinkoSolar desenvolveu painéis solares da mais alta qualidade que usa a mais recente tecnologia em células solares que são mais eficientes e com maiores garantias de produção e durabilidade.

A China é a responsável por consumir mais de 50% da produção global de painéis solares.

O fabricante chinês GCL System Integration planeja construir a maior fábrica de módulos fotovoltaicos do mundo. A instalação de 60 MW será construída na província de Anhui, leste da China com um investimento total de aproximadamente US\$ 2,5 bilhões.

De acordo com a empresa, o projeto vai ser desenvolvido em quatro fases, com a primeira etapa de 15 MW prevista para ser lançada ainda em 2020 e as outras até o final de 2023, dependendo das vendas e da capacidade de produção.

No Brasil a maior empresa de placas solares é a Energy Brasil.

De acordo com um levantamento do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), atualmente o nosso país conta com MW de potência instalada da energia solar em operação. Além disso, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) estima que, até 2040, teremos 126 GW de energia geradas pela luz solar no Brasil, tornando-se a tecnologia líder no setor e ultrapassando até mesmo a fonte hídrica.

Maiores usinas solares fotovoltaicas do Brasil.

- Usina solar São Gonçalo (475 MW);
- Usina solar Pirapora (321 MW);
- Usina solar Nova Olinda (292 MW);
- Parque solar Ituverava (292 MW);
- Complexo solar Lapa (168 MW);
- Central fotovoltaico Juazeiro solar (156 MW);
- Usina solar Guaimbé (150 MW);
- Usina solar Apodi (132 MW);
- Parque solar de Tauá (1 MW).

Minas Gerais deve tomar a dianteira no segmento de geração centralizada de energia fotovoltaica. Isso porque em Jaíba, no Norte do estado, foi anunciada a implementação de uma usina de energia solar que terá capacidade total instalada de 1357 MW, tornando assim o maior projeto fotovoltaico do Brasil.

A usina começa a ser construída no segundo semestre de 2020 e conta um investimento no valor de R\$ 6 bilhões, feito pela empresa Aurora Energia.

Segundo a Absolar, com potência de 755 MW instalados e em construção, o estado de Minas Gerais é o quarto maior gerador do país, ficando atrás apenas do Piauí, Ceará e da Bahia.

As placas fotovoltaicas tem uma vida útil de aproximadamente de 20 a 30 anos e as indústrias, pelo menos as brasileiras ainda não se deram conta de fazer uma reciclagem desses materiais quando sua vida útil acabar. No primeiro momento acarretará um entulho amontoados de placas que não serve mais, então, nesse

caso vale para as empresas em todo o planeta, principalmente as brasileiras a montarem linhas de produção para reciclar esses produtos que não serve mais.

A pesquisa frisou em um tipo de energia renovável 100% limpa, mas sem pensar no futuro dessas placas e seu desuso fica um pouco contraditório o intuito da pesquisa, uma vez que em pouco menos de 25 anos muitas dessas placas não terá mais eficácia no seu uso e gerará várias sucatas espalhadas por aí virando lixo e contaminando o ambiente. Então vale a pena pensarmos em como reciclar esses materiais e a sociedade ter um bem maior e fazer com que o ambiente não seja tão sacrificado mais do que estar sendo.

6.1 Energia que vem do Sol

De acordo com Burattini (2008), a Terra é “banhada” por uma série de radiações vindas do espaço. A mais evidente delas é a radiação proveniente do Sol. Podemos, portanto, pensar na Terra como uma grande antena que capta toda essa energia.

Segundo a autora, todos os seres vivos se alimentam de algo na superfície da Terra onde esse elemento adquiriu energia radiante, ou seja, essas transformações energéticas estão em constante processo. Isso explica porque tudo que enxergamos algo na natureza é a energia em transformação (BURATTINI, 2008).

A parcela de energia solar que atinge a Terra é responsável pelo ciclo das águas e dos ventos, além do crescimento dos vegetais e os animais (PAIVA; SOUSA, 2015). Os autores explicam que nem toda energia radiada pelo Sol atinge a superfície da Terra, ou seja, uma parte é perdida na viagem pelo espaço e outra parte é refletida pela atmosfera.

Os ventos são, portanto, resultado direto da ação do Sol. Então, a radiação solar atinge a atmosfera o ar aquece dando o efeito de temperaturas diferentes, dando origem aos ventos e esses ventos causados pela ação do Sol da origem a outro tipo de energia que, no caso seria uma fonte de energia eólica (BURATTINI, 2008).

Diante dos fatos apresentados até aqui, o ser humano se aproveitou desses recursos e dominou arte de navegar aproveitando as forças dos ventos e gerou energia de movimentos aproveitando da força da água pra mover seus moinhos.

Segundo Berni (2013), a Terra é uma fonte de energia térmica devido a um material pastoso que se localiza a mais de 3000 km de profundidade chamado magma que está a uma temperatura de 3400°C. Ainda segundo a autora existe um núcleo formado por ferro e níquel que vai a uma temperatura até 6000°C. Essa fonte térmica também está nas profundidades do oceano que, segundo a autora a grande pressão exercida pelo grande volume de água existe uma fenda marinha onde o magma se mistura com a água contendo água superaquecida de até 300°C.

A natureza nos dá imensas possibilidades de aproveitar as mais diversas fontes de energia, não só a solar e a eólica, mas também as geotérmicas provenientes do subsolo da Terra. Fez-se necessário então inventar máquinas que fossem capazes de transformar a energia disponível na natureza, em formas que lhe fossem mais úteis (BURATTINI, 2008).

As formas de energia disponíveis no mundo são necessárias para serem transformadas em energias úteis para a população e para dizer com mais ênfase para humanidade em seus vários aspectos. Nesse aspecto são vários exemplos de transformações de energias em outros tipos de energias, como por exemplo na energia solar em energia eólica através do aquecimento da atmosfera aquecendo o ar e gerando a força dos ventos e as forças geotérmicas gerando em energia térmica para suas máquinas. E através da energia térmica foram produzidas as máquinas a vapor devido a transformação da queima de combustíveis fósseis em vapor para alimentarem tais máquinas.

(BURATTINI, pág. 45; 2008) Na pilha ocorre a transformação da energia química, das substâncias constituintes da pilha, em eletricidade ... e físico dinamarquês Hans Christian Oersted observou entre as correntes elétricas e os fenômenos magnéticos. Segundo a autora observou-se que a bússola se orientava que campo magnético da Terra, mas quando se colocava uma corrente próximo a bússola ela ficava confusa verificando que o campo elétrico criava um campo magnético,

Segundo a autora na busca de encontrar novas fontes energéticas foram desenvolvidas a energia nuclear, que, na qual precisava de outra fonte de energia, que seria a térmica para alimentar ou desenvolver a radiação das energias nucleares. Foi assim que surgiu as usinas Termonucleares que enriqueceu alguns

produtos nucleares e gerou e sua própria energia elétrica até chegar nas Usinas Nucleares que estão presentes em todos os planetas.

Burattini (2008) afirma que a Eletronuclear, subsidiária da Eletrobrás Centrais Elétricas Brasileiras S.A., no final de 1996, havia 442 usinas nucleares em operação no mundo

A construção de Angra I teve início em 1972 e só treze anos depois, em 1985 é que se iniciou sua operação comercial, porém com várias interrupções. Só em 1995 é que a usina passou a ter uma operação mais regular. A usina de Angra II, por sua vez, foi adquirida através de um contrato com a Alemanha (BURATTINI, 2008, p. 52)

Burattini (2008) diz que a exploração extremamente rápida dos combustíveis fósseis, uma fonte de energia que não pode ser renovada. Esse tipo de exploração com o impacto ambiental ocasionado pelo uso demasiado e sem controle dos combustíveis fósseis fez com que a degradação ambiental acelerasse de uma forma jamais vista prejudicando, além da natureza a sociedade.

Na opinião da autora para se construir uma grande usina hidrelétrica é obrigado a inundar áreas ao redor da construção para se obter o reservatório de água e isso provoca o deslocamento das populações ribeirinhas aos grandes centros e também o remanejamento de espécies animais locais a outros locais ocasionando um desequilíbrio, além da decomposição da flora que ficará submersa provocando emissão de gases nocivos.

Segundo a autora o efeito estufa é uma forma natural que o planeta tem de proteger de toda radiação proveniente do Sol e de se manter aquecido. Ainda segundo a autora a atmosfera terrestre é composta naturalmente de dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o vapor d'água (H₂O). O efeito estufa consiste em permitir a passagem, na sua grande maioria da radiação solar, onde essa radiação é absorvida o solo e volta na forma de calor, essas ondas de calor não consegue voltar para o espaço devido os gases da atmosfera mantendo a Terra aquecida, outra pequena parte da radiação solar foi refletida pela própria atmosfera para o espaço.

Segundo a autora desde a revolução industrial os gases emitidos pelas indústrias que usavam e usam combustíveis fósseis fizeram aumentar a concentração de dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄) na atmosfera fazendo

com que o planeta aquecesse cada vez mais e o resultado é o aquecimento global, aumento dos níveis dos mares e tempestades e secas da vez mais severas.

Todos esses problemas ocasionados pelo efeito estufa que o uso dos combustíveis fósseis acarretou gera, além do aquecimento global ou dos aumentos dos níveis dos mares gera a fome da população mais pobres ao redor do mundo que são a parte mais sensível nesse problema todo. Essas pessoas estão presentes em todos os países ao redor do mundo e os governantes têm que tomar providências para que esse problema humanitário não aumente.

Segundo a autora a construção das usinas termoeletricas causam impactos na região ao redor da construção, mas esses impactos são bem menores do que na construção das usinas hidrelétricas. Esses impactos vão além dos ambientais, porque a população que vivem ao redor dessas usinas vivem sempre em tensão devido ao risco de acidente e essas pessoas aprende a ter uma rota de fuga se algo perigoso acontecer.

Por mais que as usinas termoeletricas causem impactos ambientais na sua construção a energia produzida por ela é limpa devido a um cuidado e critérios minuciosos para não vazarem materiais radioativos e não alterar a radiação natural do ambiente, ou seja, não gera poluentes diferente das termoeletricas que trabalham com a queima de combustíveis fósseis.

Na geração de energia elétrica a sociedade vem procurando uma forma de gerar essa energia sem o uso de combustíveis fósseis que, emite gás poluentes a atmosfera e ajuda a aumentar o efeito estufa é o uso de fontes renováveis de energia e pequenas hidrelétricas, as chamadas PCHs, onde a mesma tem um impacto bem menor na sua construção em comparação as grandes usinas hidrelétricas e segundo a autora, as regiões menos desenvolvidas se tornou um grande incentivo para esse tipo de desenvolvimento de geração de energia elétrica (BURATTINI, 2008).

Biomassa é toda matéria orgânica (de origem animal e vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. O biodiesel é uma fonte renovável de energia e segundo a autora os óleos vegetais e animais se transformam em biodiesel após passar por alguns processos, tais como o craqueamento, esterificação e a transesterificação, onde, essa última consiste em reações químicas dos óleos

vegetais e animais aliado com o álcool, estimulada por um catalisador (BURATTINI, 2008).

Segundo Goldemberg (2016), o Brasil é uma grande potência na produção do biodiesel devido as diversas formas de espécies vegetais que existe no país e, ainda, segundo a autora a produção desse tipo de combustíveis poderia substituir toda ou a grande parte da frota de caminhões, ônibus e outros veículos que usam o diesel como seu combustível.

Não pode esquecer o biogás que pode ser utilizado para geração de energia elétrica, principalmente nas empresas ou fazendas ou substituir o GLP como gás de cozinha. Nesse último teria que ter um biodigestor para que o biogás fosse aproveitado como gás de cozinha.

Diante do que foi exposto o biocombustível é muito importante sua utilização, se parcialmente ou em sua totalmente nas empresas, indústrias e em vários veículos (principalmente aqueles que usam o diesel como combustível), pois o biocombustível reduziria a degradação ambiental causada pela retirada e a utilização dos combustíveis fósseis e também pela diminuição do aumento do CO₂ e, conseqüentemente a diminuição do efeito estufa.

O Brasil tem um grande potencial no cultivo e na utilização dos biocombustíveis e pode se beneficiar economicamente diante de outros países, como por exemplo os EUA, Europa, China e Rússia que não têm uma abundância de recursos de biocombustíveis na natureza.

E com tudo isso a natureza agradece pois ela se fortalecerá com a diminuição do CO₂ e a sociedade aprenderá, pelo a médio e longo prazo que pode gerar energia de forma sustentável sem agredir o ambiente.

A primeira utilização da energia do Sol foi, sem dúvida, o aquecimento passivo. A palavra “passivo” significa que o homem não precisa interferir para que ele ocorra. Com isso a humanidade foi capaz de desenvolver ferramentas capaz de aproveitar o aquecimento solar ou amenizar o aquecimento do Sol. Graças ao avanço da tecnologia a humanidade criou mecanismos capaz de captar, armazenar e distribuir a energia solar de diversas formas (BURATTINI, 2008).

Com o avanço da tecnologia a indústria pode fazer materiais, onde esses mesmos materiais possam aproveitar a energia radiante do Sol para gerar outras formas de energia ou construir materiais que possam dissipar uma parte da radiação solar para dar um conforto térmico no interior de construções, isso é importante saliente, principalmente para regiões onde as temperaturas mais altas predominam quase o ano inteiro, como é o caso do Nordeste brasileiro.

Segundo Barrantini (2008) foram desenvolvidos sistemas de conversão da radiação solar em energia térmica ... Nessa categoria temos os coletores solares e os concentradores solares. Para a autora os coletores servem para aquecimento de água que funciona obtendo uma caixa com um fundo preto e no teto caixa tem um vidro transparente, onde esse vidro permite que a luz solar passe e transforme em calor no fundo preto. A água fria é bombeada por meio de serpentina que passa ao lado do fundo preto onde aquecerá a água. Esses coletores geralmente são colocados no alto dos edifícios ou residências.

Ainda para a autora os concentradores solares são feitos com espelhos côncavos em áreas muito grande que refletem a luz do Sol a um único ponto que é chamado de foco que pode chegar a temperaturas altíssimas. Geralmente são usados em fogões solares usados em regiões comunitárias.

Descobriu-se que, na presença de luz, certos materiais produzem eletricidade. É a transformação direta de energia eletromagnética em energia elétrica... A radiação solar quando interage com a matéria produz calor e luz.

Nos materiais semicondutores o calor provoca o efeito termoelétrico e a luz provoca o efeito fotovoltaico. A tecnologia visando o aproveitamento comercial dessa propriedade fotovoltaica dos semicondutores desenvolveu pequenas lâminas chamadas de células fotovoltaicas ou células solares. Estas pequenas lâminas são recobertas por camadas de décimos de milímetros de um material semicondutor como, por exemplo, o silício. As células são depois agrupadas, para formar os painéis ou módulos solares. (BURANTTINI, 2008, p. 93).

A tecnologia utilizada nos painéis solares que se usam hoje foi um grande avanço para a transformação da energia radiante do Sol em energia elétrica utilizada por muitas pessoas ao redor do mundo, mas principalmente os brasileiros. Infelizmente essa é ainda uma tecnologia cara para maioria dos brasileiros, mas poderia baratear com o uso de fazenda solares em boa parte das regiões brasileiras ou incentivos fiscais ou financiamentos com juros muito baixos para que as pessoas

pudessem instalar painéis solares nas suas residências. Isso é um assunto para os governos brasileiros e cabe a nós, como cidadãos cobrá-los para termos uma energia limpa, de boa qualidade e que seja acessível a todos os brasileiros.

Mas a produção dos painéis fotovoltaicos envolve processos onde há outros gastos de energia. A obtenção do silício, por exemplo, utilizado nos módulos fotovoltaicos, requer um gasto de energia bastante elevados, já que o grau de pureza necessário para sua utilização é grande. São processos complexos, energeticamente desfavoráveis e evidente impacto ambiental... Os aerogeradores por sua vez, também provocam impactos a serem considerados. A emissão de ruídos e o risco potencial à sobrevivência de pássaros são exemplos disso. (BURANTTINI, 2008, p. 97)

Sabe-se que energia é um conceito que multidisciplinar, ou seja, está presente em todo tipo de ciência e há muito que se dá um significado para a palavra energia, pois se sabia que algo se modificava, se transformava depois da aplicação da energia. Para o leigo e na situação do cotidiano o significado de energia é para qualificar uma atividade, ou seja, usamos energia para qualificar a manifestação de alguém, ou de algo. Para a Física em seus diversos livros a energia ficou explicada como: Energia é a capacidade que um sistema tem, de realizar trabalho.

Para a Física a energia não é criada e nem destruída, mas sim transformada, pelo princípio da conservação da energia, essa explicação está presente em todos os livros de Física do Ensino Médio e do Ensino Superior. Isso explica as diversas formas de energia que a humanidade utiliza em os mais variados situações, sejam elas para a transformação de energia radiante, térmica, elétrica, mecânica e etc. Inclusive para o uso da energia elétrica utilizando a energia liberada na queima dos combustíveis fósseis ou na utilização das fontes renováveis e limpas de energia.

Uma das manifestações da energia independente da matéria é a energia radiante do Sol. A energia do Sol chega até nós através do espaço, onde não há matéria, e se manifesta na matéria ao chegar à Terra. Sabemos que a energia do Sol chegou porque podemos sentir seus efeitos: torna os objetos visíveis e aquece os corpos e a superfície terrestre, por exemplo. Portanto existe energia na matéria e existe energia independente da matéria. (BURANTTINI, 2008, p. 106)

Independentemente do tipo de classificação, para nós o importante é verificar que a energia é uma só! Suas manifestações é que são diferentes.

7 ANÁLISE E DISCURSÕES DOS DADOS

Neste capítulo apresentamos o resultado da intervenção pedagógica que foi realizada em uma turma de 2^o ano do ensino médio. A turma tinha cerca de 40 estudantes (destes x eram meninas e y eram meninas).

7.1 Situações didática do primeiro 1^o encontro

Como pode ser constatado na organização da sequência de ensino que foi baseado na estratégia de aprendizagem dos três momentos pedagógicos iniciamos este encontro investigando as concepções prévias dos estudantes sobre a geração de energia.

A princípio os/as, alunos ficaram apreensíveis pois, todos afirmaram que não lembravam já que não tiveram a oportunidade de estudar esse assunto. Em seguida, solicitamos que eles/as respondessem algumas questões, observamos que ficaram debatendo entre si sobre suas respostas para saber se estavam coerentes.

É importante dizer que apesar dessa aula acontecer na 5.^a aula do turno da tarde, ou seja, das 16:40 até 17:30, de uma sexta-feira, onde os mesmos já estavam cansados devido a semana inteira corrida de aula, mas foi uma aula produtiva sobre o 1.^o dia de intervenção. Os estudantes de engajaram na atividade tentando responder as questões. Percebemos que conversavam entre si sobre possíveis explicações, eles trocaram conversas sobre os vários tipos de energia ou o que eles lembravam através de mídias de internet, jornais, livros, revistas e etc.

Abaixo destacamos algumas respostas dos alunos sobre especificamente o entendimento da energia solar:

“Corresponde à energia proveniente da luz e do calor emitido pelo Sol. É uma energia renovável e limpa, uma vez que possui ampla disponibilidade, além de gerar baixo impacto ambiental.” (Aluna M.L)

“Energia na qual a sua fonte é o Sol, através da radiação.” (Aluna J.L.T.S.)

“É a energia que vem do Sol.” (Aluno G.R.F.S.)

“Vem do Sol, geralmente adquirida através de placas solares. É uma forma de energia renovável.” (Aluna K.N.S.S.)

“É uma energia renovável, limpa, emite poluição e bem cara, e não tem fácil instalação. E depende de condições climáticas.” (Aluno P.R.S.S.)

“Meio de energia limpa pelo Sol sem causar danos ao ambiente.” (Aluno J.K.R.M.)

Como pode ser percebido a maioria dos estudantes reconhecem que a energia solar é uma forma de geração de energia limpa proveniente da radiação solar. Como visto um estudante destacou que pode ser adquirida por meio de placas solares.

Paulo Freire como vimos anteriormente afirma que é fundamental valorizar os conhecimentos que os estudantes trazem de seu cotidiano, do meio em que vivem, de experiências passadas.

7.2 Situações didática do 2º encontro

Neste encontro foi sugerido a leitura de textos que apresentava discussões sobre a [montagem de placas solares, fabricação, vantagens e desvantagens dessa tecnologia de geração de energia limpa](#). Uma aula de incentivo à leitura científica (em várias experiências docentes percebe-se que os estudantes perderam mais a habilidade da leitura, acreditamos que em todas as disciplinas faz-se necessário o resgate desse estímulo para a promoção de uma formação mais crítica e argumentativa dos estudantes).

A partir da leitura dos textos foi percebido que [os alunos tiveram a curiosidade de saberem quais as matérias-primas envolvidas na fabricação das placas solares e quais seriam o impacto ambiental na obtenção dessas substâncias na natureza](#). Manifestaram a curiosidade de [saber que países obtinham esses produtos para fabricação e comercialização no Brasil e se tinha alguma empresa que trabalhava com esses produtos no país. Quiseram saber se, depois de prontas, se as placas solares que eram utilizadas no Brasil eram importadas ou eram fabricadas aqui mesmo no país](#).

Foi importante a provocação feita com a turma acerca se havia alguns [impactos ambientais no processo de obtenção do silício que é a matéria-prima na fabricação das placas solares](#). A leitura revelou que esta matéria prima em geral era encontrada e extraída [por empresas asiáticas](#).

Com relação a discussão sobre a redução do gasto de energia elétrica os alunos ficaram curiosos sobre a redução da conta de energia elétrica em um imóvel. Eles questionaram sobre se dependendo da quantidade de placas que o cliente compra pode reduzir significativamente a conta de energia elétrica de um imóvel.

Os alunos tiveram a curiosidade de saber como funcionava a captação da radiação solar mediante essas placas e foi explicado tal fato, assim como, a quantidade de energia gerada e o que se poderia fazer com essa geração de energia, dependendo da incidência da radiação solar que fosse captada em um dia, semana ou mês.

Todos os alunos frisaram que é de suma importância que a tomada de consciência em relação ao controle do consumo de energia para cada um poder fazer sua parte para se gastar energia elétrica de maneira consciente. Questões políticas também foram discutidas, alguns alunos defenderam que era preciso existir incentivos do governo para baratear a geração de energia limpa alegando preocupações de preservação do meio ambiente em direção a melhoria de vida de todos.

7.3 Situações didática do 3º encontro

Como planejado foi passado vídeos ilustrativos sobre a instalação e o funcionamento de placas solares em imóveis mostrando como funciona todo processo, desde a captação da luz solar até a geração da energia elétrica.

Foi mostrado um vídeo com a instalação de placas solares com profissionais reais mostrando toda instalação, desde a instalação das placas solares, os dispositivos como cabos e equipamentos elétricos até a geração da energia elétrica através da captação da radiação solar.

Foi mostrado um vídeo sobre vendedores que oferecem peças e equipamentos a qualquer modo sem respeitar a falta de conhecimento técnico do cliente. Sobre esse último vídeo vale salientar que não é uma característica apenas do segmento de captação da energia solar e sim de todo segmento comercial de vendedores que usam de má fé pra vender seus produtos sem levar em conta a falta de conhecimento dos clientes (todos deveriam ter uma formação em ciências para aquisição de saberes elementares sobre conceitos de física e sua aplicação, pois

existe um intenso interesse comercial de produtos que envolve conhecimentos científicos).

Sobre a aula os alunos tiveram algumas indagações e considerações. Queriam saber sobre a geração de energia solar a noite. Foi explicado que a noite não há geração de energia solar pois não há a radiação solar. Foi indagado sobre a geração de energia solar em dias nublados e foi explicado que nesses dias há geração de energia solar, mas em pequenas proporções devido à baixa incidência da radiação solar. Os estudantes questionaram sobre o fato da falta de energia no bairro ou no quarteirão de onde existe um imóvel que utiliza placas solares para captação de energia solar e muitos acham que o imóvel funcionava normalmente e o vídeo mostrado retrata claramente que esses mesmos imóveis ficariam sem energia elétrica também, já que o imóvel é ligado à rede elétrica da concessionária (este fato causou surpresa nos estudantes).

No vídeo foi problematizado sobre a fabricação dessas placas solares e foi explicado que eram feitas em países da Ásia como foi revelado na leitura dos textos. Reflexões foram geradas acerca dos preços cobrados devido as importações dessas placas e, então, foi sugerido que, se houvesse empresas brasileiras que fabricasse essas placas solares, desde a obtenção da matéria-prima em solo brasileiro os custos para instalação em qualquer imóvel reduziriam consideravelmente.

7.4 Situações didática do 4º encontro

Neste encontro foi explicado o assunto sobre Conservação de Energia onde foi mostrado e explicado sobre a transformação de energia em outras formas de energia através da energia mecânica, que é a adição da energia potencial gravitacional ou elástica com a energia cinética.

Na explicação foi discutido que a energia potencial gravitacional ou elástica se transforma em energia cinética e vice-versa, também que, em alguns casos, quando está acontecendo a transformação a energia potencial gravitacional ou elástica e a energia cinética elas existem ao mesmo tempo (para todas as formas de energias, inclusive na transformação da energia solar em energia elétrica).

Nesta aula percebemos que os alunos ficaram intrigados de que forma este processo de transformação de energia poderia acontecer. Foi o momento de explicar

que a radiação solar (ondas eletromagnéticas) entra pelas placas e, devido as placas ter um fundo escuro, essas placas geram calor (energia) e uma máquina chamada inversor tem a função de transformá-la em energia elétrica. Mas nunca esquecendo das questões sociais aliadas com a tecnologia e o ambiente.

Os/As alunos ficariam surpresos/as, pois não conseguiam ver a hidrelétricas como exemplo de transformação da energia potencial gravitacional. Quando a água está nos reservatórios e é liberada de uma certa altura, havendo a conversão de energia potencial em energia cinética, fazendo com que, neste processo de queda, a água provoque o funcionamento de uma turbina de geração de energia elétrica. Dando mais foco ao assunto sobre a transformação da energia cinética pela velocidade das águas em sua queda em energia elétrica.

7.5 Situações didática do 5º encontro

Nesse dia, foi reservado uma aula para tratar do consumo da energia elétrica, os/as alunos/as tiraram muitas dúvidas, pois eles não sabiam que existia um cálculo para saber o consumo de energia elétrica para um ou mais aparelhos elétricos.

Os/As estudantes indagaram a respeito da economia ou do racionamento o consumo de energia elétrica, dando ênfase o uso correto dos aparelhos e o fato de tirar da tomada no momento da ausência ou enquanto dormem o proprietário do imóvel.

Os/As alunos/as tiraram dúvidas sobre o uso de t's ou extensões de uso contínuo, ligando vários aparelhos ao mesmo tempo numa mesma tomada. Foi explicado que o uso contínuo de vários aparelhos em uma tomada, com o auxílio de t's e extensões, acarreta a diminuição da resistência elétrica das tomadas podendo ocasionar um curto-circuito ou incêndios no imóvel.

7.6 Situações didática do 6º encontro

Nesta oportunidade, foi proposto um seminário de pesquisa onde foram abordados estes cinco temas: ondas eletromagnéticas, radiação solar, energias, energia elétrica e energia solar. A turma foi dividida em cinco equipes, cada uma escolhia um tema de estudo e, em seguida, a cada dia, duas ou três equipes

compartilharam seus resultados de pesquisa, no horário da aula de física, obedecendo ao horário semanal das aulas.

Os alunos perguntaram onde encontrar cada tema e a forma da realização das apresentações.

Assim, alguns temas foram ser encontrados no livro didático que eles/as usavam ou na própria internet e as apresentações foram consideradas, por exemplo, uso de slides, cartazes ou escrito no quadro branco. As apresentações do seminário aconteceram em um dia de terça-feira, na primeira aula, e na sexta-feira, na quinta aula, ou seja, em uma semana todo o seminário foi apresentado por todos.

Os alunos fizeram os grupos entre si e entre as equipes foram escolhendo os temas a serem apresentados.

Na terça-feira, foi apresentado os temas: ondas eletromagnéticas e radiação solar, ou seja, duas equipes apresentarão nesse dia, cada equipe com seu tema e, na sexta-feira, foi a vez dos temas: energia, energia elétrica e energia solar. Nas figuras 01 e 02 abaixo, pode ser observados momentos de apresentação de uma das equipes.

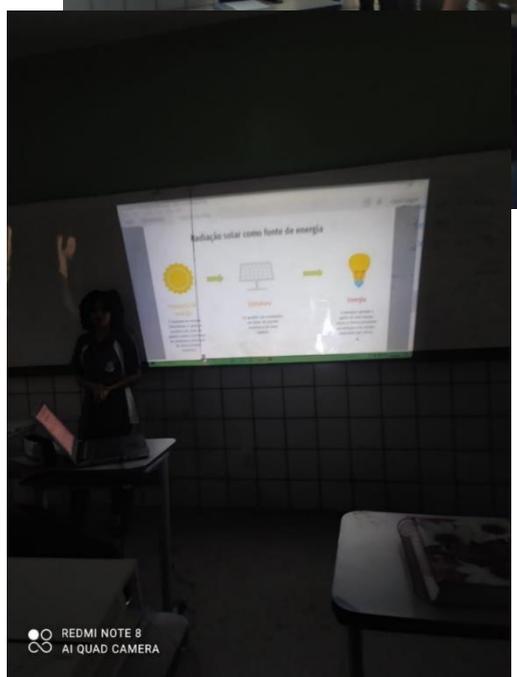


Figura 01: Estudantes

apresentando seminário

Figura 02: Momento de apresentação de seminário pelos estudantes usando slides

Podemos perceber que este momento de apresentação dos temas foi um desafio para os estudantes, porque tinha conotação de uma atividade nova. A apresentação causou muitas expectativas, anseios, pois tinham que compartilhar os resultados com toda turma e o professor, foi uma atividade importante que permitiu uma abertura para a fala dos estudantes e uma oportunidade para o professor explorar como estavam se apropriando do conhecimento.

7.7 Situações didática do 7º encontro

Nesse dia, foi apresentado um seminário em que duas equipes se apresentaram, cada uma com seu tema. A primeira equipe apresentou o tema “Ondas eletromagnéticas” e a segunda equipe apresentou o tema “Radiação solar”. Cada equipe explicou, com detalhes, as características e conteúdos que cada tema possui, dentro das suas particularidades.

Procuramos indagar alguns pontos dos temas em que as equipes explicaram, de modo que os/as estudantes respondiam o que eram perguntado.

Com relação ao tema de ondas eletromagnéticas, lançamos a questão provocadora (como sugere os três momentos pedagógicos): se as ondas chamadas de micro-ondas, com relação ao mito que se especula por leigos se, de fato, o aparelho pode provocar câncer a uma pessoa que se expõe a sua radiação. Percebemos que a maioria foram muitos felizes nas respostas, em que, explicaram que as ondas de micro-ondas têm uma frequência baixa e que estas não agride

nenhum organismo vivo e, também poderiam ser usadas para telecomunicações, como por exemplo o sinal de internet, telefonia e estações de rádio.

Acerca do mesmo tema, foi perguntado onde podemos encontrar e que riscos são provenientes da radiação gama. Os/As alunos/as da equipe que apresentaram esse tema responderam, com muita segurança, que os raios gama são encontrados, principalmente nas usinas nucleares e seus riscos são altamente perigosos ao corpo humano, se, nas usinas nucleares, houver vazamento da radiação. Concluímos que eles se prepararam muito bem para realizar a apresentação dos seus respectivos temas.

No tema da radiação solar, os/as estudantes apresentaram dúvidas sobre como era possível captar essas ondas e transformá-las em energia elétrica. Os/As estudantes da equipe que estavam apresentando o tema responderam que poderia ser na forma de espelhos esféricos em que se pode focar um ponto de calor usando esses espelhos, sendo possível cozinhar ou fritar qualquer tipo de alimento. Para isso, deve-se o utensílio no centro do foco dos espelhos. Outra forma seria através de placas solares onde transformariam a radiação luminosa em calor e, posteriormente, em energia elétrica.

A outra parte da turma que assistiam às apresentações dos temas dentro do seminário gostaram muito e saíram com informações satisfatória sobre muitos assuntos que, antes, eles não sabiam ou tinham dúvidas com relação as ondas de rádio, infravermelhos e ao próprio micro-ondas e também aos raios UV's, apresentados pela equipe que ficou responsável pelo tema das ondas eletromagnéticas.

No final das apresentações, discutimos sobre os impactos ambientais que as radiações podem provocar de forma nociva ou benéfica ao ambiente e que as novas tecnologias poderão ser feitas de forma imediata. Os/As alunos/as falaram que a tecnologia que usam radiações poderia ser utilizada para limpar a atmosfera e diminuir o efeito estufa. Nas figuras 3 e 4 abaixo, podem ser conferidas outras apresentações dos grupos.



Figura 03: Estudantes apresentando seu tema sobre radiação solar



Figura 04: Estudantes apresentando seu tema sobre ondas eletromagnéticas

7.8 Situações didática do 8º encontro

Neste encontro, seguiram as apresentações dos seminários, em que três equipes abordando os temas de “Energias”, “Energia elétrica” e “energia solar”.

A equipe que apresentou o tema “Energias” falou sobre todos os tipos de energia, inclusive tratando sobre a conservação de energia, ou seja, mostrando que toda energia é transformada em outros tipos de energia. Também falaram das energias renováveis e não-renováveis, as que funcionam à base de combustíveis fósseis ou de minerais, como é o caso da energia nuclear.

Depois da primeira equipe se apresentar, foi aberta a discussão com os/as demais alunos/as quando indagaram sobre a principal fonte de energia no Brasil e sua finalidade. A equipe respondeu que, no Brasil, são as usinas hidroelétricas que são uma fonte renovável e limpa, mas em determinadas épocas do ano o Governo aciona as usinas termoelétricas que é uma fonte não-renovável, ou seja, usa combustíveis fósseis onde a queima desses combustíveis agride e degrada o meio para a obtenção da energia elétrica. Em seguida os/as estuantes foram questionados sobre qual seria a alternativa para que o Brasil e outros países abandonassem ou diminuíssem o uso de combustíveis fósseis como combustíveis para geração da energia elétrica. A equipe respondeu que, no caso do Brasil seria investimento por parte do Governo em fontes renováveis como, por exemplo a solar, principalmente. Notamos o empenho da equipe no desenvolvimento da apresentação.

A segunda equipe apresentou o tema da “Energia elétrica”, falando sobre corrente elétrica, resistência elétrica e potência elétrica, suas fórmulas para o cálculo, frisando que a energia elétrica depende do entendimento de cada um desses itens. Além disso, abordaram o consumo da energia elétrica e sua fórmula focando que o consumo depende do tempo de uso. Perguntamos sobre formas de economia do consumo da energia, ao que, os/as alunos/as responderam que essas economias teriam que partir da educação e da consciência de cada pessoa para economizar energia tanto na sua residência ou em outros lugares e, com isso, a construção de um pensamento voltado para preservação ambiental.

A última equipe apresentou sobre “Energia solar” ,falando, a princípio, sobre a luz solar e a captação para geração de energia. Neste contexto, abordaram a forma primária da captação da luz solar através de espelhos esféricos para gerar calor em um ponto e, a partir disso, gerar energia elétrica. Depois, a equipe falou sobre a forma secundária que é a captação da luz solar através de placas solares para geração de energia elétrica, frisou que essa segunda modalidade é a mais procurada por pessoas para instalarem nas suas residências, chácaras, sítios ou empresas. Perguntamos sobre o valor financeiro para a contratação de painéis solares e o grupo falou que o valor é alto, mas que já foi bem maior e, mesmo assim, é um investimento satisfatório devido a economia que terá no consumo da energia elétrica.

Todas as equipes se esforçaram, estudaram e deram o máximo para apresentarem seus respectivos temas.

7.9 Situações didática do 9º encontro

Neste último encontro, os/as alunos/as responderam as mesmas perguntas feitas no início da pesquisa.

Isso foi necessário para saber como foi o avanço dos/das alunos/as, depois de terem lido os textos, assistindo aos vídeos sobre o tema da pesquisa, terem tido aulas ministradas pelo professor/pesquisador sobre conservação de energia e energia elétrica, como também apresentado, em forma de seminários, vários temas. Além disso, pela interação nos momentos de apresentação.

O resultado foi o melhor possível e foi claro o avanço que esses alunos tiveram desde o início da pesquisa, quando, na oportunidade, foram respondidas as perguntas iniciais. Nesse segundo momento, foi perceptível um avanço positivo, além de elaborações de opiniões em que toda uma sociedade deveria tomar consciência na questão de economia de energia e isso poderia partir, de certa forma, do poder público colocando incentivo financeiros para que as pessoas pudessem usar as energia renováveis e assim reduzir o uso de fontes fósseis, ajudando o ambiente para que a sociedade viva num ambiente mais sustentável.

Vejamos a seguir algumas respostas dos estudantes:

<p><i>“Proveniente da radiação solar, ou seja, a mesma é gerada por meio do Sol. Energia renovável e limpa, uma vez que possui ampla disponibilidade, além de gerar baixo impacto ambiental.”</i> (Aluna M.L.)</p>
<p><i>“Energia que vem diretamente pela radiação do Sol, seja pelo calor ou pela luz.”</i> (Aluna J.L.T.)</p>
<p><i>“Energia que vem diretamente pela radiação do Sol, seja pelo calor ou pela luz.”</i> (Aluna K.N.)</p>
<p><i>“A radiação do Sol entra em contato com as células fotovoltaicas.”</i> (Aluno P.R.S.S.)</p>
<p><i>“Pode ser obtida pelo calor do Sol. Ou pela radiação do Sol (solar).”</i> (Aluna J.R.S.)</p>
<p><i>“É a energia que vem diretamente pela radiação do Sol. Seja pelo calor ou pela luz.”</i> (Aluno G.R.F.S.)</p>

A partir dessas respostas consideramos que a sequência de ensino, de certa forma, provocou os/as estudantes para compreenderem os conceitos de física que estão relacionados essas tecnologias de geração da energia solar. Pudemos perceber que a maioria dos/das alunos/as compreenderam que são as ondas eletromagnéticas emitidas pelo sol que transportam energia.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Energia solar, por meio da sequência de ensino”, a temática escolhida para ser aprofundado nessa dissertação surge, como defendemos, como um tema gerador por ser uma forma alternativa de produção da energia elétrica que está em ampla ascensão. Assim, procuramos problematizar com os/as estudantes do ensino médio conhecimentos científicos de física relacionado a esta produção, tentamos compreender se é possível promovermos os/as conhecimentos dos alunos/as de uma forma mais crítica e relacionar o conteúdo da física com situações do cotidiano dos/as estudantes (é interessante dizer que na cidade de Juazeiro do Norte percebe-se um aumento do uso da energia solar, pode ser verificado em observações das telhas de residências repletas de placas fotovoltaica).

Nesse contexto, adotamos a teoria problematizadora, do educador Paulo Freire, associado à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade, entendendo que é fundamental no ensino de física, despertar o senso crítico dos/as estudantes para possam tomar decisões conscientes em problemas relacionado ao uso da tecnologia na sociedade contemporânea. A proposta dos três momentos pedagógicos norteou a construção da proposta da sequência de ensino, sempre no sentido de uma problematização inicial dos alunos em relação ao assunto, o desenvolvimento do assunto por meio da leitura crítica de textos e reflexões a partir de vídeos sobre o funcionamento da energia solar, desde seus aspectos comerciais a entendimento dos conceitos da ciência envolvido.

Os/As estudantes, a todo momento, demonstraram interesse na discussão do conteúdo, pareceu ser um tema repleto de curiosidades, eles/as se preocuparam, de forma dedicada, a realizar todas as atividades. Ademais, envolveram-se ativamente na realização das pesquisas para seminário, tiveram a habilidade de organizar as apresentações, socializaram com os/as colegas seus resultados, negociaram significados.

Evidenciamos que os/as estudantes já apresentavam conhecimentos anteriores sobre o assunto, principalmente, no entendimento da relação da energia solar com a radiação por meio de ondas eletromagnéticas que o Sol emite (o

espectro do visível). Percebemos que os/as estuantes tinham dificuldade com os aspectos matemáticos, as equações que envolvia o assunto. Desta forma, buscamos um tratamento mais conceitual.

É importante dizer que tivemos, neste percurso, muitos desafios, um deles foi atravessar a pandemia da covid 19, nos anos de 2020 e 2021. As aulas do Mestrado Nacional Profissional passaram, inesperadamente, a ser de forma remota, dificultando mais o processo de formação. Ficamos um pouco desorientados, por ter que construir uma sequência que pudesse ser válida por meio de aulas virtuais (não foi fácil), até que conseguimos alongar mais os prazos e conseguimos realizar a intervenção de forma presencial. Percebemos que precisaríamos de mais um tempo para aprofundar melhor a teoria, a metodologia, uma melhor coleta de dados na sala e, somados a isso, deparamo-nos com outros elementos: a adaptação escolar para o novo ensino médio, a nova Base Nacional Comum Curricular. Na verdade, fomos surpreendidos com muitas prescrições governamentais, sem nenhuma formação ideal para este contexto político educacional.

De uma maneira geral, a formação do Mestrado Profissional em Ensino de Física permitiu uma melhoria na formação do professor/pesquisador, em contato com a disciplina de física, para atualizar questões conceituais e, em contato com disciplinas de ensino de física, para melhor apropriação de questões pedagógicas. Esperamos continuar na docência, perseguindo sempre uma qualidade do ensino de física na escola de atuação, na cidade, na região do cariri e, conseqüentemente, uma melhor educação para todos os jovens do Brasil. Fazendo isso, não no sentido de apropriação de conteúdos de forma mecânica, sem a problematização destes na vida social, mas na busca de resolução de problemas complexos da vida comum. Assim, essa formação não se encerra nesta etapa, mas consideramos chegar em um novo ponto de partida para trilhar novos desafios, quem sabe a realização de um doutorado.

9 REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. STS Education: A Rose by Any Other Name. In: Cross, R. (Ed.): **A Vision for Science Education**: Responding to the work of Peter J. Fensham, p. 59-75. New York: Routledge Falmer, 2003.

BERNI, A. N. N. R. **Elaboração de um projeto de pesquisa visando a utilização de um sistema geotérmico de condicionamento de ar na região de Curitiba**. 2013. 117 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto Editora, LDA: Portugal, 1994.

BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1996.

BURANTTINI, Maria Paula T. de Castro, **Energia: uma abordagem multidisciplinar**, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008

_____, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Educação é a Base**. 2019. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 15 mar. 2022.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**, 17ª Edição. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

_____, Freire. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

GOLDEMBERG, J. Atualidade e Perspectivas no Uso de Biomassa para Geração de Energia. **Rev. Virtual Quim.**, n. 9, v. 1, p. 15-28, 2016.

HALLIDAY, David, **Física 4**, David Halliday, Robert Resnick, Kenneth S. Krane; com a colaboração de Paul Stanley; tradução Pedro Manoel Calas Lopes Pacheco, Rio de Janeiro: LTC, 2010

KNIGHT, Randal, **Física 4: uma abordagem estratégica**, tradução Clóvis Belbute Peres, Ana Rita de Avila Belbute Peres, 1 ed. – Porto Alegre: Bockman, 2009

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. Ensino de Ciências, • **Estud. av.** 32 (94) • Sep-Dec 2018.

PAIVA, L. S.; SOUSA, N. G. Simulação e análise de um sistema de refrigeração por absorção e aquecimento solar. **Rev. Bras. Cien., Tec. e Inov.** n. 1, v. 2, 2015.

DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José André. PERNAMBUCO, Marta Maria. SILVA, Antônio Fernando Gouvêa. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** Coleção Docência em Formação. São Paulo, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 02, n. 02, Dez., 2002.

STAKE, R. E. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam.** Tradução: Karla Reis; revisão técnica: Nilda Jacks. – Porto Alegre: Penso, 2011.

APENDICE: PRODUTO EDUCACIONAL (MATERIAL DE APOIO)



Proposta de um material de apoio

ENERGIA SOLAR: UM TEMA GERADOR NO ENSINO MÉDIO PARA A
COMPREENSÃO DE CONCEITOS DA FÍSICA

Daniel Wagner Araujo Xenofonte

Claudio Rejane da Silva Dantas

Juazeiro do Norte – CE

Prefácio

Prezado professor, a física é um conhecimento que está em todas as estruturas de tecnologias modernas que o ser humano utiliza. Sabemos que cada vez mais cresce a ambição humana para gerar produtos tecnológicos que muitas vezes alimenta um sistema meramente consumista que afeta em grande escala o cenário ambiental. Por isso defendemos que as aulas de ciências estejam centradas ou focadas na preparação dos jovens para se transformarem em cidadãos mais conscientes acerca da relação da ciência, da tecnologia e seus riscos e benefícios na sociedade.

Desta forma oferecemos este manual didáticos para o pensar em seu planejamento aulas de física para o estudo da energia, ou melhor da geração da energia por meio da energia solar. Esta modalidade de produção energética está em intenso aumento atualmente. Basta um olhar mais cuidadoso que podemos perceber o aparecimento de muitas residências na cidade que investem na utilização de placas solares (fotovoltaicas), elas captam a radiação solar para conversão em energia elétrica. Parece ser uma energia renovável e limpa. Espere um pouco. Limpa? Não podemos afirmar no momento porque surge um pensamento: o que acontece com os resíduos dessas placas quando não serve mais? São reaproveitadas? São descartadas para o lixo? Olha parece que não é tão simples pode haver mesmo com a opção alternativa, ao invés de usar grandes usinas hidroelétricas ou termelétricas, novos problemas sociais e ambientais.

Neste manual propomos uma leitura sobre uma abordagem conhecida como Ciência, Tecnologia e Sociedade. Um pensamento muito crítico sobre o papel da ciência, suas vantagens e desvantagens. Associado a este assunto integramos ideias do educador brasileiro e do Nordeste Paulo Freire que sempre defendeu um ensino emancipador, libertador e dialógico. Para apoiar uma sequência de ensino sugerimos o estudo da proposta dos três momentos pedagógicos que visa um ensino problematizador.

Caro educador e educadora esperamos contribuir com o pensar novas maneiras de conquistar a atenção dos estudantes, pois sabemos que no contexto do

uso de tecnologias digitais, uso descontrolado do celular pelos jovens, estão cada vez mais dispersos e desatentos, sem concentração.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO
.....	74
2 A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS) E O ENSINO CRÍTICO E PROBLEMATIZADOR DE PAULO FREIRE.....	76
3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS COMO PRESSUPOSTO METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO.....	81
4 UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO BASEADA NO TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS PARA O ESTUDO DA GRAÇÃO DA ENERGIA SOLAR	84
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
6 REFERÊNCIAS.....	90

1 INTRODUÇÃO

Escolhemos o tema da produção da energia solar e seus impactos ambientais na sociedade por ser uma energia emergente em substituição a geração da energia elétrica por meio do uso das hidrelétricas. Neste manual temos o propósito de problematizar este assunto de uma forma crítico/ reflexivo, Nesse sentido é muito importante que o professor possa fazer uma conexão com a realidade do aluno onde podemos utilizar diferentes recursos potenciais que aprofunde o funcionamento da energia solar, por exemplo, por meio de experimentos ou vídeos que mostrem a instalação e os benefícios que essa tecnologia oferece a quem utiliza, sem contar que é uma energia sustentável e o Nordeste brasileiro tem uma grande incidência de radiação solar que outras regiões do Brasil não tem.

A escolha da energia solar como investigação principal é devido a vários problemas encontrados, tais como aumento substancial na conta mensal de consumo de energia elétrica onde a fonte principal para o abastecimento da energia elétrica vem das usinas hidrelétricas, onde essas mesmas usinas dependem das chuvas. Também um assunto para conscientização dos estudantes acerca das atividades pluviométricas que são totalmente irregulares no território brasileiro especialmente no Nordeste e, também conta com os períodos chuvosos e de seca onde esses fatores fazem que a conta mensal de energia elétrica dos brasileiros se torne cara, principalmente em período de seca (por isso entendemos que este assunto tem um papel social importante para uma formação científica dos estudantes para entenderem este processo que repercute diretamente na renda familiar). Importante atentar para as seguintes questões: O que o aluno entende por energia renovável; Na energia solar, quais os pontos ruins e positivos para sua instalação; Depois de quanto tempo o proprietário do imóvel que instalou placas solares sentirá a economia da energia elétrica; No caso de um dia nublado ou chuvoso, será que irá ter produção de energia elétrica; No caso da noite, como fará uso da energia elétrica oriunda da produção da energia solar.

Adotamos como pressuposto teórico e metodológico o ensino problematizador e transformador do educador Paulo Freire integrando neste

arcabouço fundamentos da abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que será aprofundado nos capítulos seguintes.

Como estratégia metodológica norteadora para construção das etapas de intervenção escolhemos a abordagem dos três momentos pedagógicos proposto por Delizoicov, Angoti e Pernambuco (2002). Propomos uma sequência de ensino que pode ser adaptada para diferentes contextos.

2 ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS) E O ENSINO CRÍTICO E PROBLEMATIZADOR DE PAULO FREIRE

O campo de investigação conhecido como CTS tem como interesse defender uma educação científica onde promova umas discussões públicas sobre políticas de Ciências e Tecnologias. Assim esta abordagem visa uma formação dos estudantes em um caráter mais crítico e consciente para apoiar tomadas de decisões que envolve conhecimentos de ciências em vários aspectos sociais associado ao uso sustentável das tecnologias, do consumo, da produção, da promoção de respeito ao meio ambiente.

Aikenhead (2003) afirma que a educação CTS no ensino de ciências surgiu com o objetivo de se almejar uma educação de todos para o desenvolvimento da cidadania e não focando o ensino de ciência para formação de cientistas. Destaca-se que ela não deve ser vista apenas como slogan, mas como um importante domínio do letramento científico. O conceito de letramento para a educação científica está associado a ideia de que a pessoa saiba ler, escrever, interpretar, discutir, conversar de forma coerente e não-técnico assuntos que aborde ciência e tecnologia que tenha impactos direto na sociedade voltada para a compreensão do público em geral. (SANTOS, MORTIMER, 2002).

Desta forma a abordagem CTS está relacionada a uma preocupação do ensino de conceitos científicos problematizados com as questões sociais e ambientais. No sentido que todos deveriam ter acesso ao conhecimento científico para participarem das tomadas de decisões que pode impactar a vida de todos (por exemplo, uso de fertilizantes, produção de energia, produção de remédios para cura de doenças, consumo consciente dos produtos gerados pela indústria etc.), assim esta abordagem envolve discussão no campo da sociologia por afetar as relações sociais.

É importante dizer que no Brasil o educador Paulo Freire defender uma educação emancipatória e problematizadora, uma formação mais crítica e humana. Este seu pensamento se alinha as ideias da abordagem CTS. Neste sentido a educação freiriana promove um modelo ideológico de submissão a um sistema tecnológico já estabelecido, procurando um novo modelo de desenvolvimento que vise o bem-estar de todos (por exemplo ele afirma que o uso da tecnologia não pode

provocar a exclusão do trabalhador gerando mais desempregos pela substituição do ser humano no processo de produção pelas máquinas).

Em nossa experiência docente podemos destacar que o ensino de Ciências (Física) tem um caráter muito propedêutico, com foco nos conteúdos, no ensino memorístico, onde o estudante não percebe ligação entre o que estuda e os problemas do seu cotidiano. Entendemos que esta perspectiva da CTS precisa está inserida no processo de ensino dos conteúdos de uma forma a problematizar a matéria de ensino (por isso a escolha do tema sobre geração de energia elétrica a partir da energia solar pode se configurar em uma oportunidade para o despertar nos estudantes os problemas da sociedade na busca de novas alternativas de produção e uso da energia que não agrida o meio ambiente. Mas entendemos que a produção crescente da energia solar deve também ser acompanhada por uma conscientização sobre o uso dos descartes das placas solares).

Pensar um ensino de Física com a abordagem CTS temos que pensar a possibilidade de um ensino multidisciplinar que possa envolver uma visão tecnológica, no âmbito da Física, Química, Biologia e Matemática, mas também uma visão econômica, social, política, cultural, turística e etc.

A ciência e a tecnologia têm sido de grande valia no mundo contemporâneo em que vivemos, mas essa vivência tem que acompanhar uma perspectiva multidisciplinar com outras áreas do conhecimento.

A abordagem CTS integrada ao currículo de ciências visa aliar o conhecimento científico associado com o conhecimento tecnológico. Neste processo de ensino e aprendizagem em ciências o professor procura trabalhar o conteúdo do programa inserindo discussões sobre o uso desses conhecimentos na sociedade. Essa parte social, de preferência seria voltada a realidade da comunidade escolar ou da cidade em que a Escola se localiza.

Devido ao agravamento de problemas ambientais pós-guerra, a tomada de decisão em alguns setores que detém o conhecimento científico e o medo e as frustrações dos excessos tecnológicos deram condições ao surgimento de propostas de ensino CTS. O cenário de currículos, no que diz respeito a educação científica e tecnológica eram desenvolvidos por países industrializados na Europa, nos Estados Unidos, Canadá e Austrália, entretanto os trabalhos curriculares em CTS surgiram

em decorrência de formar o cidadão com uma consciência crítica sobre ciência e tecnologia.

Krasilchik (1987) trata do desenvolvimento da inovação educacional dos currículos de ciências no Brasil especialmente entre os anos de 1950 a 1985. A autora destaca que na década de setenta surge a preocupação para incorporar uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político, ambiental e social. Para ela nos anos 80 se intensifica a necessidade de renovação do ensino de ciências centrada pelo interesse de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

Entendemos que o papel da educação em no viés da abordagem CTS no ensino médio é procurar desenvolver nos jovens estudantes a alfabetização científica e tecnológica, ou seja, para promover um ensino mais crítico reflexivo que apoie os estuantes em suas tomadas de decisões que envolve questões de ciência e tecnologia na sociedade.

Diante deste cenário a perspectiva CTS no ensino de ciências visa articular conceitos científicos e tecnológicos, processos de investigações e interações entre ciências, tecnologia e sociedade. A aquisição de conhecimento científico e tecnológica aliado ao entendimento de um bem-estar social individual e coletivo. Os processos de investigações tecnológicas precisam está presente nas discussões das disciplinas na escola, que ultrapasse um ensino meramente conceitual sem conexão com a realidade, que incentive mais a participação do aluno no processo alfabetização científica relacionada a um ensino transformador. Assim a articulação entre interação entre ciência, tecnologia e sociedade enfatiza a obtenção de valores e ideias por meio de temas locais, políticas públicas.

2.1 O ensino emancipador, dialógico e problematizador de Paulo Freire

Freire (1996) insiste na necessidade do aprender de forma crítica, onde o docente ou o discente vai procurar em outras fontes informações mais profundas sobre aquilo que se estar aprendendo. Ele diz que o educador deve instigar seus educandos a ler, a investigar sobre a proposta do que se estar aprendendo.

Freire (1987) afirma que o educador, para ensinar um determinado conteúdo ele precisa se preparar, estudar com profundidade o conteúdo a ser trabalhado, não usar somente o livro didático, mas explorar diferentes fontes de pesquisa na

preparação de sua aula. Ele diz que que um bom exemplo de ensinar é fazer um comparativo, uma analogia entre o conteúdo que estar sendo ensinado e a realidade do estudante, ou seja, a possibilidade de problematizar os conteúdos da matéria vinculado as questões sociais em torno da comunidade em que vive os estudantes.

Um pensamento freiriano é a compreensão de que ensinar exige conhecimento profundo sobre o tema a ser estudado e que cabe ao indivíduo o saber pensar, o “pensar certo” que inclui pensar certo sobre política, educação, sociedade, ciência etc. Este pensamento em nosso entender está bem alinhado com os pressupostos da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. (FREIRE, 1996).

Freire (1996) afirma que um ser humano inacabado é um ser humano consciente da vida, ou seja, um aprendizado constante em que a educação é percebida com uma das portas ou a principal porta que se aprende continuamente um determinado assunto de diversas abordagens e que muitas vezes é de grande valia para sua vida profissional. O pensador ressalta que um bom educador precisa de forma séria tratar com suas obrigações docentes e sempre respeitar seus educandos como premissa fundamental. O cuidado com o planejamento da aulas as formas de comportamento em sala de aula no sentido de saber administrar suas condutas, por exemplo, os estudantes podem ser afetados na sua forma de aprender caso o professor seja muito autoritário ou muito flexível.

Para Freire (1987) o professor não pode ser o expositor de conteúdo de forma a não permitir as falas dos estudantes, mas precisa despertar nos estudantes o desenvolvimento da curiosidade epistemológica em um processo de incentivo a um ensino com pesquisa. O autor destaca a importância de se considerar a curiosidade ingênua dos estudantes, os conhecimentos que eles possuem de sua experiência cotidiana desde o convívio familiar, a cultura, os saberes anteriores que muitas vezes não comunga com os saberes da escola. Ele afirma que a relação entre os saberes ingênuos e científicos não devem se basear em uma relação de ruptura, mas de evolução. A curiosidade ingênua elevando-se rumo a uma curiosidade epistemológica.

Uma das ideias centrais na leitura do livro “Pedagogia do Oprimido” é de que o opressor não nasce opressor, mas é forjado por um sistema (neoliberal) na qual o faz opressor diante de um mundo historicamente desigual e focado na acumulação do capital acentuado racionalmente pela produção industrial. Freire defende que o

oprimido deve sempre lutar pela sua libertação e a educação cumpre este papel de transformação a partir da problematização dos conteúdos.

Paulo Freire enfatiza que a educação se transformou numa espécie de depósito (fazendo analogia com o sistema bancário) onde cabe aos educandos memorizarem, em geral sem compreensão, informações dos conteúdos disciplinares apresentados na escola, assim negando qualquer tipo de criatividade e curiosidade.

Interpretamos que nesse contexto de apenas decorar informações como uma forma de assimilação mecânica as pessoas oprimidas ficam alheios aos conhecimentos críticos que está por trás das situações sociais. Uma das formas que contribui para o opressor ter tanta influência, poder sobre o oprimido como uma forma de submissão devido ele não ter sido estimulado a questionar o que há por trás de cada informação obtida.

3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS COMO PRESSUPOSTO METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO

A abordagem conhecida como os três momentos pedagógicos ou mesmo 3 MPs é uma proposta metodológica defendida pelos autores Delizoicov, Angoti e Pernambuco (2002). A mesma apresenta um viés crítico reflexivo e foi inspirado no ensino problematizador e temático defendido pelo educador Paulo Freire. As etapas são: i) problematização inicial; ii) organização do conhecimento e iii) aplicação do conhecimento. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620).

Abaixo apresentamos um entendimento de cada uma delas:

3.1 Problematização inicial como ponto de partida

Nesta etapa segundo os autores o professor pode lançar problemas retirados das situações reais dos estudantes que podem ser relacionados com o assunto discutido em sala de aula. Neste momento é preciso que o professor provoque os estudantes para argumentarem sobre a questão desafiadora. O objetivo é explorar os conhecimentos dos estudantes.

Freire (1987) afirma que é necessário criticar a curiosidade ingênua, para que esta possa se direcionando, de forma metodicamente rigorosa, do objeto cognoscível para se tornar uma curiosidade epistemológica. Para ele o desenvolvimento desta curiosidade epistemológica é construir campos férteis a germinação da imaginação do indivíduo, do despertar da intuição, da capacidade de fazer conjecturas e comparações, ou seja, segundo ele, são saberes fundamentais à prática educativa (FREIRE, 2009).

Assim, interpretamos que neste processo de relação entre a curiosidade ingênua evoluindo para a curiosidade epistemológica consiste em uma das finalidades da Problematização Inicial dos 3 MPs. O foco central é oferecer aos estudantes a oportunidade de aprenderem novos conhecimentos do conteúdo da matéria fortemente associado com os acontecimentos do mundo ao seu redor. (MUENCHIEN; DELIZOICOV, 2012).

Marengão (2012) ressalta que para a evolução desta curiosidade ingênua em direção a uma curiosidade epistemológica é imprescindível o levantamento de

problemas novos que os estudantes não tenham ainda respostas e que podem auxiliá-los na busca de novos conhecimentos científicos. Neste sentido, segundo o autor, os estudantes poderão obter respostas mais próximas do contexto científico em uma perspectiva mais crítica e problematizadora.

Nesta etapa da problematização inicial é recomendado que o professor comece um assunto com uma questão norteadora para investigar o grau de aprendizagem acerca de um assunto (no caso desta pesquisa explorar conhecimentos sobre o conceito da energia especialmente da produção da energia elétrica). Explorar a existência de um conhecimento mais científico. É fundamental que o professor esteja sempre disponível a escutar os estudantes no sentido de deixar os alunos tranquilos para fornecerem qualquer resposta científica ou não.

3.2 Organização do conhecimento

Nesta etapa o professor deve inserir os conhecimentos científicos que podem fundamentar a compreensão da situação cotidiana. Etapa importante de confrontar conhecimentos já existentes dos estudantes com os conhecimentos científicos, mas não no sentido de rompimento dos conhecimentos anteriores dos alunos como nos orienta Freire, mas que possa, sob a mediação do professor, progredirem para o contexto da ciência.

Para os alunos saberem algo como conhecimento científico o professor pode começar com um debate jogando na discussão alguns questionamentos ou problematização de uma situação que os alunos já conhecem, desenvolvam seus raciocínios epistemológicos. Esse debate pode ser envolvendo a sala toda como um grande grupo ou formando vários grupos dentro da mesma sala fazendo com que eles discutam o mesmo questionamento levantado pelo professor ou que, cada grupo debata sobre problematização diversos. Depois o professor pode fechar a discussão fazendo um diálogo e chegando a um denominador comum sobre o que foi debatido em sala de aula.

3.2 Com relação a Aplicação do conhecimento

Etapa de elaboração sistemática dos conhecimentos pelos estudantes fazendo com que possa resolver outras situações problemas similares de diferentes formas.

É importante que o professor volte o que foi perguntado anteriormente para saber se os alunos aprenderam de fato aos questionamentos anteriores sobre os conhecimentos aprendidos no MP. Neste sentido que Lyra (2013) enfatiza a importância de oferecer novas situações a serem apresentadas e que não necessariamente esteja relacionada à Problematização Inicial.

4 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO PARA TRABALHAR A GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICO

A sequência de ensino ocorreu em uma turma de 3º ano do ensino médio do turno da tarde na E.E.M. Governador Adauto Bezerra, também conhecida como 2.º Grau na cidade de Juazeiro do Norte - CE e foi pensada para acontecer em seis encontros totalizando aprox. 6 horas aula (cada encontro é composto de uma aula de 50 minutos).

1.º encontro

Neste primeiro dia informamos os alunos o objetivo da intervenção e a escolha do assunto. Foi colocado para os estudantes algumas perguntas sobre o que eles entendem sobre geração de energia elétrica e sobre geração de energia renovável a ser investigado e para explorar quais seus conhecimentos possuíam sobre o assunto. Buscamos entender o que eles imaginam sobre especificamente a geração de energia solar além de outras perguntas como:

- o que você entende sobre energia?
- o que significa dizer conservação da energia?
- quais os tipos de energia que você conhece?
- como pode ser produzida a energia elétrica que usamos em nosso dia-a-dia?
- escreva o que você sabe sobre a produção da energia elétrica por meio da energia solar?
- o que você entende sobre energia solar

Os alunos tiveram liberdade para responderem de acordo com os seus conceitos iniciais e as questões foi direcionada para a turma em geral. De acordo com suas respostas, as mesmas foram registradas por meio de uma produção escrita e anotações geradas nas discussões em aula.

2º encontro

No segundo encontro realizamos uma aula para apresentar aos estudantes os conceitos fundamentais da física tais como: conservação de energia; geração da

energia elétrica, inclusive com seus cálculos e unidades; energias renováveis, dando um enfoque na captação da energia solar; processo de produção da energia solar e seus impactos sociais (vantagens e desvantagens). Essa aula foi exposta no quadro com anotações da definição de energia, slides com a definição e gravuras da energia elétrica, slides mostrando a transformação da captação da radiação solar pelas placas fotovoltaicas em energia solar.

Em seguida foi sugerido a turma uma leitura de textos que discutem o uso da energia solar transformando em energia elétrica instalados em imóveis em vários aspectos. Abaixo destacamos os assuntos destes textos:

- Texto 1: Energia Solar Fotovoltaica de autorias Thiago Rocha Lana, José Antonio Silva Junior, Matheus Secundo da Silva, Matheus G. Talarico e Tiago Bittencourt Nazaré
- Texto 2: Energia Solar Fotovoltaica e as Perspectivas Energéticas para o Nordeste Brasileiro de autoria Robéria Caminha Marques, Stefan C. W. Krauter e Lutero C. de Lima

Os estudantes foram incentivados a lerem e debaterem entre si os textos. A finalidade desta etapa do estudo é provocar nos estudantes uma consciência crítica acerca da evolução da tecnologia associada a produção da energia elétrica por meio da energia solar e seus impactos na sociedade moderna.

3.º encontro

Nesse encontro foi exposto vídeos experimentais e pequenos documentários retirados da internet:

- 1) Energia solar: como funciona? (Disponível Em: https://www.youtube.com/watch?v=Jtqz_Xzozl0)
- 2) Como os painéis solares são feitos. Passo a passo (Disponível Em: <https://www.youtube.com/watch?v=Xrfhh23n3wa>)
- 3) Instalação fotovoltaica completa passo a passo (Disponível Em: <https://www.youtube.com/watch?v=Nuxamptusrw>)

A finalidade de discussão dos conteúdos dos vídeos foi tentar problematizar sobre a produção das energias renováveis e com a preocupação com o meio ambiente. Nesse momento os alunos foram incentivados a discutirem entre si e com o professor sobre os impactos ambientais que pode acontecer através da captação da radiação solar para transformação em energia elétrica, desde a produção das placas voltaicas através de sua matéria prima até a instalação dessas placas em residências, indústrias, comércios ou parques solares para geração da radiação solar e, conseqüentemente transformar em energia elétrica.

4.º encontro:

Nesse encontro foi explicado o assunto sobre Conservação de Energia, falando sobre a transformação em energia mecânica em energia cinética e energia potencial gravitacional e energia potencial elástica.

Essa explicação consideramos importante para os alunos entenderem que toda energia se transforma em outras formas de energias e conseqüentemente entenderem que a energia luminosa vindo dos raios solares se transformarão em energia térmica e energia elétrica.

5.º encontro:

Nesse encontro foi explicado (professor de física dessa turma) o assunto chamado de energia elétrica.

Nessa aula foi explicado assuntos primordiais, como corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e consumo de energia elétrica e cada item explicado consta as fórmulas e suas aplicações.

Essas explicações são importantes porque o aluno deve entender que toda radiação solar captadas por painéis solares são transformadas em energia elétrica e, nesse caso, vale salientar que todo funcionamento dos equipamentos elétricos do imóvel estará sujeito as aplicações de cada item elétrico que foi exposto nesse encontro.

6.º encontro

Nesse momento os alunos foram divididos em cinco grupos responsáveis para fazerem os seminários. Foram sugeridos os seguintes temas para apoiar a

pesquisa: ondas eletromagnéticas; radiação solar; energia; energia elétrica e energia solar. Nesse seminário as equipes falaram a respeito dos benefícios que a radiação solar traz desde a instalação das placas voltaicas até a geração da energia solar trazendo para o seminário a questão ambiental e o outro grupo falou sobre os pontos negativos que a tecnologia da radiação solar transformando em energia elétrica traz para a sociedade e para o ambiente.

Nesses seminários as equipes falarão sobre a produção das placas solares através de suas matérias primas.

Ainda nesses seminários os alunos compartilharam conhecimentos entre seus pares, foram geradas muitas discussões entre os estuantes nos momentos das apresentações.

No último momento as perguntas iniciais foram apresentadas novamente para que eles as respondam novamente e, em seguida, essas respostas foram comparadas com as respostas dadas no início da pesquisa e percebemos uma evolução conceitual acerca das respostas dos alunos com o que foi apresentado na pesquisa.

7.º encontro

Nesse dia se apresentaram duas equipes, onde as mesmas apresentarão os temas sobre ondas eletromagnéticas e radiação solar.

Depois das apresentações foi aberta as perguntas dos demais alunos e pelo professor também e os membros das equipes responderam às perguntas tirando as dúvidas que possam vir dos demais alunos e, também as opiniões que os alunos tiveram sobre os temas abordados pelas equipes.

8.º encontro:

Nesse momento as outras três equipes se apresentaram com os temas energias, energia elétrica e energia solar.

Depois das apresentações abrimos espaços para os questionamentos da turma e do professor que os assuntos abordados ficassem claro para todos os alunos, não só para quem está assistindo, mas para quem estava apresentando.

Foi uma ótima oportunidade para que o aprendizado entre os alunos seja o maior possível e que eles próprios possam usar esses conhecimentos adquiridos a ajudar a comunidade escolar e suas próprias comunidades e famílias.

9.º encontro:

Foi colocado novamente as mesmas perguntas que os alunos responderam anteriormente, ou seja, no início da pesquisa.

Essa retomada das mesmas perguntas feitas anteriormente foi para comprovar o avanço sobre os temas abordados em comparação as suas ideias que eles tinham sobre as perguntas abordadas no início da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema proposto, produção da energia elétrica por meio da energia solar, através de uma sequência de ensino surge, caro professor ou professora, como um tema gerador por ser uma forma alternativa de produção da energia elétrica que está em ampla ascensão. Assim este manual de instrução em ciências sugere uma problematização com os estudantes do ensino médio conhecimentos científicos de física relacionado a esta produção. Sugerimos a promoção dos conhecimentos dos alunos de uma forma mais crítica e relacionar o conteúdo da física com situações do cotidiano dos estudantes (percebe-se um aumento do uso da energia solar, pode ser verificado em observações das telhas de residências repletas de placas fotovoltaica).

Para fundamentar teoricamente a sequência de ensino sugerimos a teoria problematizadora do educador Paulo Freire associado a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade entendendo que é fundamental no ensino de física despertar o senso crítico dos estudantes para poderem tomarem decisões conscientes em problemas relacionado ao uso da tecnologia na sociedade contemporânea. A proposta dos três momentos pedagógicos norteia a construção da proposta da sequência de ensino sempre no sentido de uma problematização inicial dos alunos em relação ao assunto, o desenvolvimento do assunto por meio da leitura crítica de textos e reflexões de vídeos sobre o funcionamento da energia solar desde seus aspectos comerciais a entendimento dos conceitos da ciência envolvido.

6 REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. STS Education: A Rose by Any Other Name. In: Cross, R. (Ed.): **A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham**, p. 59-75. New York: Routledge Falmer, 2003.
- BERNI, A. N. N. R. **Elaboração de um projeto de pesquisa visando a utilização de um sistema geotérmico de condicionamento de ar na região de Curitiba**. 2013. 117 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto Editora, LDA: Portugal, 1994.
- BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1996.
- BURANTTINI, Maria Paula T. de Castro, **Energia: uma abordagem multidisciplinar**, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008
- _____, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Educação é a Base**. 2019. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 15 mar. 2022.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**, 17ª Edição. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.
- _____, Freire. **Pedagogia da autonomia: saberes necessário a prática educativa**. São Paulo, Paz e Terra, 1996.
- GOLDEMBERG, J. Atualidade e Perspectivas no Uso de Biomassa para Geração de Energia. **Rev. Virtual Quim.**, n. 9, v. 1, p. 15-28, 2016.
- HALLIDAY, David, **Física 4**, David Halliday, Robert Resnick, Kenneth S. Krane; com a colaboração de Paul Stanley; tradução Pedro Manoel Calas Lopes Pacheco, Rio de Janeiro: LTC, 2010
- KNIGHT, Randal, **Física 4: uma abordagem estratégica**, tradução Clóvis Belbute Peres, Ana Rita de Avila Belbute Peres, 1 ed. – Porto Alegre: Bockman, 2009
- MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Ensino de Ciências**, • **Estud. av.** 32 (94) • Sep-Dec 2018.
- PAIVA, L. S.; SOUSA, N. G. Simulação e análise de um sistema de refrigeração por absorção e aquecimento solar. **Rev. Bras. Cien., Tec. e Inov.** n. 1, v. 2, 2015.

DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José André. PERNAMBUCO, Marta Maria. SILVA, Antônio Fernando Gouvêa. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** Coleção Docência em Formação. São Paulo, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 02, n. 02, Dez., 2002.

STAKE, R. E. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam.** Tradução: Karla Reis; revisão técnica: Nilda Jacks. – Porto Alegre: Penso, 2011.