



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA-UESB

ÉGILO TEÓFILO NASCIMENTO

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA COM ABORDAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA, INERENTES AO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM FOTOVOLTAICA.

VITORIA DA CONQUISTA - BA
2023

ÉGILO TEÓFILO NASCIMENTO

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA COM ABORDAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA, INERENTES AO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM FOTOVOLTAICA.

Dissertação apresentada ao Polo 62 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro

Coorientadora: Prof.^a. Dra. Cristina Porto Gonçalves

**VITORIA DA CONQUISTA - BA
2023**

N195u

Nascimento, Égilo Teófilo.

Unidade de ensino potencialmente significativa com abordagem de tópicos de física moderna e contemporânea, inerentes ao processo de transformação da energia solar em fotovoltaica. / Égilo Teófilo Nascimento, 2023.

129f. il.

Orientador (a): Dr. Luizdarcy de Matos Castro.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2023.

Inclui referência F. 129.

1. Aprendizagem significativa - Física. 2. Energia Solar. 3. Efeito Fotoelétrico. 4. Efeito Fotovoltaico. I. Castro, Luizdarcy de Matos. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF. IV. T.

CDD 530

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista -BA



ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos 26 dias do mês de maio de 2023, às 14h00, por meio da plataforma virtual *Google Meet*, de conta institucional da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada “*Unidade de ensino potencialmente significativa com abordagem de tópicos de física moderna e contemporânea, inerentes ao processo de transformação da energia solar em fotovoltaica*”, de autoria de Égilo Teófilo Nascimento, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pelo professor Dr. Luizdarcy de Matos Castro, orientador do mestrando e contou com a participação da professora Dra. Maria Socorro Seixas Pereira e da professora Dra. Sandra Cristina Ramos, na condição de examinadoras; tendo sido APROVADA. Entretanto, para que o respectivo título possa ser concedido, com as prerrogativas legais dele advindas, o exemplar definitivo da referida dissertação deverá ser entregue (enviada), na secretaria do mestrado, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com as alterações e/ou correções sugeridas pelos membros da banca, para que possa ser homologado pelas instâncias competentes da UESB.



Documento assinado eletronicamente por **Luizdarcy de Matos Castro, Professor Titular**, em 26/05/2023, às 16:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sandra Cristina Ramos, Professor**, em 26/05/2023, às 16:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Socorro Seixas Pereira, Usuário Externo**, em 26/05/2023, às 16:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Égilo Teófilo Nascimento, Usuário Externo**, em 26/05/2023, às 16:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristina Porto Gonçalves, Coordenador(a) do Programa**, em 26/05/2023, às 17:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://seibahia.ba.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **00067865956** e o código CRC **BFAE9D41**.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA COM ABORDAGEM DE
TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA, INERENTES AO PROCESSO DE
TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM FOTOVOLTAICA**

AUTOR: ÉGILO TEÓFILO NASCIMENTO

DATA DE APROVAÇÃO: 26 de maio de 2023

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física – SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br LUIZDARCY DE MATOS CASTRO
Data: 04/10/2023 19:01:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br SANDRA CRISTINA RAMOS
Data: 04/10/2023 20:59:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Sandra Cristina Ramos
Examinadora interna

Documento assinado digitalmente
gov.br MARIA SOCORRO SEIXAS PEREIRA
Data: 04/10/2023 19:55:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Maria Socorro Seixas Pereira
Examinadora externa

2023



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300



AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Tiago e Lia, que por inúmeras vezes me deram apoio, incentivo e também suporte para me inscrever e cursar o mestrado.

A minha esposa Elizete, que durante todo o curso me deu apoio, incentivo e sempre esteve ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus filhos amados e muito queridos, Mateus Yan, Maria Cecília e ao mais novo recém chegado, Miguel Teófilo, que também sempre estiveram ao meu lado e sempre entenderam o fato de ter que abdicar parte do tempo que teria com eles para me dedicar ao curso. Todos vocês são muito especiais para mim.

Ao meu professor orientador Dr. Luizdarcy, pelas valorosas contribuições que me deu durante as aulas ministradas, que contribuíram significativamente para minha pratica docente, e também pelas riquíssimas orientações e sugestões dadas durante a escrita da dissertação.

A todo o corpo docente do MNPEF pelas excelentes aulas ministradas durante o curso que também contribuíram significativamente para que eu pudesse repensar a minha pratica docente.

Aos meus colegas do MNPEF, pelas valorosas contribuições e parceria.

Aos meus alunos que sempre me trataram com muito respeito e prontamente aceitaram participar da pesquisa sem nenhuma objeção.

Aos meus colegas de trabalho, e em especial a minha diretora Maria Nilza, que sempre incentivou praticas que viessem a agregar e aperfeiçoar o processo ensino aprendizagem.

A banca pelas considerações.

Agradecimento especial à CAPES, pois este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, sem o qual dificultaria substancialmente a minha participação no curso.

RESUMO

No currículo do ensino médio é encontrado um esvaziamento de tópicos de física moderna. Diante disso, a presente pesquisa propôs uma sequência didática para alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola do campo, localizada no município de Rio Pardo de Minas versando sobre energia fotovoltaica. A sequência didática buscou a inserção de tópicos de física moderna e contemporânea, a partir do estudo das etapas inerentes a transformação da energia solar em energia fotovoltaica. O tema abordado tem como objetivo trazer para a sala de aula um pouco do cotidiano vivenciado pelos alunos, procurando fornecer informações para que possam compreender e explicar fenômenos daquela natureza. Para tanto a sequência didática foi pautada na teoria educacional de David Ausubel e também na teoria da aprendizagem significativa crítica de Marco Antônio Moreira para construir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS. Dessa forma, foi observado indícios de aprendizagem significativa após tratar um tema relevante e presente no cotidiano dos alunos. Utilizando a UEPS no ensino médio, foi possível abordar temas de física moderna sem deixar de relacionar com o cotidiano.

Palavra Chave: Aprendizagem significativa, Energia Solar, Efeito Fotoelétrico, Efeito Fotovoltaico.

ABSTRACT

In the high school curriculum there is a lack of modern physics topics. Given this, this research proposed a teaching sequence for 3rd year high school students at a rural school, located in the municipality of Rio Pardo de Minas, focusing on photovoltaic energy. The didactic sequence sought to include modern and contemporary physics topics, based on the study of the stages inherent in the transformation of solar energy into photovoltaic energy. The topic addressed aims to bring to the classroom a little of the daily life experienced by students, seeking to provide information so that they can understand and explain phenomena of that nature. To this end, the didactic sequence was based on the educational theory of David Ausubel and also on the theory of critical significant learning by Marco Antônio Moreira to build a Potentially Significant Teaching Unit – UEPS. In this way, signs of significant learning were observed after dealing with a relevant topic present in the students' daily lives. Using the UEPS in high school, it was possible to address modern physics topics without ceasing to relate them to everyday life.

Keywords: Significant learning, Solar Energy, Photoelectric Effect, Photovoltaic Effect.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Mapa conceitual do tipo TEIA de ARANHA.
- Figura 2:** Mapa Conceitual Óptica
- Figura 3 –** Representação do processo de conversão fotovoltaica
- Figura 4:** Radiação de corpo negro.
- Figura 5:** Gráfico teórico vs experimental.
- Figura 6:** Max Planck
- Figura 7:** Representação das bandas de energia em metais, semicondutores e isolantes
- Figura 8:** Condução elétrica em um material semicondutores
- Figura 9:** Geração de um nível doador ou aceitador em um cristal semicondutor
- Figura 10:** Efeito da dopagem com fósforo e boro sobre a resistividade do silício a 300K
- Figura 11:** Perfil de carga em um diodo $p-n$
- Figura 12:** Perfil das bandas de um diodo $p-n$
- Figura 13:** Diodo $p-n$ submetido a uma tensão direta
- Figura 14:** Diodo $p-n$ submetido a uma tensão reversa
- Figura 15:** Função característica de um diodo $p-n$
- Figura 16:** Princípio de operação de um diodo emissor de luz (LED)
- Figura 17:** Princípio de operação de uma célula fotovoltaica
- Figura 18:** Célula fotovoltaica com uma resistência R ligada aos terminais p e n
- Figura 19:** Célula fotovoltaica de silício
- Figura 20:** Construção do Mapa Conceitual pelo professor e alunos
- Figura 21:** Visita a mini usina fotovoltaica
- Figura 22:** Visita a mini usina fotovoltaica
- Figura 23:** Atividade Gamificada na plataforma Kahoot, sobre tópicos dos temas abordados.
- Figura 24:** Atividade feita pelos alunos no simulador PHEt.
- Figura 25:** Apresentação de aparato experimental
- Figura 26:** Mapa mental elaborado por aluno.
- Figura 27:** Mapa mental elaborado por aluno.
- Figura 28:** Mapa mental elaborado por aluno.
- Figura 29:** Mapa mental elaborado por aluno.
- Figura 30:** Visita a mini usina fotovoltaica.
- Figura 31:** Visita a mini usina fotovoltaica.
- Figura 32:** Visita a mini usina fotovoltaica.
- Figura 33:** Alunos expondo as suas percepções sobre a geração da energia fotovoltaica.
- Figura 34:** Questionário respondido por aluno.

Figura 35: Questionário respondido por aluno.
Figura 36: Questionário respondido por aluno.
Figura 37: Atividade Gamificada.
Figura 38: Questionário respondido por aluno.
Figura 39: Atividade respondida por aluno.
Figura 40: Percentual de respostas ao item 2.
Figura 41: Percentual de respostas ao item 3.
Figura 42: Percentual de respostas ao item 4.
Figura 43: Percentual de respostas ao item 5.
Figura 44: Atividade Gamificada 2.
Figura 45: Mapa conceitual criado por aluno.
Figura 46: Mapa conceitual criado por aluno.
Figura 47: Mapa conceitual criado por aluno.
Figura 48: Mapa conceitual criado por aluno.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pesquisa Bibliográfica

Quadro 2 - Sistema Isolado

Quadro 3 - Sistemas ligados a rede

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

NBR – Norma brasileira

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PHET – Physics Education Technology Project

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

UFRGS – Universidade Rural do Rio Grande do Sul

UFRS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica

ECA – Estatuto da Criança e do Adolescente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
4 METODOLOGIA.....	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
7 REFERÊNCIAS.....	80
8 APÊNDICES.....	83
9 ANEXOS	100
10 PRODUTO EDUCACIONAL.....	103
REFERÊNCIAS.....	128

1 INTRODUÇÃO

A motivação para realizar essa pesquisa surgiu da análise da realidade dos alunos da escola onde leciono. Próximo ao local das aulas, existe uma grande estrutura de placas fotovoltaicas. Observei também que os estudantes não compreendem os processos que acontecem nessa situação do cotidiano. E acredito que foi uma boa oportunidade de discutir tópicos de física moderna no ensino médio.

O objetivo do presente estudo é implementar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para abordar o processo de transformação de energia solar em energia fotovoltaica. Além disso, o intuito é propor atividades dinâmicas em sala de aula, que possam atrair o interesse dos estudantes referente ao tema. Desse modo, o estudo apresenta uma sequência didática que foi aplicada em uma turma do 3º ano do Ensino Médio.

O estudo de cunho qualitativo e pesquisa aplicada é fundamentado nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) de Marco Antônio Moreira (2011) e sua relevância principal é a compreensão dos sentidos que os indivíduos atribuem às atividades realizadas. A UEPS pretende refletir sobre o ensino de Física, sobretudo relacionado à energia fotovoltaica, o levantamento dos dados se dá a partir da investigação das UEPS, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, em uma escola do município de Rio Pardo de Minas – Minas Gerais.

Observa-se que a aprendizagem no ensino de Física na escola é abordada de maneira teórica e esse modo de abordagem dificulta o entendimento dos estudantes. Quando se trata de aprender energia fotovoltaica não é diferente, mesmo considerando a existência de usina próximo à escola, o que seria um grande incentivo para os estudantes. O ensino de maneira geral é mediado de forma expositiva, causando assim um distanciamento entre a possibilidade de criação das percepções do educando e o conteúdo ministrado.

Segundo a BNCC (2015, p.150):

Para essa formação ampla, os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza devem possibilitar a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, envolvendo a discussão de temas como energia, saúde, ambiente, tecnologia, educação para o consumo, sustentabilidade, entre outros. Isso exige, no ensino uma integração entre conhecimentos abordados nos vários componentes da área, bem como da área Ciências da Natureza com outras. Por exemplo, ao tratar do tema energia no Ensino Médio, os/as estudantes, além de compreenderem sua transformação e conservação, do ponto de vista da Física, da Química, da Biologia, podem também percebê-lo na geografia, sabendo avaliar o valor das diferentes fontes de energia em uma matriz energética, considerando fatores com a produção, os recursos naturais mobilizados, as tecnologias envolvidas e os impactos ambientais.

Ainda, pode-se perceber a apropriação humana dos ciclos energéticos naturais como elemento essencial para se compreenderem as transformações econômicas ao longo da história.

Diante disso, Ramos (2017, p.32) argumenta:

A formação humana é o processo de reprodução dessa realidade em cada ser, de modo que ele possa apreendê-la, criticá-la e transformá-la. O projeto político-pedagógico visa integrar as dimensões fundamentais da práxis sociais, trabalho, ciência e cultura, na formação dos estudantes.

Em consonância, Moreira (2000, p.95) aponta “[...] a pesquisa em ensino de Física tem seus méritos e limitações. Não se pode esperar que aponte soluções milagrosas, ou panaceias para o ensino em sala de aula, mesmo porque boa parte dela é básica e não visa a aplicabilidade em sala de aula”.

Diante do exposto, compreende-se que, no que diz respeito as limitações dos estudantes, as UEPS podem favorecer ao educador suas práticas de modo a potencializar e trazer dinâmica para o contexto de sala de aula, conectando sentidos e mediando a compreensão do estudo.

Com base na teoria da Aprendizagem Significativa, exposta por Marco Antônio Moreira, o presente estudo expõe uma sequência didática e tem como finalidade aproximar o ensino da realidade do educando. Para além disso, visa encontrar ideias de como ministrar os encontros de Física, sobretudo, utilizando o tema energia fotovoltaica.

É por meio da vivência como educador no Ensino Médio que foi possível perceber a evolução cognitiva, diante de questões intrigantes, quanto da realidade ao redor dos educandos, desse modo descobrindo mais sobre ela.

Diante do exposto, este estudo pretende responder à questão: Como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativas pode contribuir para um saber significativo de tópicos de física moderna e contemporânea a partir do processo de transformação da energia solar em energia fotovoltaica, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio?

Para tanto, a pesquisa tem como objetivo geral implementar Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, centrado em energia fotovoltaica. E como objetivos específicos: abordar conceitos de física moderna no ensino médio e avaliar a potencialidade da UEPS.

A elaboração desta dissertação está estruturada em seis capítulos. O primeiro capítulo trata sobre o processo introdutório do trabalho, no segundo são apresentadas as Revisões Bibliográficas e seus respectivos resultados de dissertações, referentes

a proposta de ensino de tópicos de Física Moderna e Contemporânea. O terceiro capítulo é composto pelo Referencial Teórico, que foi dividido em oito tópicos: a Aprendizagem Significativa: conceito e perspectiva, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e o ensino de física, os Mapas Conceituais, o estudo sobre energia fotovoltaica e o uso das Unidades de Ensino Potencialmente Significativa, o ensino de física no ensino médio e sistema fotovoltaico, os componentes do sistema fotovoltaico, a Física Moderna e Contemporânea (FMC) e finalmente a teoria dos condutores, isolantes e semicondutores. Já o quarto capítulo refere-se à Metodologia utilizada no desenvolvimento desse trabalho. O quinto capítulo aborda análise dos resultados obtidos. Portanto, conclui-se esta dissertação com as Considerações Finais expostas no sexto e último capítulo com a valorização da importância do material produzido e dos resultados encontrados, bem como o relato de uma Aprendizagem Significativa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: Abordagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

A pesquisa a seguir foi promovida com o intuito de se averiguar na literatura acadêmico-científica a existência de trabalhos relacionados a temática que pretendemos desenvolver na Educação Básica bem como a sua amplitude. Para se obter as fontes, a pesquisa foi feita exclusivamente pela internet, utilizando o motor de busca do Google Acadêmico, em que se pudesse digitar as palavras chaves: Energia Solar, Efeito Fotoelétrico, Efeito Fotovoltaico e Unidade de Ensino Potencialmente Significativa-UEPS.

Foram selecionados os trabalhos com temas inerentes ao efeito fotoelétrico, efeito fotovoltaico e também trabalhos que abordaram os dois temas concomitantemente e que tenham sido fundamentados na teoria educacional de David Ausubel e também nos pressupostos teóricos de Marcos Antônio Moreira. No entanto, observa-se que embora os trabalhos possuam tópicos abordados semelhantes, como o efeito fotoelétrico e fotovoltaico, eles se divergem quanto aos recursos metodológicos utilizados.

As fontes selecionadas e também o seu endereço eletrônico, estão contidas no quadro a seguir:

Quadro 1- Pesquisa Bibliográfica

TÍTULO	AUTOR	ENDEREÇO
NOÇÕES DE FÍSICA QUÂNTICA A PARTIR DO ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DE DISPOSITIVOS SEMICONDUTORES – UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO	Gustavo de Carvalho Campos	http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/926?mode=full
PROPOSTA DE UNIDADE DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA	Thiago Sebastião de Oliveira Coelho	https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/6317
UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA NO ESTUDO PROBLEMATIZADOR	Mateus Patrício Barbosa Pereira	https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEPB_8f41

DOS EFEITOS FOTOELETRICOS E FOTOVOLTAICO		f1da68113eadd525c82738f4912f
EFEITO FOTOELÉTRICO NA PRODUÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DA LUZ: INVESTIGAÇÃO DO USO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA	Mari Aurora Favero Reis	https://repositorio.unc.br:8443/xmlui/handle/123456789/197
QUIZ COM APLICATIVO SOCRATIVE PARA O DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA	Érik Rocha de Oliveira	https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/42702
MICRO USINA SOLAR E O EFEITO FOTOVOLTAICO PARA ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO.	Derbiano Alves Soares	https://repositorio.unb.br/handle/10482/33997
ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM MATERIAL INSTRUCIONAL BASEADO NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE O EFEITO FOTOELÉTRICO PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO	Wilson Carminatti Benaquio	http://repositorio.ufes.br/handle/10/7530

Campos (2016) propõe uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) com o intuito de apresentar alguns conceitos da Física Quântica (FQ) a partir da problematização de um conteúdo mais geral e inclusivo- Funcionamento de Dispositivos Semicondutores, em uma turma do terceiro ano do ensino médio.

O trabalho de Coelho (2016) é uma proposta de Unidade Didática, com a finalidade de elaboração de um material didático instrucional que oriente o professor a levar em consideração diversos fatores no processo ensino aprendizagem, destacando que o conhecimento prévio do aluno é a variável mais importante. A Unidade Didática é dividida em três partes, de forma a contemplar conceitos como grandezas físicas contínuas e quantizadas, dualidade onda-partícula, além de diferentes processos físicos “modernos” como o efeito fotoelétrico e fotovoltaico, e a emissão estimulada aplicada ao LASER, LED e OLED.

O estudo de Pereira (2019) propõe a construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa-UEPS- baseando se nas teorias de David Ausubel e nos estudos de Moreira (2011) voltada para o ensino de Física Moderna e

Contemporânea, que contemple o ensino dos efeitos fotoelétrico e fotovoltaico a partir da utilização de materiais de baixo custo.

Reis (2020) propõe a partir da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, articulada à teoria da mediação cognitiva de Souza a contextualização do efeito fotoelétrico associado a emissão e transformação da luz em diferentes contextos no uso de semicondutores. O seu trabalho procurou identificar os processos de mediação cognitiva, responsáveis por aprendizagens significativas, quando estudantes de engenharia são submetidos a uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa estruturada na historicidade, conceito e contexto na temática de efeito fotoelétrico.

Oliveira (2020), realizou um *quiz* (teste rápido) no aplicativo Socrative, com a finalidade de relacionar o conhecimento do senso comum dos alunos do 3º ano do Ensino Médio à linguagem científica da física moderna. A metodologia qualitativa do seu trabalho consistiu na aplicação de questionários elaborado dentro do próprio aplicativo, utilização do software durante o desenvolvimento da sequência e a reaplicação dos questionários para o mapeamento da ocorrência de aprendizagens significativas.

Soares 2018, propõe uma proposta de sequência didática pautada na Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel e também pelo apelo pela contextualização e utilização de temas controversos e sociopolíticos sugeridos por Paulo Freire. A sequência foi aplicada para alunos do terceiro ano do ensino médio cujo tema é Energia Solar. A abordagem é feita em nível introdutório, por meio de uma micro usina solar, construída durante a sequência como ferramenta experimental, pela exposição do efeito fotovoltaico, pôr fim pela realização de discussões sociais sobre o tema, que resulta na inserção do conteúdo ministrado no cotidiano do aluno.

Benaquio 2016, propõe a elaboração de um material instrucional (MI) baseado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e nas orientações para a elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas de Moreira, abordando conceitos sobre o efeito fotoelétrico sem o uso de aparato experimental. Em seu trabalho foram utilizados Mapas Conceituais, avaliações, questionários de opinião dos alunos e também o registro das impressões do professor sobre a aplicação do material instrucional que foram analisados dentro de uma perspectiva qualitativa e quantitativa dos dados.

Observamos na pesquisa realizada que temas como: física moderna e contemporânea, física quântica, dispositivos semicondutores, efeito fotoelétrico e efeito fotovoltaico, demonstrando que esses temas são interessantes pela presença

desses na vida contemporânea das pessoas. Encontramos um trabalho de 2018 que envolve energia solar e efeito fotovoltaico, assuntos que também fazem parte dessa dissertação, no entanto, aqui exploramos as contribuições que uma sequência de ensino aprendizagem na forma de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o ensino-aprendizagem de tópicos de física moderna e contemporânea.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: CONCEITO E PERSPECTIVA.

Em via de regra, o ato de ensinar condiz com o momento, no qual uma pessoa, propositadamente, colabora na aquisição do conhecimento de outra. Não obstante, a ação de ensinar e aprender é atravessada por concepções distintas referente ao mesmo conhecimento, sendo estas a do educador e a do educando (LEMOS, 2011; MOREIRA, 2012).

Como consequência disto, argumentar em favor de uma práxis educativa e investigativa que vise favorecer a aprendizagem significativa do estudante é compreender uma teoria de ensino, que por assim ser, contém implicações tanto no ensino formal quanto no não formal (LEMOS, 2011). E a partir dessa premissa conceber “[...] que o pensar do educador somente ganha autenticidade na autenticidade do pensar do educando” (FREIRE, 1987, p.38).

Partindo desses pressupostos, é viável considerar que Aprendizagem Significativa é um termo polissêmico no âmbito educacional (LEMOS, 2011). Desse modo, o assumido aqui é cunhado pelo psicólogo David Ausubel (1918), fundamentado no conceito de que o processo de aprendizagem circunda a integração do novo conhecimento com a estrutura cognitiva já existente do indivíduo (AUSUBEL, 1968). Assim dizendo, segundo o autor, essa relação ocorre a partir da interação dos conceitos, ideias, experiências prévias do indivíduo e o conhecimento a ser apreendido.

Em consonância, Moreira (2012) afirma,

Esta forma de aprendizagem significativa, na qual uma nova ideia, um novo conceito, uma nova proposição, mais abrangente, passa a subordinar conhecimentos prévios é chamada de aprendizagem significativa superordenada. Não é muito comum; a maneira mais típica de aprender significativamente é a aprendizagem significativa subordinada, na qual um novo conhecimento adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante (MOREIRA, 2012:3).

Para facilitar esse processo é necessário o interesse e a motivação por parte do estudante. Desse modo, se torna indispensável o manuseio de materiais instrucionais relevantes e inspiradores para os estudantes, sendo estes, como já exposto, interligados com os interesses e experiências anteriores. Com efeito, permite ao indivíduo interagir com os elementos de sua cultura paralelo a compreender o que ocorre fora dela (AUSUBEL, 1968; MOREIRA, 2014).

Em consonância, quando o indivíduo não possui os conhecimentos preexistentes adequados para a aquisição do novo conhecimento, este ocorre de modo memorado, sem significado e sem a possibilidade de explicar o aprendido (AUSUBEL, 1968).

Nesse contexto, ao invés de comunicar o educador faz um comunicado, sendo ele o sujeito que conduz o educando, a partir da memorização, sem conexão com o tempo e espaço, no qual ao estudante só é permitido receber determinado conteúdo e guardá-lo, sem antes fazer uma reflexão que o permite se apoderar do conhecimento de maneira substancial (FREIRE, 2021).

No entanto,

É preciso chamar atenção que aprendizagem significativa não é, necessariamente, aquela que comumente chamamos de “correta”. Quando o sujeito atribui significados a um dado conhecimento, ancorando-o interativamente em conhecimentos prévios, a aprendizagem é significativa, independente de se estes são os aceitos no contexto de alguma matéria de ensino (MOREIRA, 2012:8).

Dito isto, compreende-se que na aprendizagem significativa, o conteúdo escolar interage não apenas com outros conhecimentos escolares, mas com outros saberes, advindos de lugares diversos, desse modo, permite a elaboração de novos significados, a partir de uma perspectiva não literal e arbitrária. Diante disto, o educador se torna o facilitador e não apenas um conteudista, detentor do saber (MOREIRA, 2010; AUSUBEL 1968).

Em consonância com o exposto, Ausubel (1968) a partir da teoria da aprendizagem significativa, como já dito, compreende a estrutura cognitiva como um agrupamento de conhecimentos prévios e facilitadores dos conhecimentos que estão por vir. Diante disso, para o autor, é necessário conhecer as habilidades existentes dos estudantes, Desse modo, uma atividade de sondagem se torna pertinente, no intuito de melhor orientar o educador em seu ofício (MOREIRA, 2012).

Entretanto, tais estruturas não são fixas e por isso o conhecimento pode ser esquecido, sendo “[...] um processo normal do funcionamento cognitivo, é um esquecimento, mas em se tratando de aprendizagem significativa a reaprendizagem é possível e relativamente rápida” (MOREIRA, 2012:4).

Assim, é indispensável que o estudante do ensino médio conheça fenômenos associados aos fundamentos da tecnologia atual, já que ela age continuamente em sua vida e poderá definir seu futuro profissional.

Schittler e Moreira (2016) sugerem três problemas principais para a inserção de FMC no ensino médio: despreparo dos professores Física do Ensino Médio frente aos conceitos básicos de FMC; a incompatibilidade entre a carga horária oferecida da disciplina e os programas de FMC a serem cumpridos, e por fim, a abordagem superficial da maioria dos livros didáticos quando apresenta o tema FMC. Pode-se somar aos três pontos destacados, as dificuldades enfrentadas pelos professores do ensino médio com ausência de laboratórios e/ou equipamentos que possibilitem o trabalho com a FMC, o que culmina em outro motivo desestimulante para renovar o currículo da disciplina.

Por outro lado, é importante que o ensino de Física não seja baseado apenas na memorização de equação, resolução mecânica de questões, totalmente centrado no professor e sem relação com aquilo que o aluno já sabe, pois como aponta Moreira (2018) em sua análise crítica do ensino de física, este tipo de prática em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, geram uma indisposição forte.

Felizmente a sala de aula está exposta ao desenvolvimento tecnológico observado na sociedade em geral. Recursos tecnológicos como simulações, vídeos e animações, permitem conectar a física dos livros e da sala de aula com a física do cotidiano, o que pode mudar a forma com que o aluno estuda e aprende (PASTORIO e SAUERWEIN, 2015). Machado e Nardi (2006) apontam que o uso de recursos hipermidiáticos, aumentam as possibilidades para o acesso, o processamento e a comunicação de informações, e têm potencial para o desenvolvimento de atividades educacionais motivadoras e significativas.

Desse modo, o estudante se sente seguro ao acessar um antigo conhecimento quando lhe é necessário, pois ao contrário da educação mecânica, onde o esquecimento é total, na aprendizagem significativa o esquecimento é residual e é facilmente recuperado (MOREIRA, 2012).

Diante do exposto, compreende-se, enfim, que a partir de uma aprendizagem significativa e autêntica, o educador e educando são compreendidos como indivíduos atuantes num processo que suplanta uma educação alienante, intelectualista do educador “bancário”, superando, desse modo, a limitante e falsa concepção de mundo (FREIRE, 1987).

3.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) E O ENSINO DE FÍSICA.

No que tange ao Ensino de Física, aprender emerge a possibilidade de desprender-se do dia a dia, sendo este o pensamento que deve orientar os educadores, de modo a romper com uma perspectiva única, mesmo que esta pareça moderna e atrativa, visto que para a apreensão do conhecimento não é necessário conhecer apenas sua história ou o uso de ferramentas sofisticadas, mas sim estar apto a buscar novos caminhos, a partir de uma postura investigativa e curiosa, no que diz respeito, conhecer e interpretar o ensino-aprendizagem em Física. (MOREIRA, 2000).

No sentido de contemplar o acima exposto, Moreira (2012) aborda sobre as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), tais ambientes pretendem promover entre os estudantes a interação necessária para a potencialização do processo ensino-aprendizagem, citada por Ausubel (1968), sendo desse modo, seqüências de ensino alicerçadas nas teorias das aprendizagens significativas, buscando atuar como viabilizadora da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012).

Nesse sentido Moreira (2012) introduz o termo “subsunçor” que em seu significado corresponde a ‘ideia âncora’. Para o autor “[...] a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende” (MOREIRA, 2012:2). Desse modo, o subsunçor se torna cada vez mais consistente, mais aprimorado e abundante de significados, viabilizando, progressivamente novas aprendizagens (MOREIRA, 2012).

Em paralelo à realidade do Ensino de Física, a perspectiva é em torno da mudança significativa da abordagem: Física sem dogmas, a partir de uma proposta construtivista, na construção do cidadão, baseada em modelos e contextos reais, a partir de experiências práticas e com sentido à vida do estudante, facilitando a transferência do concreto para o abstrato por meio de conteúdos atualizados, ou seja, Física contemporânea (MOREIRA, 2000).

Entende-se que é a partir das experiências prévias e conhecimento acumulado do estudante que os subsunçores são constituídos, viabilizando conexões entre antigos e novos conhecimentos, solidificando o processo de aprendizagem do educando. Além disso, o processo de ensino-aprendizagem se estabelece de maneira interdependente, não sendo a aprendizagem um processo natural, todavia é um

processo intencional, com desdobramentos que permitem a longo prazo uma visão macro dos acontecimentos sociais (MOREIRA, 2012).

3.3 MAPAS CONCEITUAIS E RECURSO HIPERMIDIÁTICO: mecanismos para a aprendizagem significativa

Mapas conceituais são diagramas utilizados para explicar e representar conceitos e embora, muitas vezes, estejam organizados de maneira hierárquica não deve ser confundido com organogramas ou diagramas de fluxo. Utilizado como importante ferramenta na promoção da aprendizagem significativa, os mapas conceituais podem ser produzidos pelos educandos no intuito de organizar e integrar o novo conhecimento com sua estrutura cognitiva existente (MOREIRA, 2012; AUSUBEL, 1968).

Segundo Moreira (2012),

A teoria que está por trás do mapeamento conceitual é a teoria cognitiva de aprendizagem de David Ausubel (Ausubel et al., 1978, 1980, 1981, 2003; Moreira e Masini, 1982, 2006; Moreira, 1983, 1999, 2000; Masini e Moreira, 2009; Valadares e Moreira, 2009; Moreira, 2011a). Trata-se, no entanto, de uma técnica desenvolvida em meados da década de setenta por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. Ausubel nunca falou de mapas conceituais em sua teoria (MOREIRA, 2012:5).

De acordo com os autores supracitados, os mapas conceituais se constituem como diagramas de significados, das relações significativas, dos conceitos hierárquicos, quando necessário e sua estruturação os distingue da semântica que em suas redes não, fundamentalmente se sistematizam por hierarquia, não englobando apenas conceitos de maneira obrigatória. Para além disso, mapas conceituais não podem ser assimilados aos mapas mentais que em gênese são livres e não se envolvem nas interações dos conceitos, agregam elementos que não são conceitos e nem são organizados de maneira hierárquica, tampouco devem ser confundidos com os quadros sinópticos, no qual são diagramas de classe, pois mapas conceituais não tem como intuito classificar, mas sim relacionar e hierarquizar os conceitos (MOREIRA, 2012).

Por conseguinte, Novak e Gowin, (1984) sinalizam, os mapas conceituais como ferramentas benéficas para colaborar na mediação do conhecimento entre educando e educador. Desse modo, os autores prosseguem confirmando os mapas conceituais como úteis na preparação do currículo, pois separam as informações mais substanciais das banais e podem influenciar no processo de ensino-aprendizagem de

maneira positiva, pois considera o conhecimento prévio do estudante na construção de novas conexões cognitivas.

Desse modo, “[...] O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação” (Moreira e Buchweitz, 1993 apud MOREIRA, 2012).

No intuito de oferecer melhor explanação, Novak, Mintzes Wandersse (2000), exemplificam através de um Mapa conceitual Teia de Aranha.

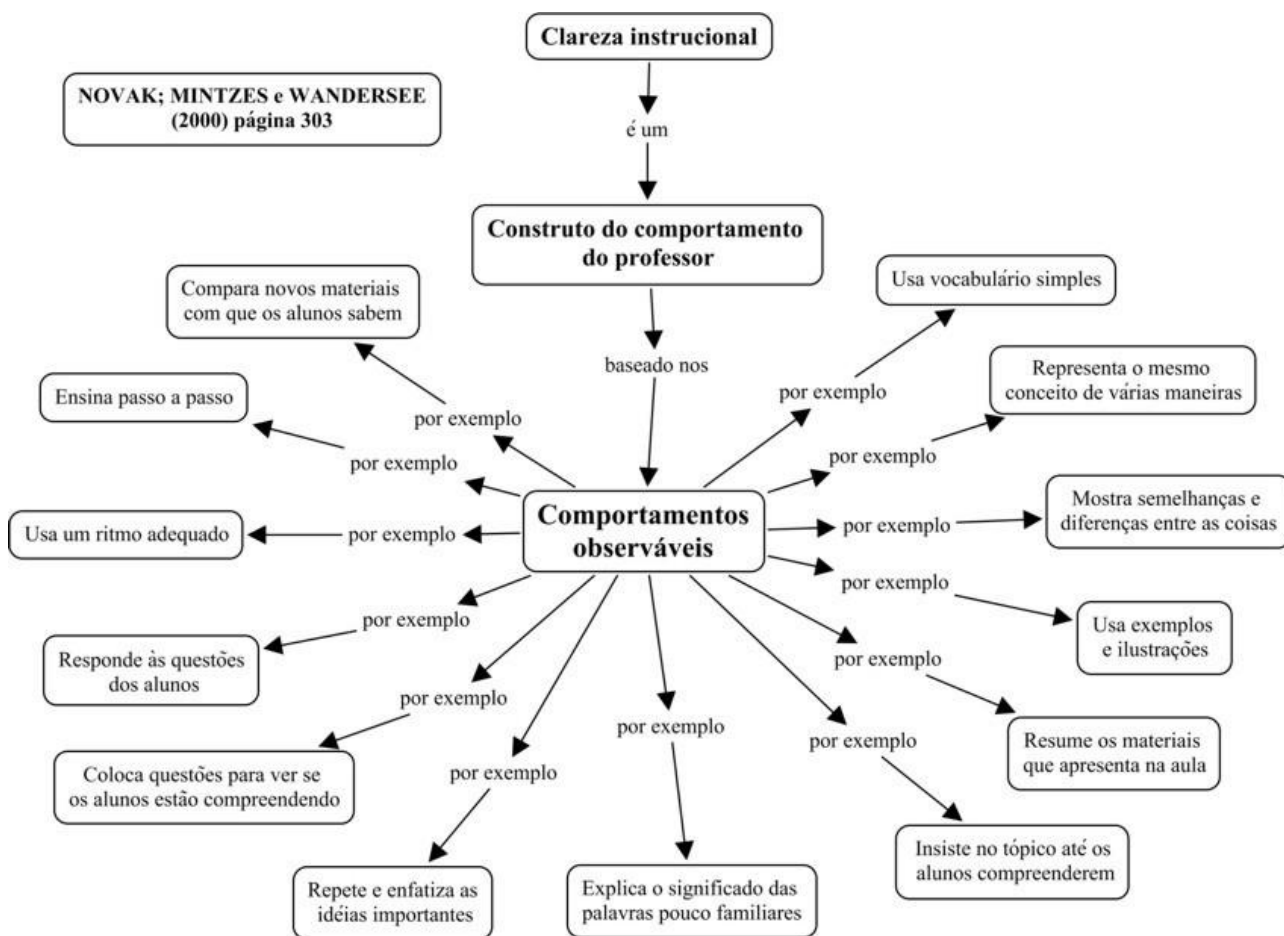


Figura 1 – Mapa conceitual do tipo TEIA de ARANHA.

Diante do exposto na figura 1 acima, é possível verificar que um mapa conceitual é representado, no que corresponde a sua organização com: palavras-chaves, diagramas, expressões que unidas umas às outras fazem ligações. Todavia cada mapa conceitual possui organização própria, no qual há variação a depender do assunto proposto nele, não possuindo um modelo único (QUEIROZ, 2022).

Desse modo, os mapas conceituais foram promovidos, no intuito de amplificar a aprendizagem significativa, pois identificam, organizam e ensinam de maneira

facilitadora, podendo ser utilizados como ferramentas em todas as etapas do conhecimento, tanto pelo educando quanto pelo educador (MOREIRA, 2012).

No que tange as atividades de simulação com recurso hipermidiático, Pietrocola e Brockington (2003) discutem sobre recursos computacionais, como a simulação, e o ensino de física moderna e contemporânea:

Uma simulação é capaz de traduzir o que é “impossível” de ser feito por palavras e, no caso da Física Moderna, pode reproduzir o que não pode ser feito em laboratório. Talvez uma característica importante da simulação é que ela é capaz de “embutir” todo o formalismo matemático de determinadas partes da Física. Assim, o aluno mesmo sendo incapaz de fazer ou compreender a sofisticação matemática envolvida em um determinado experimento ou fenômeno, pode usar a simulação e entender a Física ali apresentada. As simulações, diferentemente das animações, podem fazer previsões, podendo então testar hipóteses construídas pelos alunos. As simulações são capazes de fazer a mediação entre o pensar e colocar o pensamento em ação (PIETROCOLA; BROCKINGTON, 2003, p. 4).

Com isso, acredita-se que o recurso da simulação possibilitará ao aluno, entre outras coisas, o aprimoramento dos significados por ele já obtido sobre o tema em estudo. Além disso, essa parte que difere do convencional feito na sala de aula pode culminar no estudante uma motivação a mais para o estudo de temas relacionados a ciência e tecnologia.

3.4 O ESTUDO SOBRE ENERGIA FOTOVOLTAICA E O USO DAS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA.

A partir do referencial teórico estudado e dialogado nesta pesquisa, propõe-se a aplicação de uma sequência didática que contemple os conceitos apresentados, apresentando-os em sala de aula. Para isso, pretendeu estimular os estudantes, a partir da compreensão ordenada através das Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), trazendo à luz, por meio lúdico, os conceitos de energia fotovoltaica para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, a partir de uma abordagem teórico-prática em sala de aula.

3.4.1 ENTENDIMENTO SOBRE ENERGIA FOTOVOLTAICA

No contexto contemporâneo, a elevação da temperatura global, produto da radiação dos gases do efeito estufa, tem despertado a preocupação dos líderes mundiais e se apresenta como um grande desafio às atuais e futuras gerações. Diante

deste cenário, refletir a respeito da questão ambiental induz profissionais, atuantes nos espaços educativos, a preconizar práticas educacionais que confluem à compreensão da necessidade de pensar sobre a sustentabilidade do planeta, sobretudo, energias sustentáveis (OLIVEIRA et al, 2022; SILVA et al, 2017).

Diante da sensibilização e conscientização contínua da população a respeito do tema, buscando respostas na ciência, a energia solar fotovoltaica tem se tornado atrativa e mostra vantagens tecnológicas, no que diz respeito células fotovoltaicas e na área dos semicondutores (DANTAS, POMPERMAYER; 2018).

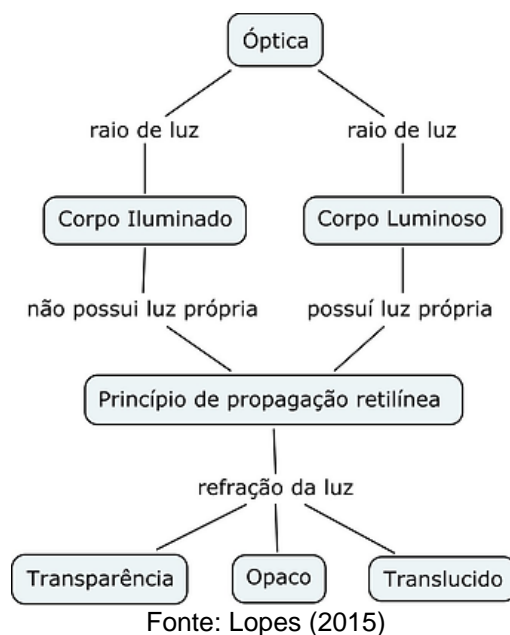
O estudo produzido por Oliveira et al (2022) revela a evolução dos estudos em torno da energia fotovoltaica que surgiu em 1839 por Edmond Becquerel e seus desdobramentos até a contemporaneidade, no qual através das inovações tecnológicas tem sido impulsionada em grande escala.

No que se refere à questão técnica sobre a implantação desses equipamentos, Dantas (2020) considera que é indispensável frisar que a quantidade de energia solar fotovoltaica que pode ser produzida por um cidadão, Município e Estado está relacionada à média de renda mensal dos mesmos e ao valor da tarifa de energia elétrica cobrada pelas empresas de distribuição de energia.

3.4.2 PONTOS DE VISTA RELEVANTES PARA O ESTUDO COM UEPS

Com o objetivo de emergir os conhecimentos prévios dos estudantes, iniciamos a UEPS com a elaboração de mapas conceituais. Nesse sentido, é importante averiguar os conhecimentos iniciais dos educandos sobre o tema proposto, desse modo, educadores e educandos podem se apropriar desse recurso pedagógico. Previamente foi apresentado à turma um exemplo de mapa conceitual para orientá-los (figura 3).

Figura 2 – Mapa conceitual Óptica



3.5 ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: PERSPECTIVA PARA O SISTEMA FOTOVOLTAICO

Até 2018 o ensino de Física era encaminhado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e pelas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), após essa data, com a aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) um novo caminho foi traçado, acarretando em uma remodelagem na abordagem e conteúdo que devem ser mediados (GONÇALVES, LAVOR, OLIVEIRA; 2022).

Nos PCN+, segundo Assunção e Silva (2020), as habilidades preparam o estudante para o exercício da cidadania e abordam de maneira mais específica e direcionada os conteúdos de devem ser ministrados em cada momento do ciclo.

Entretanto, o sinalizado no estudo de Gonçalves, Lavor e Oliveira (2022) é o desafio enfrentado por educadores e educandos no novo formato proposto no documento. Nesse sentido, segundo Moreira (2017, p.2) “[...] Além da falta e/ou despreparo dos professores, de suas más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no Ensino Médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível o ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados”

Segundo Branco (2020) o contexto no qual situa-se o ensino de Física na BNCC não condiz com a formação de um indivíduo atuante rumo à emancipação, pelo contrário:

A implantação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a Reforma do Ensino Médio, tendo suas bases na Lei no 13.415/2017 e na participação de organizações financeiras, instituições nacionais e internacionais e do empresariado nas discussões, debates e tomadas de decisões (BRANCO, 2020, p.47).

Desse modo, prossegue o autor, há inúmeras lacunas na formação do estudante, o que ocasiona, entre outras coisas, um alto índice de evasão e um ensino sem sentido, indicando uma necessidade de repensar e reformular o proposto no documento, que transforma a educação brasileira em um cenário de disputas de interesses e o notável é “[...] que o processo em que tal reforma foi gestada sob discursos de melhorias e de luta pela educação, de liberdade e flexibilidade, foi aprovada em meio a polêmicas dos que tomaram conhecimento sobre essas reformas (BRANCO, 2020, p.48).

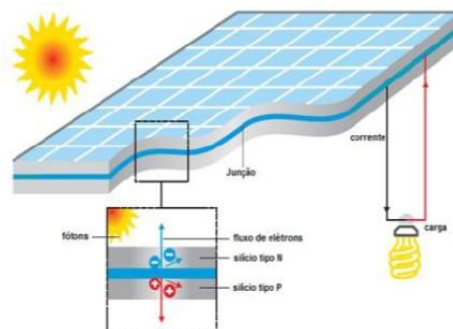
Contraopondo as abordagens tecnicistas, camufladas nas propostas dos documentos oficiais, Moreira (2017) aponta que na educação dialógica, proposta por Freire (1987) o estudo requer apoderamento dos significados do objeto, a procura de ligação entre o objeto e os aspectos históricos, sociais e culturais do conhecimento. Para além disso, prossegue o autor, demanda do educando postura de sujeito atuante, crítico e sistematizador.

Dessa forma, é importante que o ensino de Física não seja baseado apenas na memorização de equação, resolução mecânica de questões, totalmente centrado no professor e sem relação com aquilo que o aluno já sabe, pois como aponta Moreira (2018) em sua análise crítica do ensino de física, este tipo de prática em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, geram uma indisposição forte. Nesse sentido, são louváveis propostas que trabalhem com sistema fotovoltaicos, uma vez que são interessantes para os alunos e está presente em seu dia a dia. Além disso, contribui para discutir física moderna na sala de aula.

3.6 COMPONENTES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

De acordo com NBR 16149, 2013, o sistema fotovoltaico é composto por controladores de carga, inversores, painéis FV, dispositivos para controle, proteção e supervisão, fiação, dispositivo para armazenamento de energia elétrica e estrutura de suporte. A figura 3 exemplifica a representação do processo de conversão fotovoltaica.

Figura 3 - Representação do processo de conversão fotovoltaica.



Fonte: IEA (Agência Internacional de Energia).

A classificação dos sistemas fotovoltaicos referente a interligação com o sistema público de fornecimento de energia elétrica, de acordo com NBR 11704:2008 é definida como: Isolados ou autônomos e ligados à redes.

3.6.1 SISTEMA ISOLADO OU AUTÔNOMOS

Não possuem conexão com o sistema público de fornecimento de energia elétrica e são chamados de off-grid, são criados para alimentar um grupo de cargas sem a presença de rede elétrica, são usados usualmente em ambientes no qual não possui energia elétrica. O sistema inclui também, baterias, controlador, inversor.

Quadro 2 – Sistema Isolado

Bateria	Controlador	Inversor
Garante a alimentação da carga nos momentos em que a radiação solar está indisponível.	Executa o gerenciamento da carga da bateria	Recebe as cargas em corrente alternada (CA).

Fonte: elaborado pelo autor

3.6.2 SISTEMA LIGADOS À REDE

Também chamados de *ON GRID*, são aqueles que trabalham simultaneamente com a rede elétrica da distribuidora de energia. Desse modo, o painel solar produz energia elétrica em formato de corrente contínua, em seguida é transformada em corrente alternada e adicionada à rede elétrica (PNE2030, 2008).

3.6.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS QUANTO À CONFIGURAÇÃO, SEGUNDO A NBR 11704:2008:

Quadro 3 – sistemas ligados a rede

Sistemas Puros	Sistemas híbridos
A fonte geradora de energia elétrica é o gerador fotovoltaico	Associam o gerador fotovoltaico à diversos tipos de energia elétrica.

Fonte: elaborado pelo autor

3.7 FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA (FMC)

A importância cada vez maior dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para a compreensão do mundo atual criado pelo ser humano, juntamente com a necessidade de conscientizar, envolver e qualificar o cidadão a participar ativamente e transformar esse mundo, torna-se essencial para discutir e decidir como abordar esses conteúdos no Ensino Médio (TERRAZZAN, 1992).

Após décadas explicando por que é elementar incluir assuntos de FMC, no ensino médio, o foco, atualmente, é encontrar maneiras inovadoras de inserir esse conteúdo em sala de aula (BATISTA, SIQUEIRA; 2017). Nos dias atuais, o Ensino da Física, ainda, é baseado em um currículo que inclui os principais temas da Física Clássica, a exemplo, a mecânica clássica, a termodinâmica clássica e o eletromagnetismo (NUNES, MACEDO; 2019). Tais conceitos não permitem a compreensão de determinados fenômenos, que só puderam ser evidenciados após o surgimento da Física Quântica Velha, ocorrida na segunda metade do século XIX (NUNES, MACEDO; 2019).

Neste contexto, os conteúdos da Física Moderna geralmente ensinados não são compreendidos pelos estudantes, e os avanços mais recentes da Física Contemporânea são ainda menos acessíveis a eles (TERRAZZAN, 1992).

Para Terrazzan (1992), com seu estudo pioneiro sobre o tema, há muitos anos, ocorrem debates sobre como abordar de forma adequada na escola básica os temas considerados elementares nos grandes avanços do pensamento científico, desde o início do século XX. No que diz respeito a área de Pesquisa em Ensino de Física, já se tem conhecimento de que a introdução da Física Moderna e Contemporânea (FMC), no Ensino médio não é mais algo inédito (HOERNIG, MASSONI, HADJIMICHEL; 2021).

Dentre a grande quantidade de conteúdo apreendido em FMC, o estudo referente a Física Quântica (FQ) é um dos tópicos de importância inquestionável. A Física Quântica é a fonte de muitas tecnologias úteis, a exemplo: lasers, supercondutores e transistores, estes são apenas alguns exemplos de avanços alcançados graças a essa área da física (ROSA, 2019; NUNES, MACEDO, 2019).

Nesse sentido, Pereira & Siqueira (2021:125), afirmam,

Destaca-se a relevância da Física Moderna e Contemporânea e da Física Quântica, tendo em vista a estreita relação com a evolução científica e tecnológica e, particularmente a última, por ser relativamente contraintuitiva e misteriosa para alguns, desperta o interesse que, se não for orientado, pode levar a informações equivocadas ou mesmo a interpretações deturpadas da realidade.

As autoras reiteram a importância de propostas pedagógicas que rompam com o ensino pautado na transmissão de conhecimento, em contrapartida ofertar mediações que promovam a participação dos estudantes, a partir de aulas interativas e dinâmicas.

Entretanto, Rosa (2019) aponta em seu estudo, a abordagem utilizada, no qual prevalece uma linguagem matemática somado ao formalismo na Física Quântica promove afastamento, por parte dos estudantes, à compreensão dos conceitos propostos. Nunes & Macedo (2019) afirmam “[...] mesmo existindo um material didático para o público do ensino médio, há uma certa resistência, tanto por parte dos professores quanto pelos estudantes de adentrarem neste conteúdo”.

Desse modo, alguns estudos (CORRÊA, ARTHURY; 2021, ROSA, 2019, NUNES, MACEDO; 2019, HOERNIG, MASSONI, HADJIMICHEF; 2021, PEREIRA, SIQUEIRA; 2021), entre outros citados no presente trabalho, estão alinhados em produzir um material atualizado que possa subsidiar as práticas dos educadores atuantes no Ensino de Física Moderna e Contemporânea.

Neste contexto, é sabido que a física quântica é um tema muito abstrato e distante das habilidades do estudante do ensino médio, em termos de operacionalidade. Os estudos de (CORRÊA, ARTHURY; 2021, MONTEIRO ET AL., 2009, PAULO E MOREIRA, 2011) demonstram que abordar o tema não é tarefa fácil, todavia se faz necessário o compromisso em abordar os conceitos a partir das condições existentes para evitar o uso livre do tema, de maneira descompromissadas e alienantes, permitindo interpretações equivocadas, como se tem visto ser propagado nas redes de internet (CORRÊA, ARTHURY; 2021).

3.7.1 FÍSICA QUÂNTICA

No intuito de apresentar o tema de modo a sinalizar seus pontos e contrapontos pautados na veracidade da ciência, compreende-se o estudo da Física Quântica, a partir do final do século XIX, no qual um dos primeiros avanços experimentados na Física Quântica foi a descoberta da explicação à radiação transmitida por corpos aquecidos. Até então, as teorias que abordavam a luz como uma onda não conseguiam explicar de forma satisfatória os resultados experimentados, esse fato ficou conhecido como o problema da radiação do corpo negro (CORRÊA, ARTHURY; 2021).

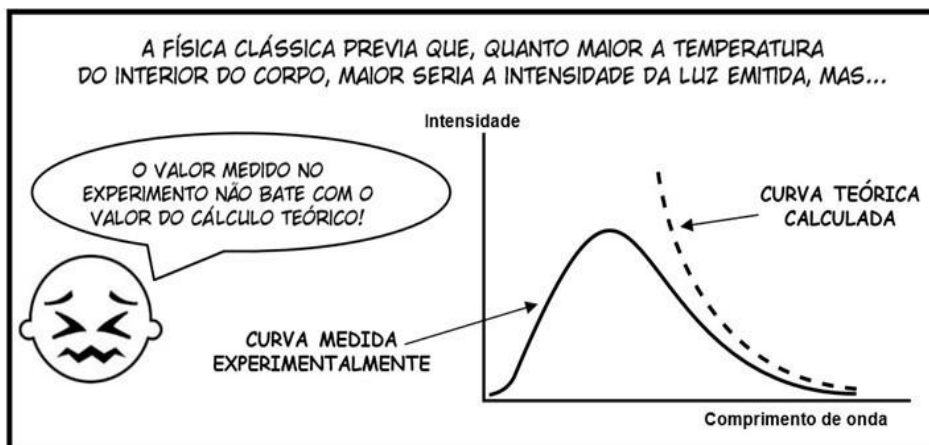
As imagens a seguir correspondem ao acima exposto,

Figura 4: Radiação de corpo negro.



Fonte: CORRÊA, ARTHURY; 2021

Figura 5: Imagem didática sobre corpo negro.



Fonte: CORRÊA, ARTHURY; 2021

Segundo Dionísio (2005), os cálculos realizados com base na teoria eletromagnética clássica previam que o corpo negro emitiria uma quantidade infinita de energia em frequências mais altas, o que não condizia com os valores obtidos experimentalmente.

Diante dessas contradições, durante o período de 1899 a 1900, o físico e matemático alemão Max Planck aprendeu que, ao contrário do que se pensava, os corpos aquecidos emitiam e absorviam luz em discretos de energia, e não de forma contínua, como se fossem ondas (ALVES e MATEUS, 2011). A figura abaixo exemplifica o exposto,

Figura 6: Max Planck



Fonte: CORRÊA, ARTHURY; 2021

Referente a solução encontrada por Planck, Pessoa Jr (2006:91), descreve o cálculo,

Imaginando que cada átomo em um corpo oscila com uma frequência ν , Planck foi obrigado a postular que a energia desta oscilação é um múltiplo inteiro de uma quantidade discreta, dada por $E = h\nu$, onde h é hoje conhecida como a constante de Planck. Esta quantidade indivisível de energia e era estranha à Física Clássica, e seria conhecida como um quantum (ou pacote) de energia.

Ainda segundo o autor, a quantidade mínima indivisível de energia, que seria conhecida como "quantum" ou "pacote" de energia, deu origem à expressão "Física Quântica" para se referir à nova teoria que surgiria.

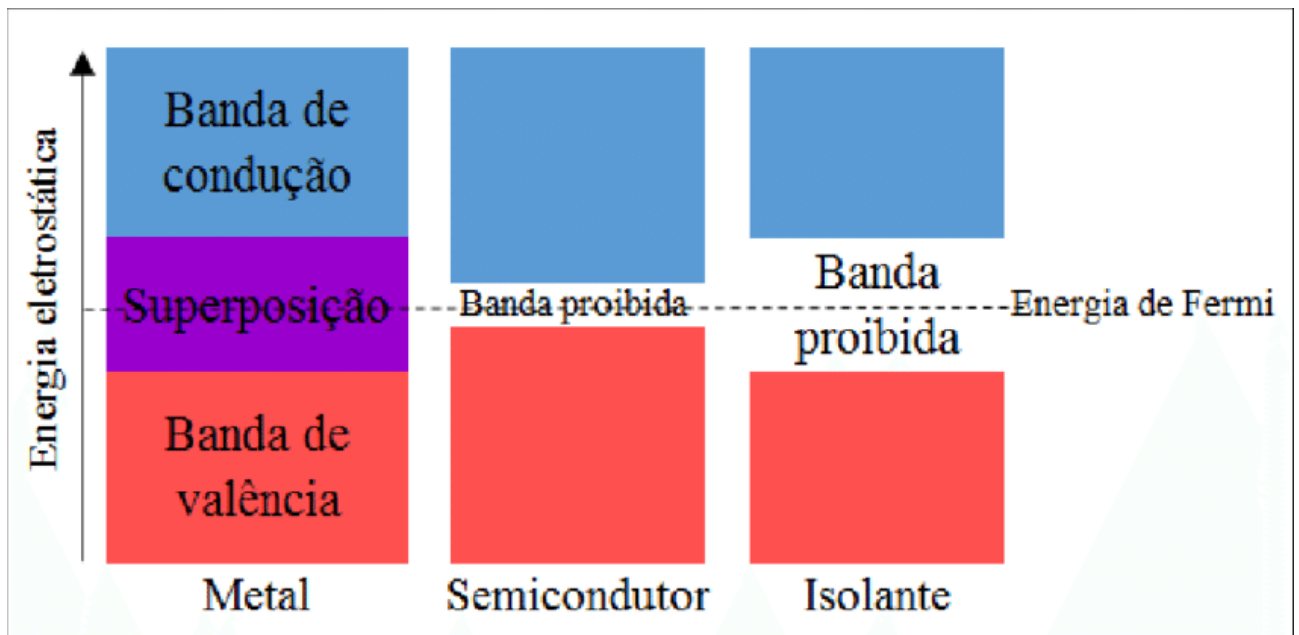
3.8 CONDUTORES, ISOLANTES E SEMICONDUTORES

Aqui para abordar os materiais condutores, isolantes e semicondutores utilizamos as referências HALLIDAY et al. (2012), KITTEL, (2006) CORREIA, DANTAS, ANDRADE, (2017), ASHCROFT E MERMIN (2011) e CHAVES (2001).

O aspecto crucial da condutividade elétrica diz respeito à forma como os elétrons reagem à presença de um campo elétrico externo. Caso os elétrons obtenham uma quantidade de energia acima do limite da banda proibida, eles passam a ocupar uma banda de energia mais elevada, conhecida como banda de condução, classificando, desse modo, o material como condutor elétrico (KITTEL, 2006; CORREIA, DANTAS, ANDRADE, 2017). Assim, por meio da ideia de bandas de energia é possível conceitualizar condutores, isolantes e semicondutores. Diante disso, Kittel (2006) afirma que o cristal se comporta como isolante quando todas as bandas de energia permitidas em um cristal estão completamente preenchidas ou completamente vazias, desse modo, o material se comporta como um isolante, pois nenhum elétron pode se mover em resposta a um campo elétrico. E se comporta como metal quando uma ou mais bandas estiver parcialmente preenchida, com capacidade entre 10% e 90%. Além disso, o cristal se comporta como semicondutor quando uma ou mais bandas estiver quase preenchida ou quase vazia.

A figura a seguir exemplifica o acima exposto

Figura 7: Representação das bandas de energia em metais, semicondutores e isolantes



Fonte: CORREIA, DANTAS, ANDRADE (2017)

Conforme exposto na figura acima, compreende-se que nos materiais condutores a sobreposição das bandas de valência e condução (representada pelo retângulo violeta) implica na presença constante de elétrons na banda de condução, o que confere ao material uma boa condutividade elétrica.

Nesse sentido, em concordância Ascroft et al (2011), afirma que nos casos dos condutores, há pelo menos uma banda de energia que apresenta um preenchimento parcial de elétrons. Para Halliday et al (2012) os condutores são quando o nível de energia ocupado pelos elétrons mais elevado está localizado no centro de uma das bandas de energia permitidas. Ainda segundo os autores, o **nível de Fermi** corresponde ao mais alto nível de energia preenchido na banda do material a uma temperatura de zero absoluto ($T=0$), sendo que a energia associada a esse nível é denominada **energia Fermi**.

No caso dos materiais isolantes, a banda de valência se encontra completamente preenchida, conforme o **Princípio de Exclusão de Pauli**, o que impede, desse modo, os elétrons de ocuparem níveis energéticos mais elevados. Para além disso, a banda proibida apresenta alta intensidade, de forma que é necessário fornecer uma grande quantidade de energia ao material para que os elétrons possam “saltar” da banda de valência à banda de condução, provocando a quebra de rigidez dielétrica. Nesse sentido, nos isolantes, é exigida uma energia muito alta para que venha ocorrer a condução elétrica.

No que diz respeito aos materiais semicondutores, estes apresentam uma estrutura de banda de energia semelhante à dos isolantes, todavia com uma diferença

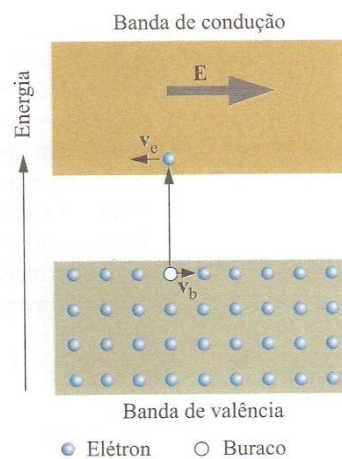
de intensidade ou largura da banda proibida, que é muito menos naqueles, com um valor de energia de gap (E_g) inferior a 2 eV.

Nesse sentido, a distância E_g entre o nível mais alto da banda de valência (a última banda ocupada) e o nível mais baixo da banda de condução (a primeira banda desocupada) é significativamente menor nos materiais condutores em comparação com os isolantes. Desse modo, o silício ($E_g = 1,1$ eV) é um semiconductor, enquanto o diamante ($E_g = 5,5$ eV) é um isolante. Diferentemente do diamante, o silício apresenta uma probabilidade significativa de que a agitação térmica leve os elétrons a passarem da banda de valência à banda de condução (HALLIDAY et al., 2012).

Nesse contexto, os materiais cuja energia é suficientemente grande para permitir a condutividade elétrica, mesmo em temperaturas abaixo do ponto de fusão, devido à excitação térmica, são classificados como semicondutores (Ashcroft e Mermin, 2011).

Então, em um material semiconductor, um elétron é excitado da banda de valência para a de condução. Tanto o elétron na banda de condução quanto o buraco deixado na banda de valência são portadores de carga, ambos conduzindo corrente na direção do campo elétrico E aplicado ao cristal, vide figura 8 abaixo.

Figura 8: Condução elétrica em um material semicondutores



Fonte: CHAVES (2001)

Para um cristal semiconductor puro, todo elétron na banda de condução deixa um buraco na banda de valência e portanto $n = p$. Entretanto, alguns tipos de impurezas no cristal invalidam essa igualdade. O que nos leva a definição de dopagem, a dopagem é a adição intencional de impurezas doadoras ou aceitadoras a um cristal semiconductor.

O átomo de silício tem quatro elétrons de valência, que no cristal de silício são cedidos para a banda de valência. Considere agora que o cristal contenha uma

impureza de fósforo (poderia ser arsênio ou antimônio), que tem cinco elétrons de valência. Naturalmente, nesse cristal impuro a banda de valência ficará completa e ainda restará um elétron sem um estado disponível naquela banda de energia. Dizemos que o fósforo é um *doador* no cristal de silício.

O elétron extra (doador) fica em um nível isolado dentro da banda proibida, em uma posição próxima ao fundo da banda de condução, de forma que tal elétron é facilmente excitado para a banda de condução, tornando-se assim um portador negativo de carga, tais semicondutores, com excesso de elétrons, são denominados tipo *n*.

Considere agora que o cristal de silício contenha uma impureza de boro, que tem três elétrons de valência (poderia ser também alumínio ou gálio). Neste caso, a banda de valência terá um estado a menos do que no caso do cristal puro, e aparecerá um nível isolado, denominado nível aceitador, à pequena distância do topo da banda de valência. Por essa razão, o átomo de boro é denominado *impureza aceitadora*.

Como consequência, uma vez que o cristal tem um elétron a menos e também um estado a menos na banda de valência, a baixas temperaturas essa banda estará totalmente ocupada e não haverá portadores de carga no nível aceitador. Entretanto, à temperatura ambiente, há uma probabilidade significativa de um elétron ser excitado da banda de valência para o nível aceitador, deixando um buraco naquela banda.

Resumindo, quando dopamos um semicondutor, pode ocorrer a geração de um nível doador ou aceitador nesse cristal semicondutor por essa impureza doadora ou aceitadora respectivamente, veja a figura 9 abaixo.

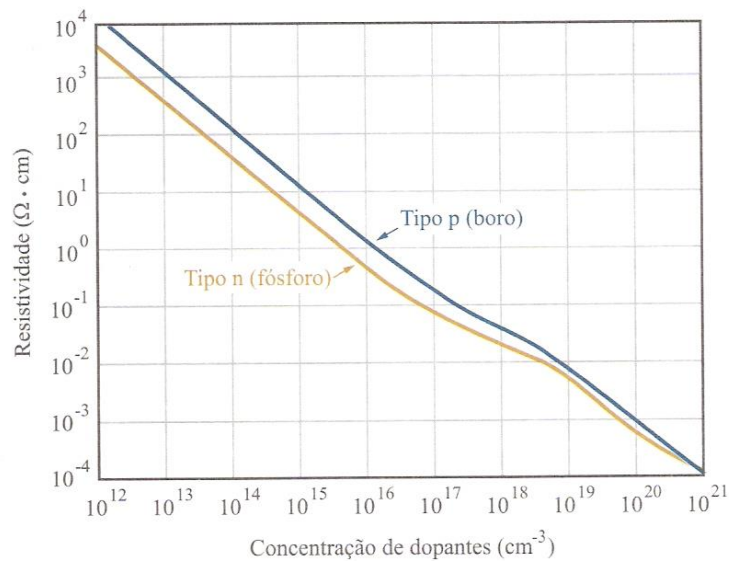
Figura 9: Geração de um nível doador ou aceitador em um cristal semicondutor



Fonte: CHAVES (2001)

A dopagem afeta de forma dramática a resistividade elétrica dos semicondutores, vide a figura 10 abaixo.

Figura 10: Efeito da dopagem com fósforo e boro sobre a resistividade do silício a 300K.

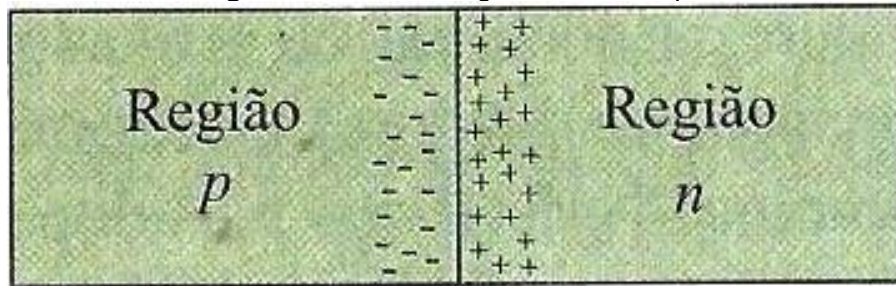


Fonte: CHAVES (2001)

O diodo $p-n$ foi um dos primeiros dispositivos eletrônicos baseados em semicondutores e teve um papel seminal no desenvolvimento da microeletrônica. Mas o que ocorre com uma junção de um semicondutor tipo n com um semicondutor tipo p ? Elétrons da região n migram parcialmente para a região p , e buracos da região p

migram parcialmente para a região n . A interface entre as regiões p e n se comporta então como um “capacitor carregado”, conforme figura 11 abaixo.

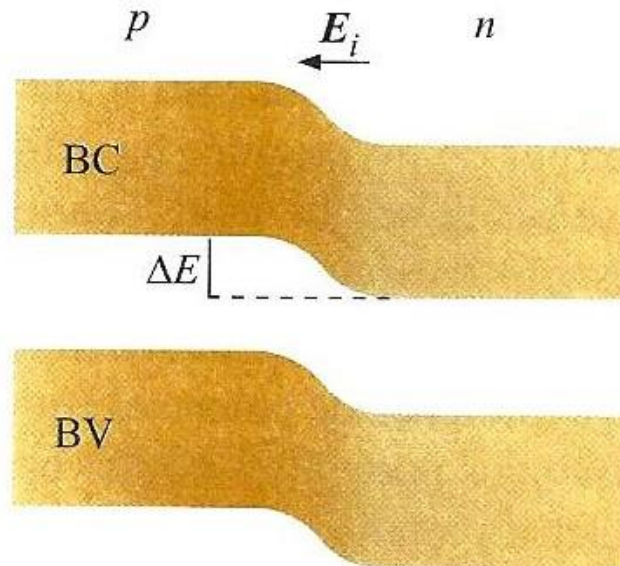
Figura 11: Perfil de carga em um diodo $p-n$



Fonte: CHAVES (2001)

Como dito no último parágrafo, há uma tendência natural para que os elétrons livres do lado n se difunda para ocupar também a região p , e os buracos da região p se difundam para ocupar também a região n . Entretanto, este processo de interdifusão é interrompido pela criação de um potencial elétrico. Note que o potencial (ou campo) impede que mais elétrons da região n migrem para a região p , e que mais buracos da região p migrem para a região n . Portanto, a energia potencial do elétron na região p fica mais elevada que na região n . O perfil da banda se distorce como mostra a figura 12 abaixo.

Figura 12: Perfil das bandas de um diodo $p-n$

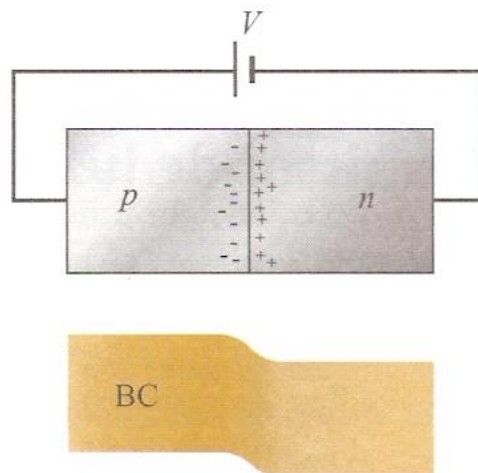


Fonte: CHAVES (2001)

Agora o que ocorre quando submetemos a junção a uma tensão externa? Se a tensão for direta, vide figura 13 abaixo, a diferença de potencial entre os lados p e n diminui. Os portadores entram portanto em um estado permanente em que elétrons da região n migram para a região p e são daí drenados pelo contato elétrico à

esquerda; ao mesmo tempo, buracos migram da região p para a região n e são neutralizado por elétrons injetados pelo contato à direita.

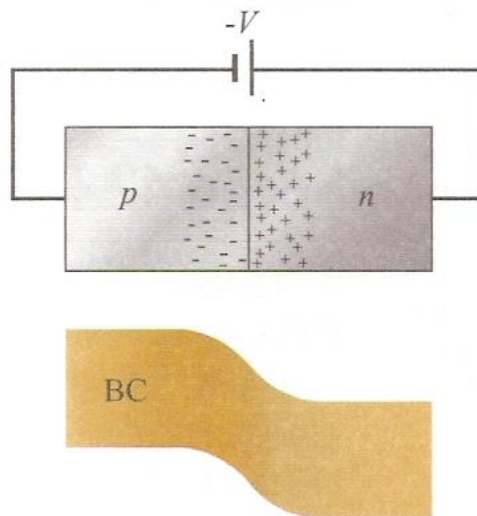
Figura 13: Diodo $p-n$ submetido a uma tensão direta



Fonte: CHAVES (2001)

Se a tensão for reversa, vide figura 14 abaixo, a diferença de potencial entre os lados p e n aumenta. E a interdifusão de portadores cessa após um curto transiente.

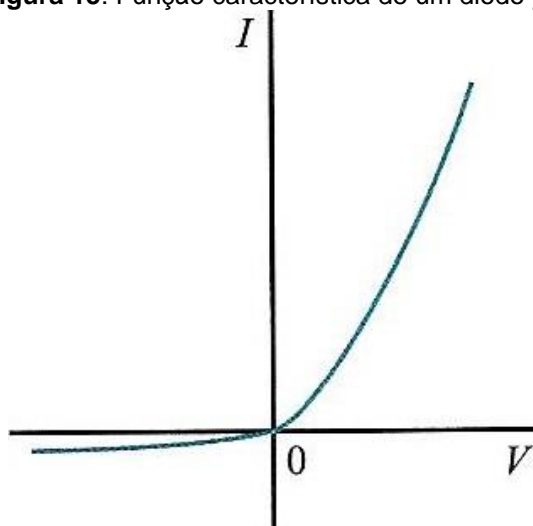
Figura 14: Diodo $p-n$ submetido a uma tensão reversa



Fonte: CHAVES (2001)

O diodo $p-n$ conduz corrente eficazmente quando submetido a uma tensão externa positiva, mas essa eficácia é inibida quando a tensão tem um valor negativo, veja figura 15 abaixo. Quando submetido a uma tensão externa alternada, o diodo $p-n$ somente conduz corrente quando a tensão está na fase positiva. Por tal razão, esse diodo é amplamente utilizado em retificadores de corrente, sendo essa uma de suas aplicações mais comuns.

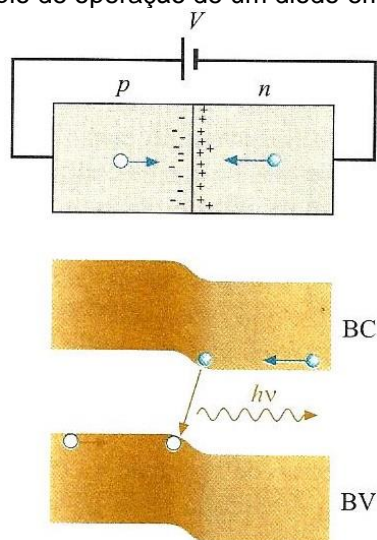
Figura 15: Função característica de um diodo $p-n$



Fonte: CHAVES (2001)

Os diodos também são utilizados como emissores de luz e designados pela sigla LED, do inglês *light emitting diode*. Muitos desses diodos são baseados em junções $p-n$ semelhantes às descritas nos parágrafos anteriores. A operação de um LED baseado em junção $p-n$ pode ser entendida pela análise da figura 16 abaixo.

Figura 16: Princípio de operação de um diodo emissor de luz (LED)



Fonte: CHAVES (2001)

O diodo $p-n$ é submetido a uma tensão direta, e portanto conduz corrente elétrica. Essa corrente decorre do arraste dos buracos da esquerda para a direita e dos elétrons da direita para a esquerda. Na região da junção, cada elétron, situado na banda de condução, decai para a banda de valência, aniquilando um buraco ali existente. Nessa transição do elétron da banda de condução para a banda de valência, um fóton é emitido com energia $h\nu$ ligeiramente inferior à energia E_g do intervalo. Vê-se, portanto, que o LED emite luz quase monocromática, cuja intensidade é proporcional à corrente elétrica gerada pela polarização positiva. Em uma preparação

no formato de cavidade óptica (dois espelhos entre os quais a luz pode oscilar por reflexão múltipla), o LED passa a funcionar como um laser. Neste caso, sua luz é muito mais monocromática e é também colimada. O laser baseado em diodo semiconductor, denominado simplesmente *laser de semiconductor*, é a fonte luminosa utilizada na comunicação óptica (por exemplo na telefonia por fibra óptica).

É importante salientar, que nem todos os materiais semicondutores se prestam à fabricação de LEDs. O silício e o germânio, por exemplo, são empregados na microeletrônica, não se prestam a essa aplicação optoeletrônica, pela razão exposta a seguir. Os semicondutores podem ser classificados em *semicondutores de intervalo direto* e de *intervalo indireto*. Nos primeiros, o ponto de máximo da banda de valência corresponde ao mesmo vetor de onda do ponto de mínimo da banda de condução. Com isto, um elétron no fundo da banda de condução pode decair para o topo da banda de valência sem alteração no seu vetor de onda. Por isso, tais transições ocorrem com muito maior facilidade. Nos semicondutores de intervalo indireto, a transição do elétron do fundo da banda de condução para o topo da banda de valência fica fortemente inibida. O silício e o germânio são semicondutores de intervalo indireto. O GaAs, o GaP, o InAs e também as ligas formadas por estes compostos são semicondutores de intervalo direto, sendo, portanto, amplamente utilizados em dispositivos optoeletrônicos, incluindo os LEDs.

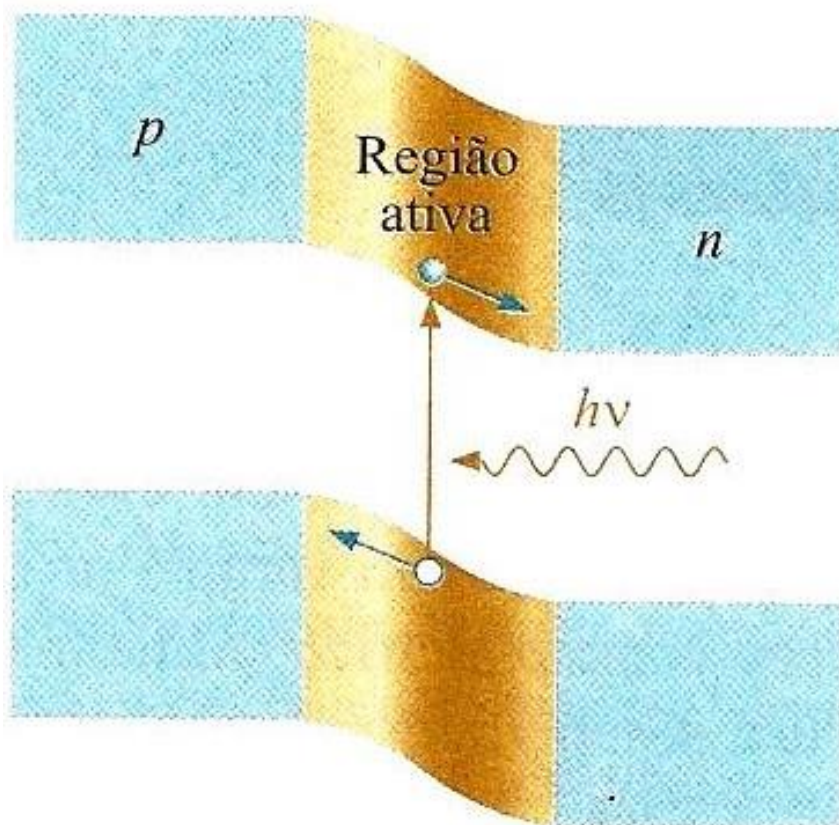
No que tange a história, o efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839 por Edmund Bequerel, atualmente consiste em uma diferença de potencial entre dois semicondutores de propriedades elétricas diferentes devido à incidência de luz na junção (BUHLER, 2011).

A célula fotovoltaica é um dispositivo capaz de converter diretamente energia da luz (usualmente luz solar) em eletricidade. O princípio de operação da célula fotovoltaica é o recíproco do princípio de operação do LED. Este utiliza energia elétrica para gerar diretamente radiação luminosa, e aquela utiliza radiação luminosa para gerar diretamente energia elétrica.

A figura 17 mostra o processo de operação da célula fotovoltaica baseada em uma junção *p-n*. A radiação com fótons de energia $h\nu < E_g$ não contribui para o funcionamento da célula. Já a radiação com $h\nu > E_g$ é absorvida pelo diodo, provocando excitação de elétrons da banda de valência para a banda de condução. O primeiro efeito da absorção de luz é portando à criação de pares elétron-buraco no material semiconductor. Somente os pares gerados na região próxima à junção são eficazes no processo de geração de energia elétrica. O campo elétrico intrínseco na

região da junção arrasta os buracos foto-gerados para a região p e os elétrons excitados para a região n . Na região p , os buracos não encontram elétrons na banda de condução, e, analogamente, na região n os elétrons não encontram buracos para se recombinarem. Dessa forma, cria-se um excesso de buracos na região p e um excesso de elétrons na região n . Em um circuito aberto, o diodo fica em um estado excitado do qual não pode decair.

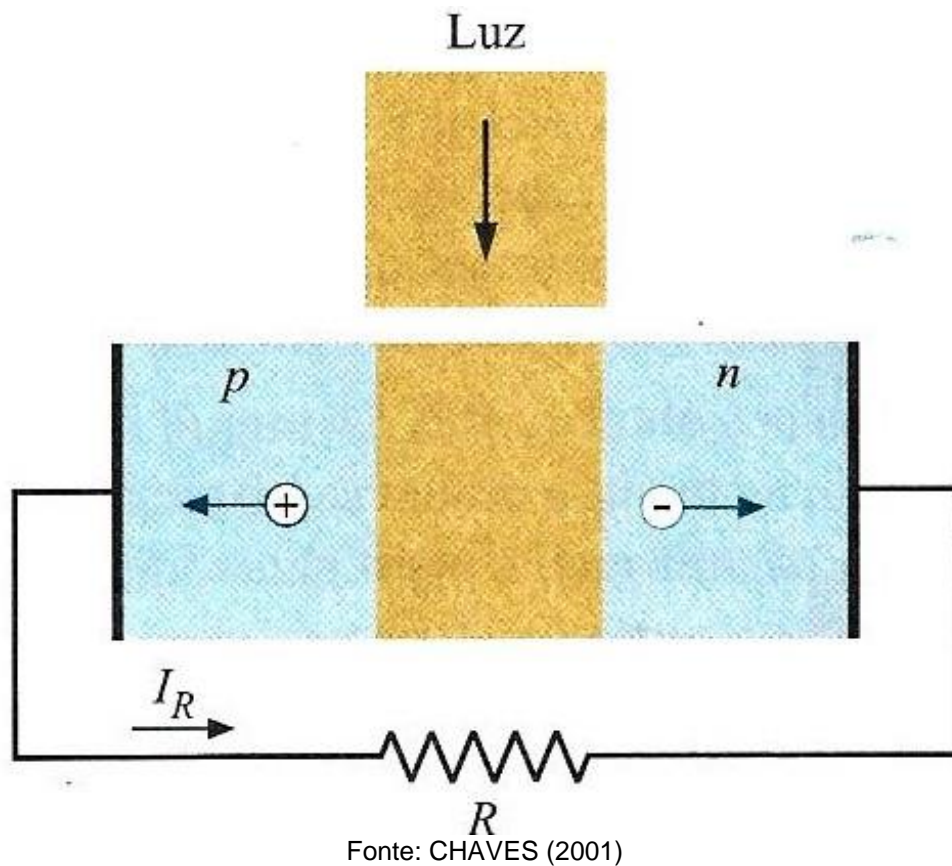
Figura 17: Princípio de operação de uma célula fotovoltaica



Fonte: CHAVES (2001)

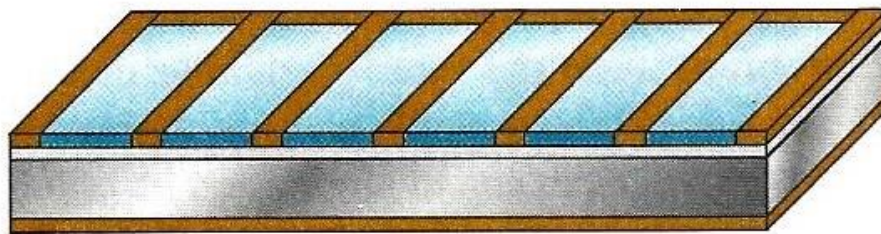
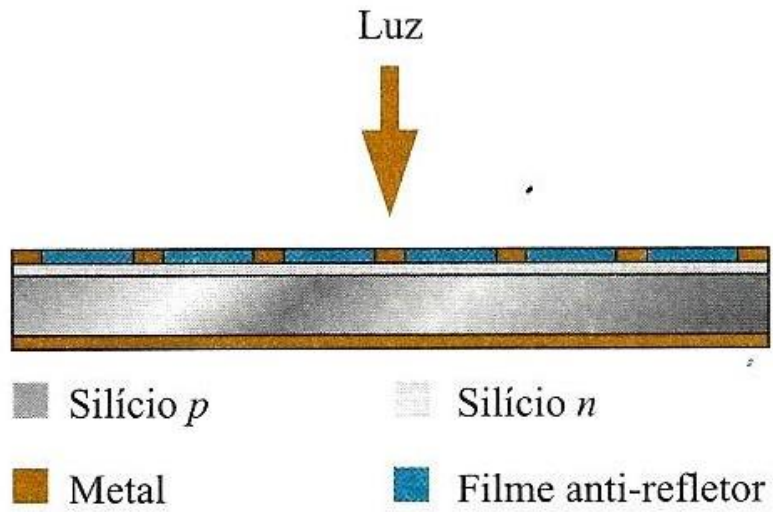
Em um circuito fechado por uma carga externa de resistência R , como se vê na figura 18 abaixo, aparece uma corrente reversa no diodo, e nesse processo grande parte da energia absorvida é cedida à carga externa.

Figura 18: Célula fotovoltaica com uma resistência R ligada aos terminais p e n



Uma célula fotovoltaica de silício é mostrada na figura 19 abaixo. Uma placa de silício tipo p recebe uma forte dopagem tipo n em uma fina camada em uma das suas superfícies, de modo a formar uma junção não abrupta próxima da superfície frontal a ser iluminada. Essa superfície recebe contato elétrico (filme metálico) na forma de pente e um filme dielétrico antirrefletor de luz. A superfície p da placa é totalmente recoberta por um filme metálico, para contato elétrico. A carga R é ligada entre a superfície metalizada e o pente metálico da superfície frontal.

Figura 19: Interação da luz com a célula



Fonte: CHAVES (2001)

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

No que diz respeito a finalidade da pesquisa, trata-se de uma pesquisa aplicada. Nesse sentido, pretende resolver demandas emergidas no âmbito social, no qual o pesquisador atua (GIL, 2019). Quanto ao objetivo é exploratória por viabilizar maior compreensão do problema, no intuito de explicitá-lo, através de hipóteses e levantamento bibliográfico (GIL, 2019).

Em consonância, atuando no âmbito dos significados e conceitos que operam na realidade de modo a retrata-la, segundo Neves e Domingues (1999: 56) “Normalmente utilizamos abordagem qualitativa quando se consideram relevantes os fatores sociais, políticos, ideológicos, além dos técnicos, que cercam os sujeitos estudados.”.

Assim sendo, a pesquisa qualitativa coincide a um estudo mais acentuado das práticas sociais que segundo Minayo (1995) não conseguem ser comprimidos à instrumentalização de variáveis.

Diante do exposto, é emergido, em tópicos, os resultados obtidos e a sua discussão, sendo esta, fruto do referencial teórico. No intuito de organizar e explanar o tema de maneira mais objetiva, a discussão está organizada em seções.

4.2 SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em uma turma do 3º ano do ensino médio, na Escola Estadual Norberto de Almeida Rocha, localizada no município de Rio Pardo de Minas, Minas Gerais, distante cerca de 680 km de Belo Horizonte.

Os alunos participantes da pesquisa são residentes do meio rural e possuem idades entre 17 e 18 anos. Todos os alunos foram alertados sobre as questões éticas da pesquisa e da não obrigatoriedade de participação, demandando a assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE.

4.3 CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi implementada e desenvolvida em uma escola do campo, composta por alunos residentes em 47 localidades ao seu entorno. A escola oferta os seguintes níveis de ensino: Anos iniciais do Ensino fundamental, Ensino Fundamental II e Ensino médio, distribuídos em dois turnos. No turno matutino, a escola recebe os alunos do Ensino médio. No turno vespertino, as series iniciais do Ensino Fundamental e Fundamental II.

A unidade de ensino possui uma boa estrutura, conta com 12 salas de aula, laboratório de informática, sala de vídeo, laboratório de ciências, vestiários, quadra de esportes coberta, banheiros e também uma biblioteca, visando melhor atender a comunidade.

A pesquisa de cunho qualitativo é baseada nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) de Marco Antônio Moreira, em que objetivo principal é atribuir significados perante as ações elaboradas. Nesse processo exploratório o pesquisador é participante e atua ativamente na análise dos dados.

4.4 DESCRIÇÃO A TURMA

A pesquisa foi realizada em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, e contou com a participação de 26 alunos, com idades entre 17 e 18 anos.

A escolha da turma se deu pela quantidade de alunos participativos e o interesse dos próprios alunos em conhecer de perto a mini usina fotovoltaica que fica nas vizinhanças da escola.

4.5 DESENVOLVIMENTO DA SITUAÇÃO DE ENSINO

A sequência didática foi desenvolvida e aplicada, embasada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e também na teoria da aprendizagem significativa de Marcos Antônio Moreira. Para tanto, foram realizados 10 encontros, com a duração de 50 minutos cada.

No desenvolvimento da sequência foram utilizados: vídeos, textos em pdf, aparato experimental, simulador Phet (Physics Education Technology), computadores e também a plataforma de jogo interativo Khaoot.

Durante a implementação da sequência didática foram desenvolvidas 6 atividades para registro das informações da pesquisa e foram avaliadas de forma somativa. As atividades foram propostas para serem desenvolvidas todas durante o

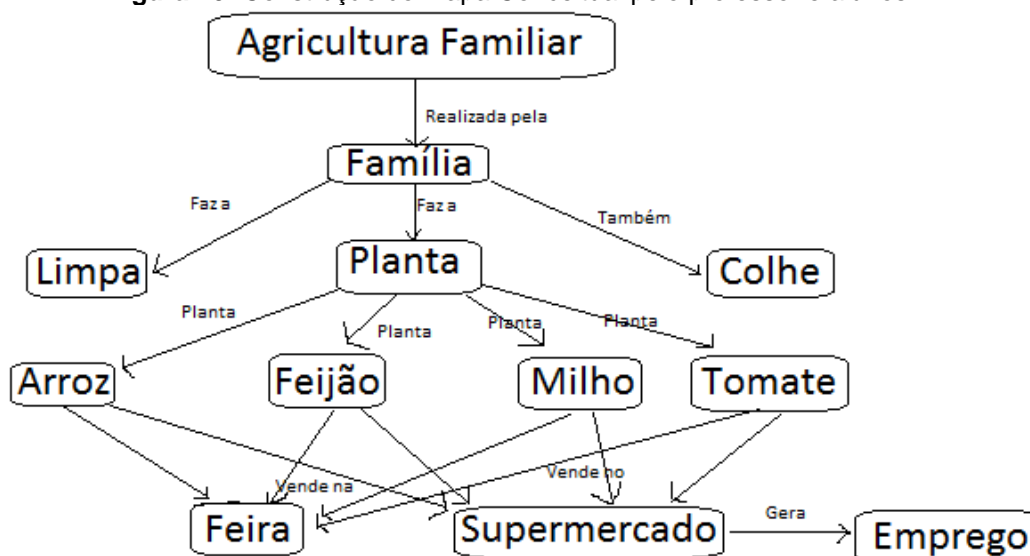
intervalo de tempo previsto para duração das aulas, com o intuito de se evitar que os alunos buscassem informações ou até mesmo respostas para as mesmas em outras fontes que não aquelas disponibilizadas durante os encontros, visando resultados mais claros sobre a investigação da pesquisa.

4.5.1 IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO

Inicialmente foi apresentada a proposta da sequencia didatica estabelecendo a sua duração e objetivos.

Em seguida foi apresentada a forma estrutural de um mapa conceitual. Neste momento foi mostrado aos alunos o coceito de mapa mental e também de mapas conceituais para que os alunos se familiarizassem com este recurso, e em seguida foi elaborado um mapa conceitual pelo professor, juntamente com os alunos com o tema: agricultura familiar. Este tema foi escolhido pelo fato dos alunos residirem no meio rural, o que facilitará a exposição de suas ideais e compreensão de como elaborar um mapa conceitual.

Figura 20: Construção do Mapa Conceitual pelo professor e alunos.



Fonte: O proprio Autor

4.5.2 LEVANTAMENTO DO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ALUNOS

Para Ausubel, o conhecimento previo dos aluno é fundamental no processo ensino-aprendizagem. Nesse sentido, procuramos através da elaboração de um mapa

mental, sobre: luz, átomo, condutores, semicondutores e isolantes conhecer os subsunsores que segundo (Moreira; Masini, 2006) são definidos como conceitos facilitadores para um novo assunto, um conhecimento previo que facilitará a inserção de uma nova informação.

4.5.3 – ORGANIZADORES PREVIOS

Com o intuito de se estabelecer pontes cognitivas e até mesmo instigar o interesse dos alunos pelo tema abordado, propomos aos alunos, que respondessem a um questionário com questões pertinentes ao tema que seria abordado durante a sequência, e em seguida fizemos uma visita a mini usina fotovoltaica, que fica nas proximidades da escola, para dar oportunidade de conhecimento para aqueles que ainda não haviam tido contato com as placas solares.

Figura 21: Visita a mini usina fotovoltaica



Fonte: O proprio autor

Figura 22: Visita a mini usina fotovoltaica



Fonte: O proprio autor.

4.5.4 - ABORDAGEM DO CONTEÚDO

Nesta fase, procurou-se abordar o conteúdo privilegiando a comunicação por meio do diálogo, com o objetivo de possibilitar a diferenciação progressiva nas aulas posteriores.

Para tanto, utilizou-se como recursos nesta etapa, a apresentação de vídeo que abordavam os conceitos iniciais sobre o que é luz e também como ela se comporta. Foram introduzidos os conceitos iniciais de condutores, isolantes e semicondutores e também do efeito fotovoltaico utilizando também slides, mostrando a relação destes materiais com a estrutura das células fotovoltaicas.

4.5.5 – APRESENTAÇÃO DO CONTEUDO EM NÍVEL MAIS ELEVADO

Neste momento, procurou-se apresentar o conteúdo de forma mais específica, retomando os conceitos anteriormente estudados, com o intuito de promover a diferenciação progressiva dos mesmos.

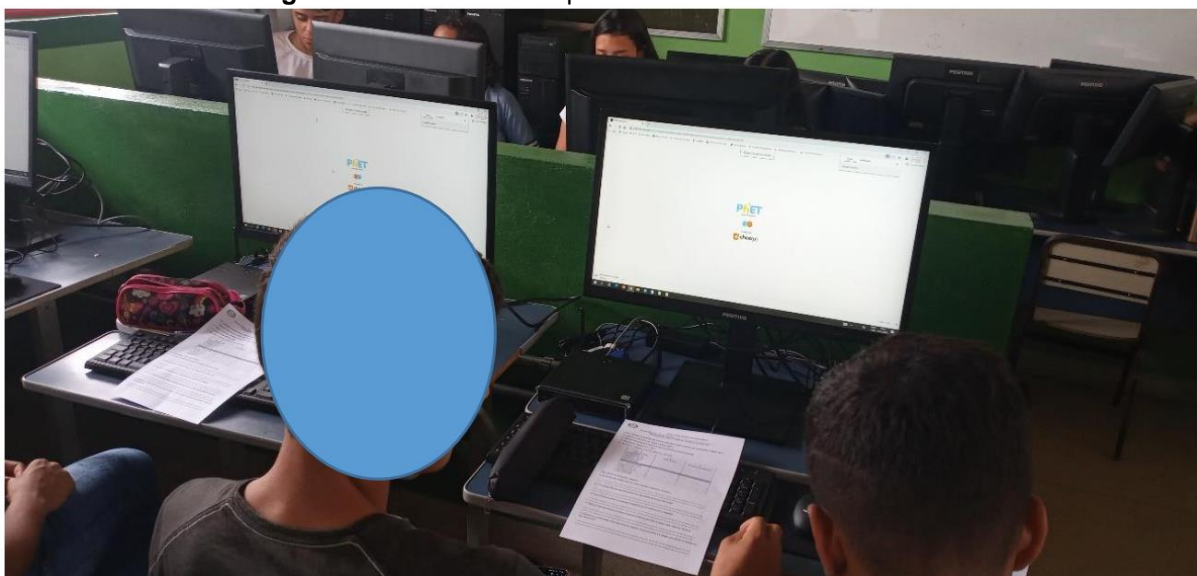
Nesta etapa, procuramos retomar os conceitos de uma forma mais dinâmica, fazendo-se o uso de slides para a apresentação do conteúdo através de aulas expositivas e dialogadas, simulações através da plataforma de simulação, aplicação de questionários impressos e também da gamificação do conteúdo utilizando a plataforma Kahoot.

Figura 23: Atividade Gamificada na plataforma Kahoot, sobre tópicos dos temas abordados.



Fonte: O próprio autor

Figura 24: Atividade feita pelos alunos no simulador PHEt.



Fonte: O próprio autor

4.5.6 – EXPERIMENTAÇÃO

Nesta etapa, procurou-se retomar os pontos mais importantes inerentes aos temas abordados, objetivando-se promover a reconciliação integrativa dos tópicos abordados durante a sequência de forma mais contextualizada.

Para isso, foram utilizados neste momento os aparatos experimentais compostos por uma mini sistema de abastecimento utilizando uma mini placa solar, comumente e utilizados na região em que os alunos residem e uma placa feita a partir de leds de alto brilho. Também foi feita a apresentação de videos que demonstraram o fenômeno do efeito fotoelétrico e fotovoltaico bem como a influência da radiação solar nos referidos efeitos.

Apresentamos um aparato experimental que de fato pudesse relacionado ao cotidiano dos alunos, já que muitos deles utilizam as placas solares no bombeamento de água em suas localidades.

Figura 25: Apresentação de aparato experimental



Fonte: O proprio autor

4.5.7 – AVALIAÇÃO DA UEPS

Para que pudéssemos ver o resultado final da UEPS, e verificar indícios de aprendizagem significativa, propusemos que cada aluno elaborasse em sala de aula, um mapa conceitual com o tema: “Transformação da Energia Solar em Energia Fotovoltaica”, e assim tentar observar indícios da aprendizagem significativa dos temas abordados durante a sequência didática.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo reúne as observações e análises realizadas ao longo da implementação da unidade de ensino potencialmente significativa sobre placas fotovoltaicas.

5.1 MAPAS MENTAIS

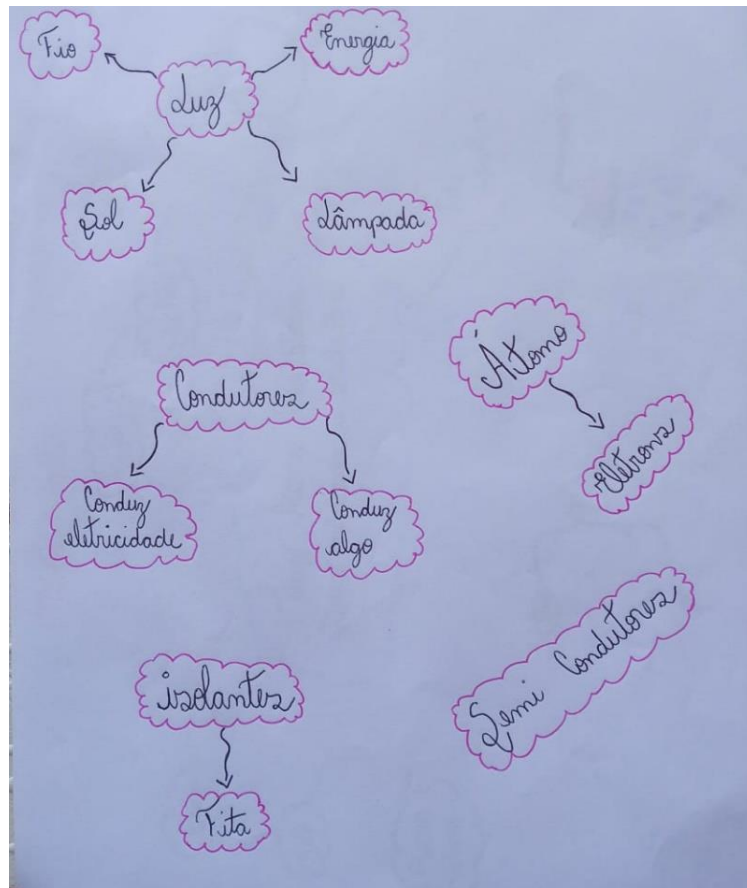
A primeira parte dos conceitos subseqüentes dos alunos foi esboçada por meio dos mapas conceituais. A atividade aplicada durante o desenvolvimento da seqüência didática, a elaboração de mapas mentais, para revelar conhecimento prévios dos alunos sobre o tema que pretendemos desenvolver as aulas subseqüentes. As imagens a seguir mostram uma parte das produções dos estudantes:

Figura 26: Mapa mental elaborado pelo aluno A 20.



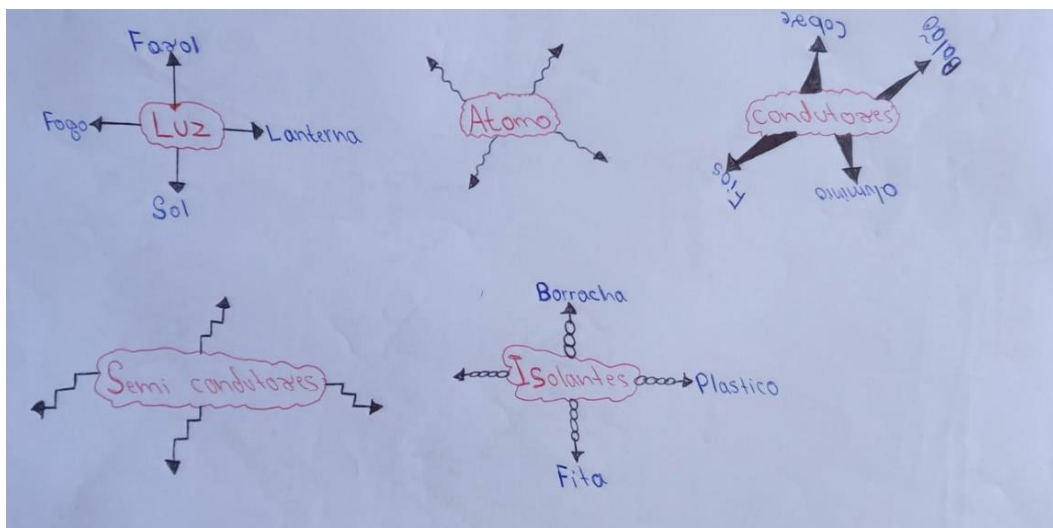
Fonte: O autor (2022)

Figura 27: Mapa mental elaborado pelo aluno A 06.



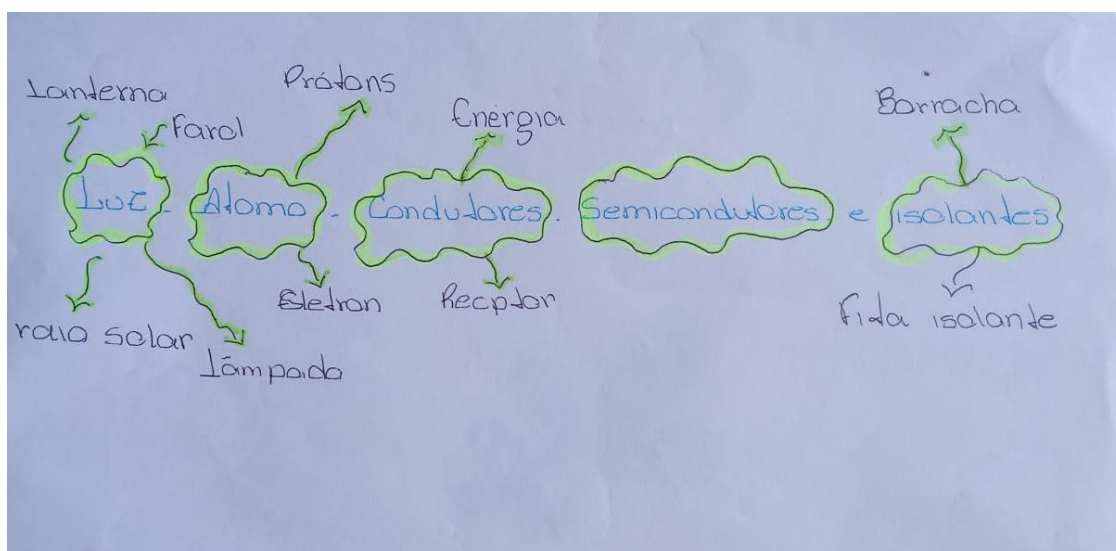
Fonte: O próprio Autor (2022)

Figura 28: Mapa mental elaborado pelo aluno A 07.



Fonte: O próprio autor (2022)

Figura 29: Mapa mental elaborado pelo aluno A 24.



Fonte: O próprio autor (2022)

Partindo da análise dos mapas mentais, observamos uma grande semelhança nos itens listados pelos alunos, que destacaram em seus mapas mentais apenas itens do senso comum, como por exemplo para luz, em que todos os alunos, citaram os corpos que emitem luz, como a lâmpada e o sol. Para os isolantes, destacaram aqueles materiais que são conhecidos por não conduzirem eletricidade e também para os condutores, em que citaram apenas os materiais condutores de eletricidade, não havendo inferência quanto as suas propriedades físicas ou termos científicos relacionados a elas.

Para o conceito “átomo”, houve uma grande incidência de mapas que apresentaram as palavras prótons e elétrons, o que já era de se esperar, pois aquele termo é recorrente durante as aulas de física, biologia e também química.

Para o conceito semicondutores, em nenhum dos mapas, houve inferência neste termo, o que demonstra e reforça a necessidade de se abordar tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio.

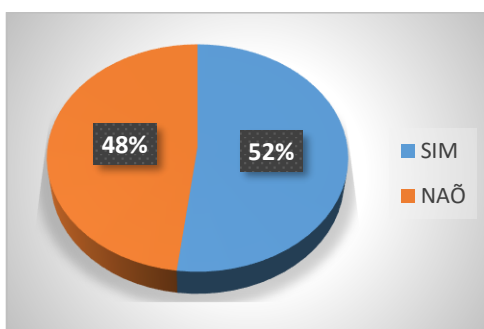
5.2 ORGANIZDORES PRÉVIOS

Segundo Moreira, “organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. Contrariamente à sumários que são, de um modo geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade.

Como primeiro organizador prévios foi proposto aos alunos que respondessem a um questionário e em seguida foi proposta a visitação a mini usina fotovoltaica que fica nas vizinhanças da escola.

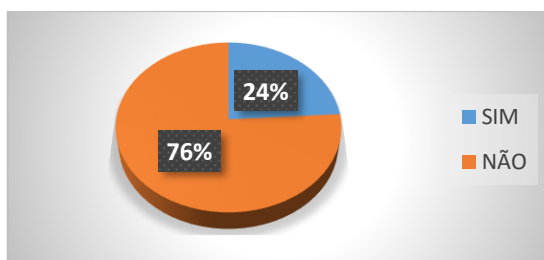
As respostas dadas a primeira e segunda questão do questionário foram tabuladas através de um gráfico e as respostas dadas as demais questões estão expressas a seguir:

1) Em sua comunidade, ou em regiões que frequenta, é comum o uso de energia fotovoltaica?



Esta primeira questão, foi respondida por 25 alunos. Em que 13 alunos afirmaram já terem presenciado a utilização de energia fotovoltaica em suas localidades, enquanto 12 alunos afirmaram não ser comum esta utilização em sua região.

2) Já tiveram contato com uma placa fotovoltaica?



Para este item, 19 alunos responderam ainda não terem tido contato com um painel fotovoltaico, enquanto seis alunos, afirmaram já terem tido contato. Se compararmos os dois gráficos, da primeira e da segunda questão, observamos que embora mais da metade dos alunos já tenham observado a utilização de painéis

fotovoltaicos, poucos tiveram a oportunidade de verem de perto um destes instrumentos.

3) Qual a capacidade de geração destas placas?

No item 3, apenas dois alunos mencionaram a capacidade voltaica das placas. A grande maioria das respostas convergiram, pois por ainda não terem tido contatos com os painéis fotovoltaicos, a grande maioria das respostas estavam em branco, ou os alunos afirmaram não saber. Isso corrobora com os dados do item 2, que destaca o baixo percentual de alunos que já tiveram contato com os painéis fotovoltaicos.

4) As placas fotovoltaicas geram eletricidade mesmo em dias nublados?

Para este questionamento, as respostas dadas se assemelham muito, e chagam a um consenso de que há geração de energia fotovoltaica em dias nublados, porém esta geração é menor. Este consenso entre as respostas dadas, é perfeitamente compreensível, dada a sugestividade do termo “Energia Solar”, que subentende se a necessidade do Sol, para a ocorrência da energia elétrica.

5) A intensidade da radiação solar tem influência na quantidade de energia elétrica gerada?

As respostas ao item 5, que é complementar ao item 4, foram condizentes com as respostas dadas a este último item. No entanto um fato interessante que chama a atenção e merece destaque são as respostas dadas, em que uma grande parte dos alunos associam a geração da energia fotovoltaica a temperatura.

6) Você saberia explicar como ocorre a conversão da energia solar em energia elétrica em uma placa fotovoltaica?

Destacamos as seguintes respostas: *“Ocorre quando a luz solar colidem com os átomos presente no painel, grande movimentos dos elétrons e criando a corrente*

elétrica”, “Os raios do sol se distribuem pela placa aquecendo e depois ser transformada em energia” e “O calor que o sol distribui aquece as placas, transformando o aquecimento em energia”. As demais respostas foram negativas.

Neste último item, houve algumas respostas em branco, mas predominou a resposta em que os alunos dizem não saberem explicar como ocorre a transformação da energia solar em energia fotovoltaica. No entanto, assim como ocorreu no item anterior, alguns alunos associaram a conversão da energia solar em energia fotovoltaica a temperatura alcançada pelos painéis fotovoltaicos.

5.2.1- VISITA A MINI USINA FOTOVOLTAICA

A mini usina fotovoltaica fica próxima a dependência da escola e foi projetada para atender parte da demanda energética da fazenda Apostolo Simão, que dentre outras atividades, tem como carro chefe a produção cafeeira, como mostra a figura a seguir:

Figura 30: Visita a mini usina fotovoltaica.



Fonte: O próprio autor.

Durante a visita a mini usina fotovoltaica, os alunos se mostraram muito entusiasmados, e fizeram várias perguntas ao Engenheiro Agrônomo, o Sr. Anderson, que nos acompanhou durante a visita, falou um pouco do funcionamento da mini usina fotovoltaica, e falou também que ela não era autossuficiente para a demanda energética da fazenda e que parte desta demanda era suprida pela CEMIG

(Companhia Energética de Minas Gerais), mas que a mini usina estava sendo ampliada e que iria aumentar a sua capacidade energética.

Falou também que diferentemente das placas solares que já estavam instaladas, que agora o projeto já em andamento, que serão instaladas placas solares bifaciais, que iriam captar a luz do sol nas duas faces, e não mais apenas na face que estava voltada para o sol. Ele fala que estas placas tem uma vantagem sobre as convencionais, podendo gerar mais energia e ocupando um menor espaço.

Em seguida, o Sr. Anderson explicou para os alunos sobre o funcionamento da usina, dizendo que toda a energia captada nas células fotovoltaicas, saiam das placas, e chegavam aos inversores. Segundo o Engenheiro Agrônomo, para a utilização da energia vinda das placas o uso do inversor era fundamental, pois era ele que possibilita a utilização da energia vinda das placas.

Neste momento o aluno A 12 pergunta: *“Mas sem esse “negocio” aí as placas não funcionam? Porque na minha casa nós usamos placas pra bombear água, e lá nos só temos as quatro placas e a bomba.”*

O Engenheiro Agrônomo responde dizendo que provavelmente lá, vocês usam um sistema que funciona com corrente contínua, e aqui, precisamos destes inversores porque todos os nossos aparelhos utilizam corrente alternada. E essa é a função do inversor, transformar a corrente contínua que chega nas placas em corrente alternada, e assim essa corrente é direcionada na rede elétrica pronta para a utilização.

Em Seguida, o Engenheiro fala que toda a energia gerada é monitorada em tempo real, e eles conseguem a todo momento monitorar a geração e o gasto da energia que está sendo gasta.

Ele fala ainda que a geração da energia não é constante, e oscila durante todo o dia. Durante a manhã ela vai aumentando e por volta das 14 horas, ela atinge o seu máximo que é cerca de 230,04 KWp (quilowatt de potência de pico) e que a partir daquele horário que a sua geração vai diminuindo. Após a sua fala, vários alunos perguntam sobre a geração da energia.

Outra pergunta foi do Aluno 22: *“Quando o tempo tá nublado, mesmo assim as placas funcionam?”*

O Engenheiro, responde que sim. As placas geram energia, porém essa geração é menor do que quando o sol está intenso.

E também do Aluno 06: *“E a noite, tem geração de energia, como vocês fazem a noite quando não tem sol?”*

O Engenheiro responde que durante a noite não há geração de energia, e é durante a noite o horário em que eles mais utilizam a energia para a irrigação, pois é o período mais indicado para se molhar a plantação.

Ele fala que a energia gerada durante o dia, é injetada na rede elétrica, e que vão para outros consumidores e eles ficam com esse crédito, e que quando eles precisam, utilizam a energia é fica como se fosse o abatimento do crédito que foi gerado durante o dia pela usina fotovoltaica e que ainda não tinha sido gasta.

A pergunta do Aluno 06: “*E quando tá chovendo, que tem luz do sol, mas a chuva esfria a placa?*” Ele responde, dizendo que há geração de energia, porém a quantidade gerada é menor.

Figura 31: Visita a mini usina fotovoltaica.



Fonte: O próprio autor.

Figura 32: Visita a mini usina fotovoltaica.

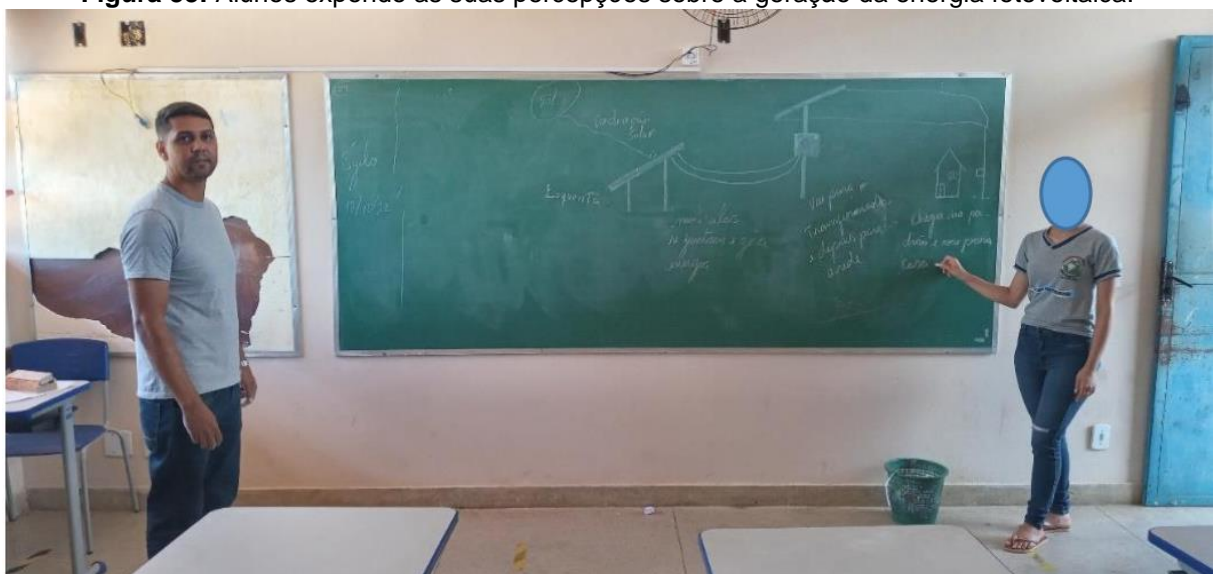


Fonte: O próprio autor.

Durante a visita, mais uma vez alguns alunos inferem a geração da energia fotovoltaica, a temperatura atingida pelas placas.

Após a visita a mini usina fotovoltaica solicitamos aos alunos que explicitassem no quadro um resumo da visita a mini usina. Uma aluna então se dirige ao quadro e esboça a percepção que tiveram com a ajuda dos seus colegas. No início do desenho, mais uma vez os alunos manifestam a impressão que possuem, que a energia fotovoltaica está associada a temperatura associada pelas placas.

Figura 33: Alunos expondo as suas percepções sobre a geração da energia fotovoltaica.



Fonte: O próprio autor.

5.3 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS ACERCA DO CONHECIMENTO A SER ENSINADO/APRENDIDO

Durante a explanação do conteúdo a ser abordado, foram desenvolvidas pelos alunos uma simulação sobre o efeito fotoelétrico utilizando o simulador Phet. A simulação foi desenvolvida com o auxílio do questionário, disponível no apêndice, onde os alunos seguiram o passo a passo contido no mesmo e fizeram os registros do que se era observado em uma tabela.

Ao final da simulação, os alunos responderam as questões onde puderam fazer inferências a respeito dos fatores observados durante a simulação. A seguir são apresentados alguns questionários respondidos pelos alunos utilizados para análise.

Figura 34: Questionário respondido pelo Aluno A 24.

Escola Estadual Norberto de Almeida Rocha

Aluno(a): [Redacted]

Atividade Sobre o Efeito Fotoelétrico utilizando o simulador Phet

Para a realização da atividade siga os passos elencados a seguir e registre suas observações na tabela abaixo.

- 1 - Selecione o elemento que compõe a tabela a seguir;
- 2 - Regule a intensidade luminosa para 10%.
- 3 - Regule o comprimento de onda segundo a tabela a seguir e registre na coluna B (sim), caso haja emissão de elétrons, e (não) caso não sejam emitidos elétrons do material selecionado.
- 4 - Regule a intensidade luminosa para 90%, e registre na coluna C o que ocorre com a quantidade de elétrons para aquele dado comprimento de onda selecionado no item 3. Utilize os termos: aumenta, diminui ou não altera.


A	B	C
Elemento Sódio	Ejeta Elétrons	Nº de Elétrons Ejetados
Comprimento de onda 600 nm	sim	100
Comprimento de onda 300 nm	sim	100
Comprimento de onda 100 nm	sim	100
Elemento Platina	Ejeta Elétrons	Nº de Elétrons Ejetados
Comprimento de onda 600 nm	sim	100
Comprimento de onda 300 nm	sim	100
Comprimento de onda 100 nm	sim	100

Após realizar a manipulação, responda:

- a) Os elétrons são ejetados dos materiais a qualquer frequência? Explique.
 Não, porque a frequência mínima para o sódio é de 300nm. E a frequência mínima para a Platina é de 100 nm.
- b) A ejeção de elétrons depende somente da intensidade da luz que nela incide?
 Não. A ejeção de elétrons depende da intensidade da luz, e da frequência de nm.
- c) O que acontece quando se aumenta a frequência da luz incidente sob o material?
 Aumenta mais a frequência da luz, mais elétrons são ejetados.
- d) Todos os materiais possuem a mesma frequência mínima, para que consigam ejetar elétrons? Explique.
 Não, porque cada material precisa de uma frequência diferente. Eles possuem uma função trabalho diferente.
- e) Mudando se a intensidade da luz que incide no material, o que se verifica em relação aos elétrons? Explique por que isso ocorre?
 Os elétrons aumentam por causa da intensidade da luz quanto mais forte mais elétrons.
- f) Uma luz com uma frequência maior, ejetará mais elétrons do que uma luz de menor frequência? Por que isso ocorre?
 Não, porque para ejetar elétrons depende da intensidade da luz e não da frequência.

Fonte: O próprio autor.

Figura 35: Questionário respondido pela aluna A 01.


 Escola Estadual Norberto de Almeida Rocha
 Aluno(a): _____
 Atividade Sobre o Efeito Fotoelétrico utilizando o simulador PhET

Para a realização da atividade siga os passos elencados a seguir e registre suas observações na tabela abaixo.

- 1 - Selecione o elemento que compõe a tabela a seguir;
- 2 - Regule a intensidade luminosa para 10%.
- 3 - Regule o comprimento de onda segundo a tabela a seguir e registre na coluna B (sim), caso haja emissão de elétrons, e (não) caso não sejam emitidos elétrons do material selecionado.
- 4 - Regule a intensidade luminosa para 90 %, e registre na coluna C o que ocorre com a quantidade de elétrons para aquele dado comprimento de onda selecionado no item 3. Utilize os termos: aumenta, diminui ou não altera.


A	B	C
Elemento Sódio	Ejeta Elétrons	Nº de Elétrons Ejetados
Comprimento de onda 600 nm	não	não altera
Comprimento de onda 300 nm	sim	aumenta
Comprimento de onda 100 nm	sim	aumenta
Elemento Platina		
Comprimento de onda 600 nm	não	não altera
Comprimento de onda 300 nm	não	não altera
Comprimento de onda 100 nm	sim	aumenta

Após realizar a manipulação, responda:

- a) os elétrons são ejetados dos materiais a qualquer frequência? Explique.
 não, pois cada material possui uma frequência diferente.
- b) A ejeção de elétrons depende somente da intensidade da luz que nele incide?
 não, pois a produção de elétrons depende mais da frequência da que da intensidade da luz.
- c) O que acontece quando se aumenta a frequência da luz incidente sob o material?
 quanto maior a frequência da luz? mais elétrons se injetam.
- d) Todos os materiais possuem a mesma frequência mínima, para que consigam ejetar elétrons? Explique.
 não, pois cada material possui frequência diferente.
- e) Mudando se a intensidade da luz que incide no material, o que se verifica em relação aos elétrons? Explique por que isso ocorre?
 os elétrons aumentam na conta da intensidade da luz quanto mais forte mais elétrons.
- f) Uma luz com uma frequência maior, ejetará mais elétrons do que uma luz de menor frequência? Por que isso ocorre?
 não, pois o que determina o que ejetará elétrons é a intensidade da luz e não a frequência.

Fonte: O próprio autor.

Figura 36: Questionário respondido pelo Aluno 22



 Escola Estadual Norberto de Almeida Rocha

Aluno(a): _____
 Atividade Sobre o Efeito Fotoelétrico utilizando o simulador PhET

Para a realização da atividade siga os passos elencados a seguir e registre suas observações na tabela abaixo.

- 1 - Selecione o elemento que compõe a tabela a seguir;
- 2 - Regule a intensidade luminosa para 10%.
- 3 - Regule o comprimento de onda segundo a tabela a seguir e registre na coluna B (sim), caso haja emissão de elétrons, e (não) caso não sejam emitidos elétrons do material selecionado.
- 4 - Regule a intensidade luminosa para 90 %, e registre na coluna C o que ocorre com a quantidade de elétrons para aquele dado comprimento de onda selecionado no item 3. Utilize os termos: aumenta, diminui ou não altera.

A	B	C
Elemento Sódio	Ejeta Elétrons	Nº de Elétrons Ejetados
Comprimento de onda 600 nm	não	não altera
Comprimento de onda 300 nm	sim	aumenta
Comprimento de onda 100 nm	sim	aumenta
Elemento Platina		
Comprimento de onda 600 nm	não	não altera
Comprimento de onda 300 nm	não	não altera
Comprimento de onda 100 nm	sim	altera

Após realizar a manipulação, responda:

- a) os elétrons são ejetados dos materiais a qualquer frequência? Explique.
 não, porque para cada material tem a sua frequência.
- b) A ejeção de elétrons depende somente da intensidade da luz que nele incide?
 não, porque depende também da frequência.
- c) O que acontece quando se aumenta a frequência da luz incidente sob o material?
 quanto mais aumenta a frequência da luz mais elétrons se ejetam.
- d) Todos os materiais possuem a mesma frequência mínima, para que consigam ejetar elétrons? Explique.
 não, pois cada material possui uma função de trabalho diferente.
- e) Mudando se a intensidade da luz que incide no material, o que se verifica em relação aos elétrons? Explique por que isso ocorre?
 Os elétrons aumentam por causa da intensidade da luz quanto mais forte mais elétrons.
- f) Uma luz com uma frequência maior, ejetará mais elétrons do que uma luz de menor frequência? Por que isso ocorre?
 não, porque depende da intensidade da luz e não da frequência.

Fonte: O próprio autor.

Através da análise das respostas dos questionários observamos que a atividade com o Phet contribuiu para o entendimento dos elementos envolvidos na

fenomenologia do efeito fotoelétrico, pois os alunos conseguiram explicar a atividade que envolvia questões relacionada ao fenômeno.

5.3.1 – ATIVIDADE GAMIFICADA SOBRE OS TIPOS DE MATERIAIS CONDUTORES, SEMICONDUTORES, ISOLANTE E EFEITO FOTOELETRICO.

Durante o desenvolvimento da sequência didática, foram desenvolvidas atividades gamificadas, com o intuito de se chamar a atenção do aluno, e engaja-los no processo instrucional utilizando a plataforma Kahoot, que consiste em um recurso de aprendizado baseada em jogos. Nela é possível a criação de usuários gratuitamente que, desenvolverão os seus Kahoots, que consistem em testes de múltipla escolha, que poderão ser acessados por meio de um navegador Web, ou do aplicativo Kahoot. Nela o professor pode desenvolver os seus testes inserindo figuras, e inclusive delimitando o tempo de respostas para cada uma delas.

Esta atividade foi respondida por 22 alunos, que demonstraram muito entusiasmo durante a sua execução, demonstrando até mesmo certa competitividade para ver quem pontuaria mais ao final do teste.

A seguir estão expressos o resumo de algumas das respostas dos alunos sobre o tema:

Figura 37: Atividade Gamificada.




3 Os materiais condutores são aqueles que: Quiz 82%



<input type="radio"/>	não conduzem eletricidade	✗	1
<input type="radio"/>	apresentam alta resistência elétrica	✗	0
<input checked="" type="radio"/>	conduzem eletricidade	✓	18
<input type="radio"/>	n.d.a	✗	1
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

4 Os materiais condutores de eletricidade possuem poucos elétrons livre. Verdadeiro ou falso 64%




<input type="radio"/>	True	✗	6
<input checked="" type="radio"/>	False	✓	14
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

5 Os materiais semicondutores, apresentam resistência elétrica: Quiz 86%



<input type="radio"/>	muito alta	✗	1
<input checked="" type="radio"/>	intermediária	✓	19
<input type="radio"/>	muito baixa	✗	0
<input type="radio"/>	n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

6 Os condutores, semicondutores e isolantes são muito empregados nos eletroeletrônicos. A figur... Quiz 91%



<input checked="" type="radio"/>	isolante elétrico	✓	20
<input type="radio"/>	semicondutor	✗	0
<input type="radio"/>	condutor elétrico	✗	0
<input type="radio"/>	n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

15 O material semicondutor mais empregado na construção das placas solares é o: Quiz 86%



<input type="radio"/>	ferro	✗	0
<input type="radio"/>	cobre	✗	0
<input type="radio"/>	aluminio	✗	0
<input checked="" type="radio"/>	silício	✓	19
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	3

Fonte: O próprio autor

Em análise as respostas dadas a seguir, é possível observar que houve algo percentual em acerto, todos com valores superiores a 80%.

5.3.2 ATIVIDADE SOBRE EFEITO FOTOELETRICO

Foi aplicado também um questionário impresso, agora com um maior grau de especificidade acerca do efeito fotoelétrico, para se averiguar também o significado a

ser atribuído pelos alunos sobre o conceito de luz, foi inserido também uma questão para que eles pudessem fazer inferência.

Nesta atividade os alunos apresentaram um pouco de dificuldades na resolução das questões que continham cálculos. Houve intervenção do professor sanando algumas dúvidas no manuseio dos cálculos matemáticos.

A seguir é apresentada uma amostra dos resultados obtidos pelos alunos na resolução das atividades.

Figura 38: Atividade aluno A 24.

$E = h \cdot f$

Escola Estadual Norberto de Almeida Rocha

Aluno(a): _____ Turma: 3ª ano Reg 2 Professor: Égilo

Atividades

1) Faça um breve relato sobre a natureza da luz.

A luz é uma radiação eletromagnética, que contém partículas e nas partículas tem fótons que chegam até a terra.

2) (UFRGS) O efeito fotoelétrico, isto é, a emissão de ____ por metais sob a ação da luz, é um experimento dentro de um contexto físico extremamente rico, incluindo a oportunidade de pensar sobre o funcionamento do equipamento que leva à evidência experimental relacionada com a emissão e a energia dessas partículas, bem como a oportunidade de entender a inadequacidade da visão clássica do fenômeno. Em 1905, ao analisar esse efeito, Einstein fez a suposição revolucionária de que a luz, até então considerada como um fenômeno ondulatório, poderia também ser concebida como constituída por conteúdos energéticos que obedecem a uma distribuição ____, os quanta de luz, mais tarde denominados ____.

a) fótons - contínua - fótons b) fótons - contínua - elétrons c) elétrons - contínua - fótons
d) elétrons - discreta - elétrons e) elétrons - discreta - fótons

3) (UFRS-RS) Assinale a alternativa que preencha corretamente a lacuna do parágrafo abaixo. O ano de 1900 pode ser considerado o marco inicial de uma revolução ocorrida na Física do século XX. Naquele ano, Max Planck apresentou um artigo à Sociedade Alemã de Física, introduzindo a idéia da da energia, da qual Einstein se valeu para, em 1905, desenvolver sua teoria sobre o efeito fotoelétrico.

a) conservação b) quantização c) transformação d) conversão e) propagação

4) "Os objetos quânticos, como a luz ou os elétrons, se movem como se fossem ondas, mas colidem como se fossem partículas". O texto refere-se:

a) a conservação da energia b) ao princípio da incerteza c) a dualidade onda-partícula
d) ao princípio da incerteza e) a conservação do momento angular

5) (ITA) Incide-se luz em um material fotoelétrico, e não se observa a emissão de elétrons. Para que ocorra a emissão de elétrons do mesmo material basta que aumente(m):

a) a intensidade da luz b) a frequência da luz c) o comprimento de onda da luz
d) a intensidade e a frequência da luz e) a intensidade e o comprimento de onda da luz

6) Determinado feixe de luz que se propaga com uma frequência de $4,5 \times 10^{14}$ Hz incide sobre uma superfície metálica. Considerando a constante de Planck como $h = 4 \times 10^{-15}$ eV.s, determine:

a) a energia do fóton incidente sobre a placa.

$E = h \cdot f$
 $E = 4 \times 10^{-15} \cdot 4,5 \times 10^{14} \rightarrow E = 1,8 \text{ eV}$
 $E = 18 \times 10^{-1}$

b) este feixe de luz, será capaz de ejetar elétrons da placa, sendo a função trabalho deste material de 2 eV?

Não será capaz de ejetar elétrons, porque a função trabalho é de 2 eV e seria preciso de 2 eV

7) A energia mínima necessária para liberar um elétron de um material por meio da incidência de luz, também chamada de função trabalho, é uma característica de cada material. Para o tungstênio, por exemplo, o valor dessa energia é de 4,58 eV. Para que ocorra o efeito fotoelétrico no tungstênio, qual deve ser a frequência da luz incidente? Considere $h = 4,1 \times 10^{-15}$ eV.s.

$\frac{4,58}{4,1 \times 10^{-15}} = 1,11 \times 10^{15} \text{ Hz}$

Fonte: O próprio Autor.

Figura 39: Atividade aluno A 07.

Escola Estadual Norberto de Almeida Rocha

Aluno(a) _____ Turma: 3º ano Professor: Egito

Atividades

1) Faça um breve relato sobre a natureza da luz.

A luz nada mais é que uma partícula, quanto uma onda, podemos citar a luz do sol que contém vários fotons responsáveis por aquecer os elétrons das moléculas.

2) (UFRGS) O efeito fotoelétrico, isto é, a emissão de ____ por metais sob a ação da luz, é um experimento dentro de um contexto físico extremamente rico, incluindo a oportunidade de pensar sobre o funcionamento do equipamento que leva à evidência experimental relacionada com a emissão e a energia dessas partículas, bem como a oportunidade de entender a inadequacidade da visão clássica do fenômeno. Em 1905, ao analisar esse efeito, Einstein fez a suposição revolucionária de que a luz, até então considerada como um fenômeno ondulatório, poderia também ser concebida como constituída por conteúdos energéticos que obedecem a uma distribuição ____, os quanta de luz, mais tarde denominados ____.

a) fótons - contínua – fótons b) fótons - contínua – elétrons c) elétrons - contínua - fótons
d) elétrons - discreta – elétrons elétrons - discreta - fótons

3) (UFRS-RS) Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do parágrafo abaixo. O ano de 1900 pode ser considerado o marco inicial de uma revolução ocorrida na Física do século XX. Naquele ano, Max Planck apresentou um artigo à Sociedade Alemã de Física, introduzindo a idéia da da energia, da qual Einstein se valeu para, em 1905, desenvolver sua teoria sobre o efeito fotoelétrico.

a) conservação b) quantização transformação d) conversão e) propagação

4) "Os objetos quânticos, como a luz ou os elétrons, se movem como se fossem ondas, mas colidem como se fossem partículas". O texto refere-se:

a) a conservação da energia b) ao princípio da incerteza a dualidade onda-partícula
d) ao princípio da incerteza e) a conservação do momento angular

5) (ITA) Incide-se luz em um material fotoelétrico, e não se observa a emissão de elétrons. Para que ocorra a emissão de elétrons do mesmo material basta que aumente(m):

a) a intensidade da luz b) a frequência da luz c) o comprimento de onda da luz
 a intensidade e a frequência da luz e) a intensidade e o comprimento de onda da luz

6) Determinado feixe de luz que se propaga com uma frequência de $4,5 \times 10^{14}$ Hz incide sobre uma superfície metálica. Considerando a constante de Planck como $h = 4 \times 10^{-15}$ eV.s, determine:

a) a energia do fóton incidente sobre a placa. $E = hf$ $E = 18 \text{ eV}$

$f = 4 \cdot 10^{14} \cdot 4,5 \cdot 10^{-15}$
 $E = 18 \cdot 10^{-1}$

b) este feixe de luz, será capaz de ejetar elétrons da placa, sendo a função trabalho deste material de 2 eV?
Não.

7) A energia mínima necessária para liberar um elétron de um material por meio da incidência de luz, também chamada de função trabalho, é uma característica de cada material. Para o tungstênio, por exemplo, o valor dessa energia é de 4,58 eV. Para que ocorra o efeito fotoelétrico no tungstênio, qual deve ser a frequência da luz incidente? Considere $h = 4,1 \times 10^{-15}$ eV.s.

$4,58 = 4,1 \cdot 10^{-15} \cdot f$

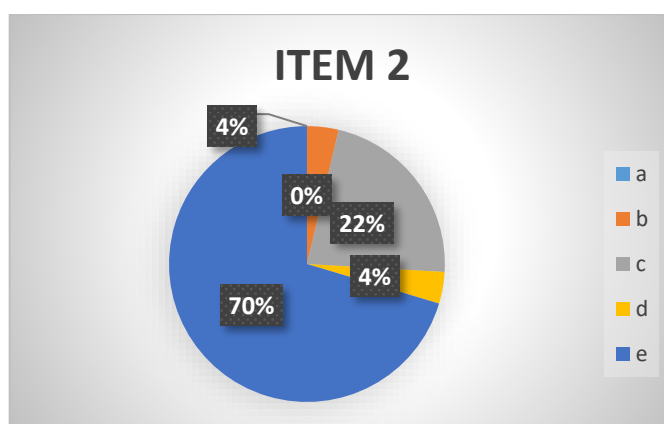
$f = \frac{4,58}{4,1 \cdot 10^{-15}} = 1,11 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

Fonte: O próprio autor.

Analisando as respostas dadas a primeira questão, observamos que os alunos conseguiram uma evolução nos conceitos que possuíam anteriormente sobre luz. Eles agora já conseguem relacionar a luz, termos científicos como a dualidade onda-partícula, fótons e também energia, o que antes não se verificava em seus mapas mentais.

Fazendo um levantamento do percentual de alunos que acertaram as questões objetivas, obtemos os seguintes resultados:

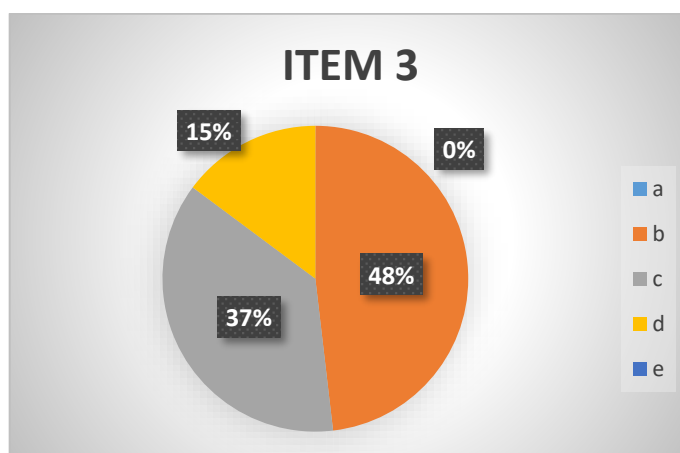
Figura 40: Percentual de respostas ao item 2.



Fonte: O próprio Autor.

No item 2, relacionada ao efeito fotoelétrico, observa-se pelo gráfico que o índice de acerto chegou a 70 %, o que demonstra que houve uma assimilação satisfatória do objetivo proposto.

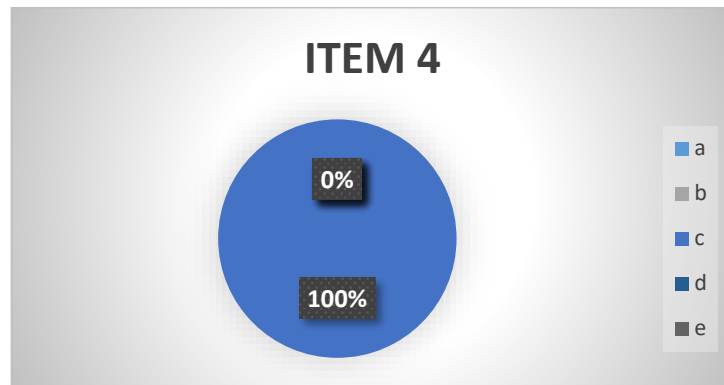
Figura 41: Percentual de respostas ao item 3.



Fonte: O próprio Autor.

No item 3, o percentual de acerto foi um pouco menor, chegando a 48 % dos alunos. Neste item era abordado o conceito de quantização da energia.

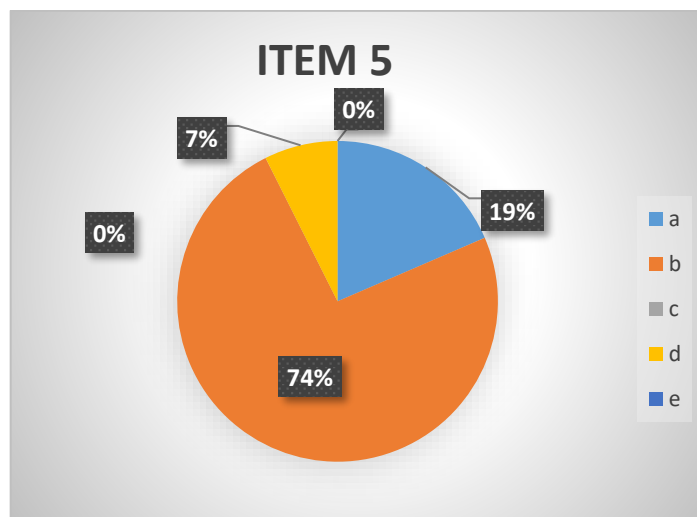
Figura 42: Percentual de respostas ao item 4.



Fonte: O próprio Autor.

No item 4, tem se mais um fator que reforça a ideia de que os alunos realmente assimilaram alguns dos conceitos propostos a se ensinar sobre a natureza da luz. Neste item todos os alunos responderam corretamente à questão.

Figura 43: Percentual de respostas ao item 5.



Fonte: O próprio Autor.

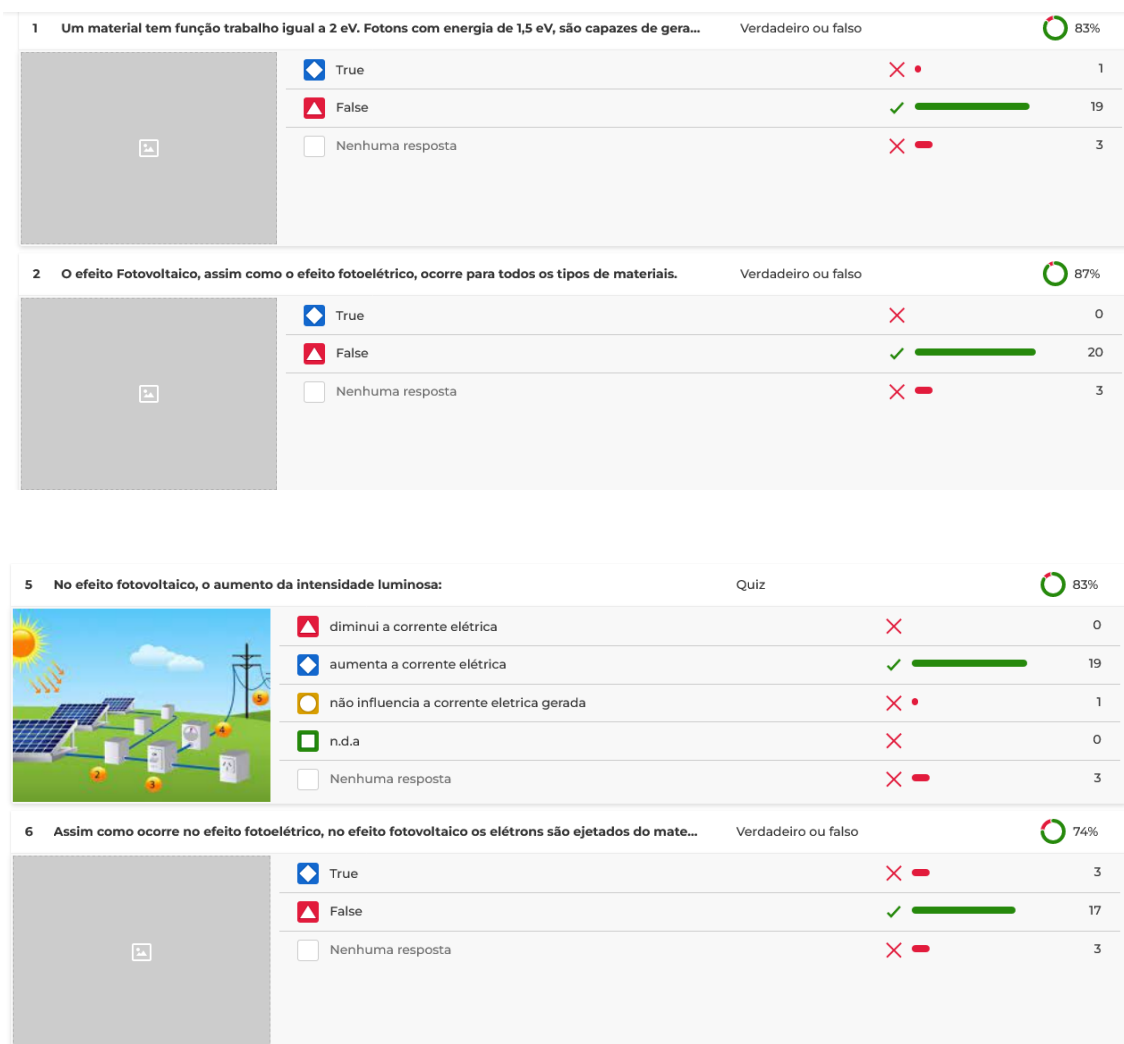
No item 5, também houve uma resposta satisfatória dos alunos sobre a ocorrência do efeito fotoelétrico. Cerca de 74% dos alunos responderam corretamente à questão.


Nos itens 6 e 7, embora os alunos tenham apresentado um pouco de dificuldades na hora da resolução dos cálculos, ainda assim houve um resultado satisfatório no número de acertos nestes dois itens em que cerca de cinquenta por cento da turma acertou estes dois itens.

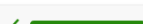
5.3.3 – ATIVIDADE GAMIFICADA SOBRE O EFEITO FOTOELÉTRICO E EFEITO FOTOVOLTAICO

Nesta atividade foi inserida questões relacionadas ao efeito fotoelétrico e fotovoltaico, no entanto agora com um maior grau de diferenciação acerca do conteúdo abordado. Neste bloco de questões, observamos que o percentual de alunos que fizeram inferências corretas sobre as questões abordadas está em um nível satisfatório e que eles conseguiram assimilar os conceitos abordados durante as aulas. A seguir estão expressas imagens relacionadas à última atividade de quiz com maior grau de dificuldade.

Figura 44: Atividade Gamificada 2.



7	Aumentando se a intensidade da luz sobre uma superfície, diminui se a quantidade de fótons qu...	Verdadeiro ou falso	74%
<input checked="" type="checkbox"/>	True	✗ -	3
<input checked="" type="checkbox"/>	False	✓ 	17
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗ -	3

8	O efeito fotovoltaico está associado a:	Quiz	83%
<input checked="" type="checkbox"/>	conversão da energia solar em energia elétrica	✓ 	19
<input checked="" type="checkbox"/>	emissão de elétrons da superfície metálica	✗ •	1
<input type="checkbox"/>	absorção de elétrons pela superfície metálica	✗	0
<input type="checkbox"/>	n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗ -	3

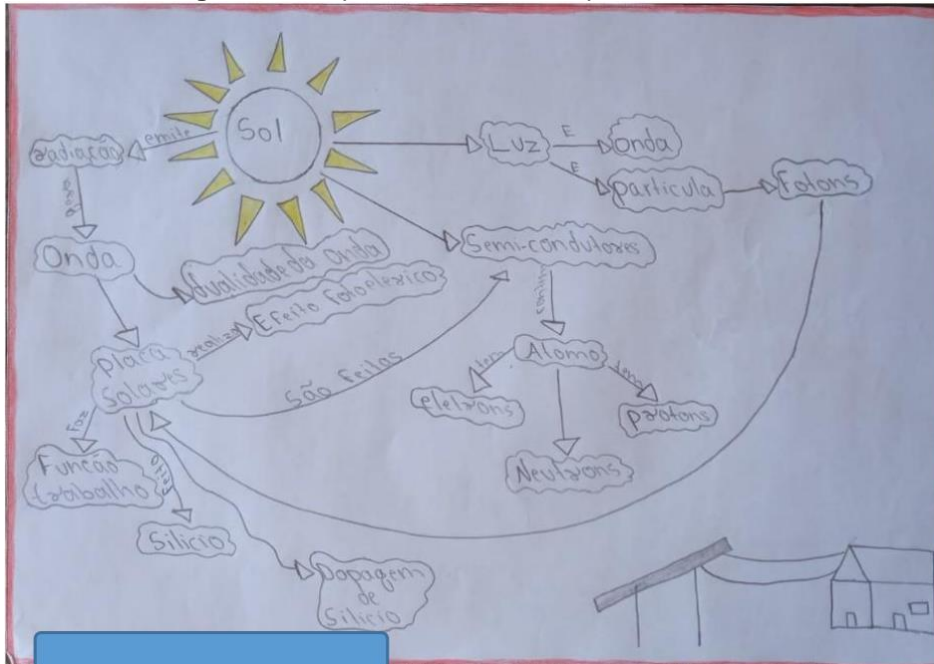
Fonte: O próprio autor.

5.4 ATIVIDADE FINAL: MAPAS CONCEITUAIS

Como última atividade realizamos a elaboração de um mapa conceitual sobre a transformação da energia solar em energia fotovoltaica com a finalidade de verificar os ganhos conceituais da unidade de ensino potencialmente significativa, relacionando-os de forma coerente e hierárquica, de modo que se possa averiguar a assimilação dos tópicos abordados durante as aulas, para que se pudesse averiguar se houve o processo de aprendizagem significativa.

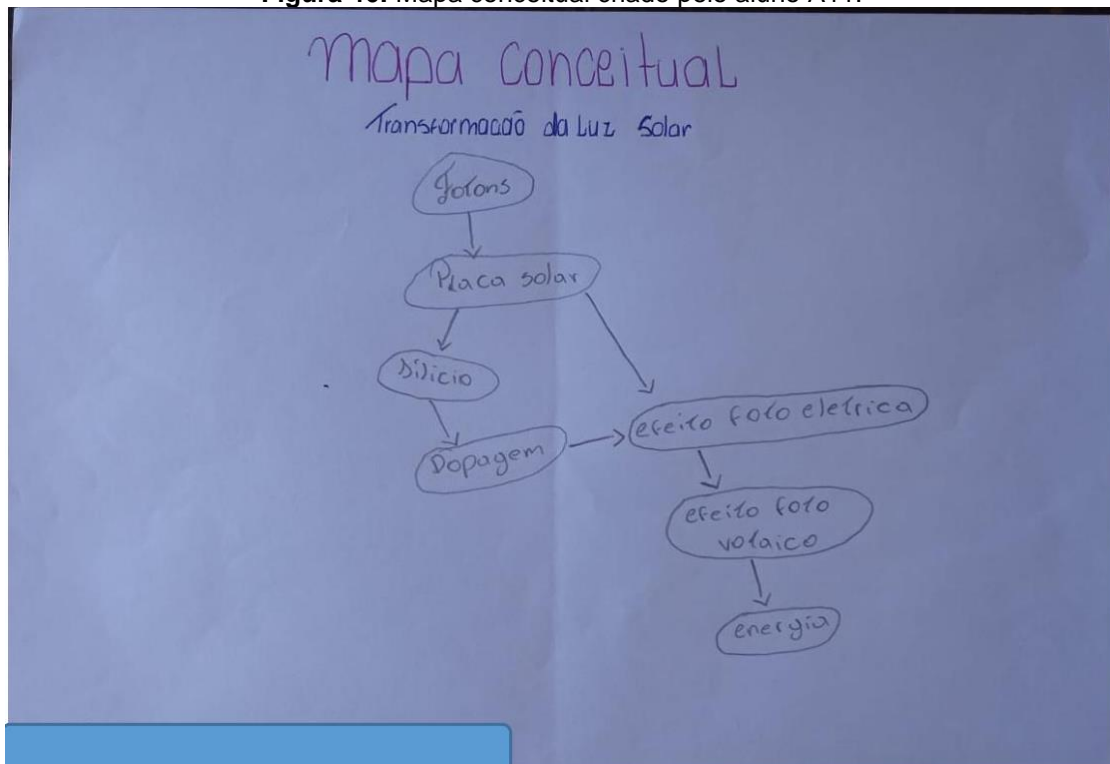
As figuras que seguem são parte das produções dos estudantes.

Figura 45: Mapa conceitual criado pelo aluno A 07.



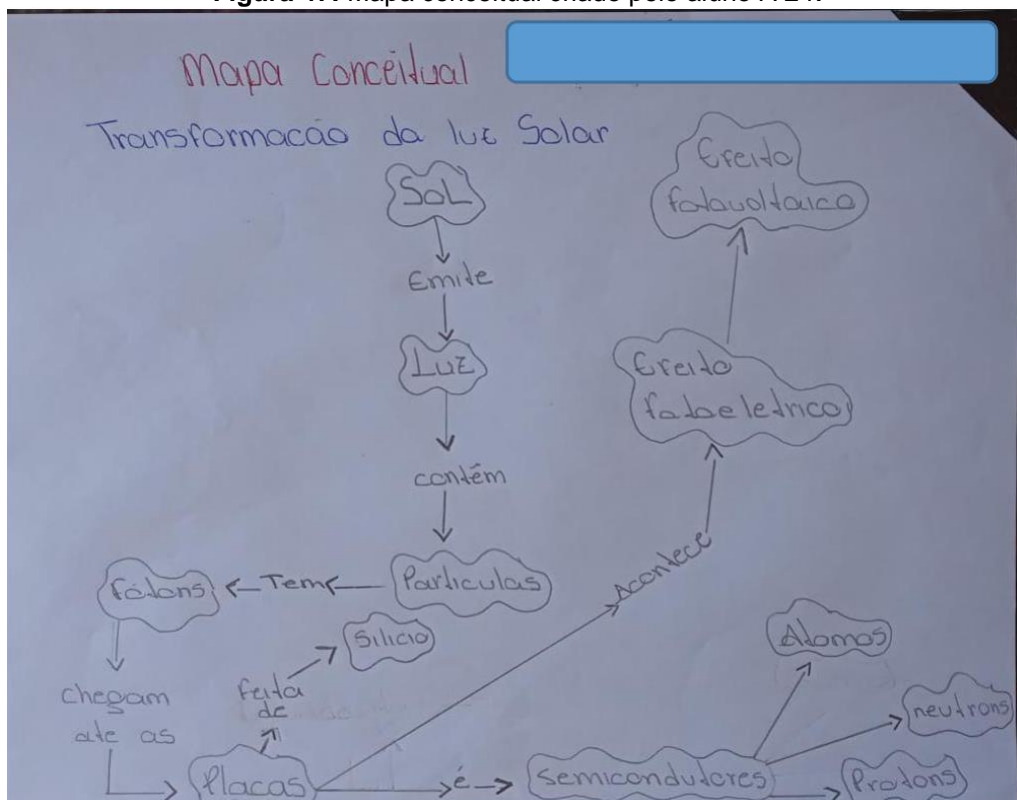
Fonte: O próprio autor

Figura 46: Mapa conceitual criado pelo aluno A11.



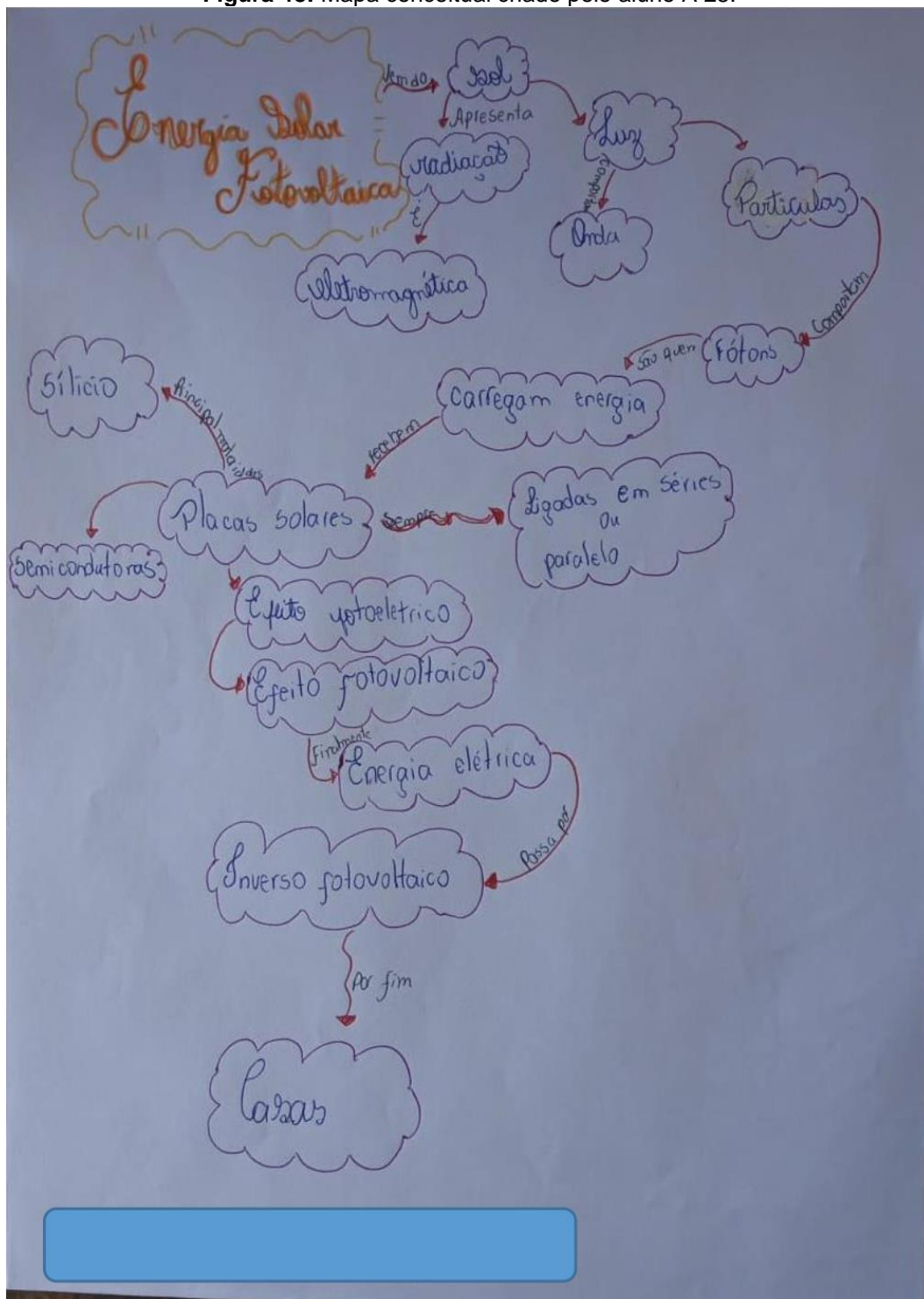
Fonte: O próprio autor.

Figura 47: Mapa conceitual criado pelo aluno A 24.



Fonte: O próprio autor.

Figura 48: Mapa conceitual criado pelo aluno A 25.



Fonte: O próprio autor.

Analisando os mapas conceituais elaborados pelos alunos, verificamos que eles abordam em seus mapas muitos conceitos trabalhados durante a sequência didática, e os dispuseram de maneira coerente e hierárquica, o que evidencia uma

assimilação dos conceitos abordados e deixam transparecer indícios da aprendizagem significativa.

No entanto, apesar da presença de vários conceitos relevantes para o entendimento das fotocélulas estarem presentes no mapa de forma coerente e hierárquica, o termo efeito fotoelétrico apareceu em todos mapas, evidenciando, ainda ao final da sequência didática, uma confusão conceitual. Essa confusão conceitual, demonstra dois fatos: (1) o confronto entre o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico que salientamos nas discussões em sala de aula e estimulamos na atividade gamificada sobre o efeito fotoelétrico e efeito fotovoltaico não foram suficientes para eliminar completamente essa confusão conceitual. (2) Os mapas conceituais tem um grande potencial de externalização de significados, note que os alunos, em sua maioria, conseguiram responder corretamente as questões propostas na atividade gamificada, no entanto, indícios de confusão conceitual se tornou notório nos mapas conceituais, o que reforça seu uso como atividade avaliativa.

DISCUSSÕES

Esse tópico contém a análise a partir do ponto de vista do professor e em conformidade com os pressupostos didáticos-metodológicos adotados para a implementação da UEPS.

A sequência de ensino aprendizagem privilegiou o questionamento, o diálogo e a crítica em lugar das respostas prontas. Uma contribuição nesse sentido foi a participação do Engenheiro Agrônomo, Sr. Anderson. Como consequência foi observado, através da interatividade dos estudantes ao longo das problematizações, certa disposição em aprender pelo fato de que os alunos se sentiram curiosos e questionavam ao Sr. Anderson o funcionamento da usina. Assim, considera-se que o conjunto de questões, a visita à usina e maquete utilizados para o começo da sequência formaram um conjunto satisfatório de organizadores prévios que exploraram os subsunçores dos alunos, contribuindo para a construção de um material potencialmente significativo para a abordagem dos conceitos do fenômeno fotovoltaico. Isso porque, tão importante quanto utilizar subsunçores relevantes ao processo de aprendizagem, é ter ciência da sua ausência, pois evidencia a necessidade de construção desses subsunçores antes de dar continuidade com o conteúdo (MOREIRA, 1999).

Ao propor uma sequência de ensino de física que faça a interação de conhecimentos novos com os já existentes, por meio de materiais organizados de forma significativa e pela negociação de significados, este breve relato de experiência se pauta à luz da aprendizagem significativa de David Ausubel.

A problematização inicial da presente pesquisa permitiu dar significado de um novo conhecimento sob determinado grau de estabilidade e diferenciação com um conhecimento característico relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo que aprende, configura-se aprendizagem significativa. Considera-se, portanto, a interação entre aquilo que o aprendiz já sabe e o novo conhecimento a chave para esta aprendizagem (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011). Neste contexto, além do novo conhecimento tomar novo significado, o conhecimento prévio também se torna mais elaborado ao adquirir novos significados. Por outro lado, no processo de interação característico deste tipo de aprendizagem, o conhecimento novo e o prévio devem se relacionar de forma não-arbitrária e substantiva, além de exigir que o aprendiz tenha predisposição para aprender (MOREIRA, 1999).

Ao possibilitar a investigação dos conhecimentos prévios relevantes, os mapas conceituais feitos pelos alunos formaram um recurso importante para a avaliação inicial.

A abordagem dos conceitos relacionados ao efeito fotovoltaico teve início nos termos que os alunos expressaram em sala de aula. E foram trabalhados através de ideias mais gerais e próprias da disciplina, sendo progressivamente diferenciados e recebendo detalhes específicos no processo. Conceitos como “luz”, “visão”, “clareza”, tiveram suas similaridades e diferenças próprias exploradas e, ao serem reconciliadas integrativamente, viabilizaram a abordagem de conceitos como “cores” e “espectro eletromagnético”, por exemplo. Através da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, a física da unidade de ensino foi apresentada aos alunos. A abordagem feita com muitas imagens e com uma comunicação acessível favoreceu participação, dando sinais de que os alunos estavam com vontade de saber mais sobre o assunto. Com isso, é possível concluir que o material organizado para a abordagem dos conceitos do efeito fotovoltaico foi potencialmente significativo.

Outro organizador prévio, simulação na plataforma PhET, promoveu a aplicação dos conceitos e grandezas, além da observação lúdica do efeito de maneira colaborativa em pequenos grupos. As questões teóricas foram problematizadas com nível maior de complexidade, em comparação com as situações-problema inicialmente propostas. Por outro lado, embora os alunos não debatessem com os

outros grupos, as respostas apenas apresentadas culminaram em uma avaliação formativa, essencial para a aprendizagem significativa. No que diz respeito a atividade do kahoot, acreditamos que esse tipo de atividade pode ter favorecido o interesse ou conforto em socializar. Após a correção das baterias iniciais com a turma, os alunos se saíram melhor nas baterias finais.

Acreditamos ter desenvolvido a UEPS com organizadores prévios, pois a teoria ausubeliana conceitua “organizador prévio” como um artifício instrucional disposto em um nível alto de generalidade, inclusividade e abstração quando comparado ao material de aprendizagem, podendo ser uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, uma leitura introdutória ou uma simulação (MOREIRA, 2012).

A etapa final novamente estimulou o diálogo e desenvolvimento de críticas. O fato de que alguns alunos se manifestaram verbalmente da aula pela primeira vez, trazendo um significado positivo à sequência, pois o uso da linguagem teve o intuito de negociar significados, facilitando a aprendizagem significativa. Além disso, o uso do Kahoot permitiu outra avaliação formativa, pois foi possível observar o que os alunos sabiam sobre o tema ao longo da correção das baterias. Dessa forma, consideram-se dois processos básicos, simultâneos e relacionados, que compõem a dinâmica da estrutura cognitiva e que são relevantes à aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. A ocorrência única ou múltipla da interação entre os conhecimentos novos e prévios, que resulte na aquisição de significados, ricos e mais característicos é chamado de diferenciação progressiva. Já a recombinação de conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva que resulta na aquisição de novos significados é reconciliação integrativa (MOREIRA, 1999).

De maneira análoga, os mapas conceituais foram usados ao final para expressar relações significativas entre os conceitos abordados ao longo da sequência. O mapa como meio de avaliação formativa externou uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribuiu aos conceitos abordados ao longo da unidade de ensino.

Acreditamos que os resultados foram satisfatórios, pois nessa atividade fizemos questão de confrontar o efeito fotoelétrico com o efeito fotovoltaico, pois segundo Souza (2016, p. 80), é comum em livros didáticos nos tópicos de Física Moderna se abordar o efeito fotoelétrico e exemplificar com painéis fotovoltaicos, caracterizando o referido efeito como o responsável pela geração de energia elétrica a partir de Energia Solar.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação desta sequência didática procurou trazer para a sala de aula um tema que de fato estivesse presente no cotidiano dos alunos, com o intuito de mostrar a relevância do estudo do mesmo, e assim estimular a predisposição em querer compreender algo que ainda é novo para ele, sendo esta predisposição necessária para que ocorra a aprendizagem significativa, segundo Ausubel.

Durante a implementação da sequência didática, procuramos utilizar ferramentas e mecanismos que tornassem o processo ensino aprendizagem prazeroso e que fugisse um pouco do método tradicional de ensino, que ocorre através de aulas expositivas em que se utilizam basicamente o quadro negro, giz e o livro didático.

Para tanto, fizemos aulas de campo, utilizamos aparato experimental, simulações, atividades gamificadas e também a elaboração de mapas conceituais. Todas estas atividades, os organizadores prévios, contribuíram significativamente no processo ensino aprendizagem e também contribuíram na participação dos alunos na realização das mesmas, pois durante a sua realizações eles se mostraram bastante entusiasmados.

Todas as atividade foram bem recebidas pelos alunos, no entanto na elaboração dos mapas conceituais, eles apresentaram um pouco mais de dificuldades, talvez pelo fato de ainda não possuírem tanta familiaridade com atividades desta natureza. Embora tenham recebido esta atividade com certo receio, os alunos a cumpriram, alguns com mapas conceituais mais bem elaborados inclusive com termos de ligação entre os conceito e de forma hierarquica, mas em outros mapas os termos de ligação entre conceitos não estavam presentes, mas ainda assim todos os mapas apresentados possuíam coerencia, sendo os tópicos utilizados hierarquicamente conforme apresentados durante a UEPS, demonstrando evidencias da aprendizagem significativa.

7 REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, T. V.; SILVA, A. P. Dos PCNEM à nova BNCC para o ensino de ciências: um diálogo sob a ótica da alfabetização científica. **Revista de Educação, Ciência e Cultura**, v.25, n.1, p.235-251, 2020.

AUSUBEL, D.P. **The Psychology of meaningful verbal learning**. 2nded. New York: Grune & Stratton, 1968.

BRANCO, E. P. et al. Uma visão crítica sobre a implantação da Base Nacional Comum Curricular em consonância com a reforma do Ensino Médio. **Debates em Educação**, v. 10, n. 21, p. 47, 31 ago. 2018. Disponível em: https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/5087/pdf_1. Acesso em: 22/02/2023

BRASIL. MEC. 2000. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF: 2000. 68 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> . Acesso em 22/02/2023.

BRASIL. MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1344-8-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192#:~:text=Nesta%20publica%C3%A7%C3%A3o%2C%20est%C3%A3o%20reunidas%20as,as%20redes%20de%20ensino%20brasileiras. Acesso em 22/02/2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Documento preliminar**. MEC. Brasília, DF, 2015.

BUHLER A. J. **Estudo de técnicas de determinação experimental e pós processamento de curvas características de módulos fotovoltaicos**. UFRGS. RS. 2011. (Tese de Doutorado)

CAVALCANTE, L. V. D. C. **Sistemas Fotovoltaicos: Uma alternativa na geração de energia elétrica**. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/energia-eletrica>. Acesso em: 01/03/2023

CHAVES, A. S. **Física: sistemas complexos e outras fronteiras**. Reichmann & Affonso Editores, 2001.

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M.; **Viabilidade econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeito no setor elétrico**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD_2388.pdf . Acesso em: 23/02/2023

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra. 1996

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª edição. São Paulo: Editora Atlas.2019. .ISBN: 9788522458233.

GONÇALVES, R., LAVOR, O. P. E GOMES OLIVEIRA, E. A. (2022) “Ensino de física no ensino médio: análise das determinações da BNCC”, **Revista Pesquisa Qualitativa**, 10(25), p. 330–345. doi: 10.33361/RPQ.2022.v.10.n.25.488. disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/488> acesso: 25/02/2023

Introdução aos Sistemas Fotovoltaicos. BlueSol. Disponível em: <http://www.sociedadedosol.org.br/>. Acesso 30/09/2022.

LEMOS. E, S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. Aprendizagem Significativa em **Revista/Meaningful Learning Review** – V1(1), pp. 25-35, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID3/v1_n1_a2011.pdf acesso em: 25/02/2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa Social: Teoria, Método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1995.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 22/02/2023.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa**. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 1997. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 22/02/2023.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, n. suppl 1, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/> , acesso: 20/02/2023

NEVES, E. B.; DOMINGUES, C. A. (organizadores). **Técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

OLIVEIRA, A. T. E. DE et al. A energia solar fotovoltaica: transformação, evolução, aspectos ambientais e abordagens na sala de aula. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e25811932533–e25811932533, 20 jul. 2022. disponível

em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32533/27472> . acesso: 25/02/2023.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+), 2002. Acesso: 08/01/2023

Moreira, M. A. Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A teoria da aprendizagem significativa. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 2009.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, T. N. Noções Básicas de Epistemologias e Teorias de Aprendizagem. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2016.

PAULA, H. F; ALVES, E. G; MATEUS, A. L. Quântica Para Iniciantes: Investigações e Projetos. Belo Horizonte. Editora UFMG, 2011.

SOUZA. J. R. P. S. **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: Conceitos e Aplicações para o Ensino Médio**. UFPA. Pa. 2016 (Dissertação de Mestrado).

8 APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Eu, **ÉGILO TEÓFILO NASCIMENTO**, discente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, realizarei um projeto de ensino como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Ensino de Física intitulado **UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA ALUNOS DO 3º ANO, PARA SE ABORDAR TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORANEA, INERENTES AO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM ENERGIA FOTOVOLTAICA**, orientado pelo docente Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro.

Para validar sua participação, deve estar ciente de alguns pontos:

- Sua participação será voluntariada;
- Não haverá identificação, sendo anônima sua participação;
- As respostas serão utilizadas apenas se for de sua autorização;
- Se aceito, participará de 10 (dez aulas), em sua própria sala de aula;
- Caso queira desistir durante o processo, pode sinalizar ao pesquisador por meio do e-mail egiloteofilo@gmail.com ou telefone (38) 992456669;
- Se não houver conforto em permitir utilizar os resultados obtidos, terá direito de negar a divulgação dos dados obtidos.

Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro
Orientador

Égilo Teófilo Nascimento
Discente responsável

Participante da pesquisa
ou seu responsável legal

Eu, _____, residente da cidade: _____ aceito participar voluntariamente da pesquisa aqui mencionada, estando ciente do anonimato, em poder desistir a qualquer momento caso seja meu desejo e de todos os tópicos livremente da minha participação, sem qualquer obrigatoriedade.

Rio Pardo de Minas, _____ de _____ de 2022.

APENDICE B
TERMO DE CONSENTIMENTO E ANUÊNCIA DO GESTOR

RIO PARDO DE MINAS – MG , ____ de _____ de 2022.

Eu ÉGILO TEÓFILO NASCIMENTO, discente do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) do Programa de Pós-Graduação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, estarei desenvolvendo Produto educacional (sequência didática) na Escola Estadual Norberto de Almeida Rocha, tendo como orientador Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro. Sendo que as sequências didáticas estão vinculadas às atividades educacionais e consistem num encadeamento de etapas ligadas entre si e têm sido cada vez mais utilizadas como recursos para o ensino com o objetivo de facilitar a aprendizagem. Fugir da abordagem tradicional, como estratégia de ensino, é cada vez mais comum na educação como recurso pedagógico para tornar o ensino dinâmico, atrativo e motivador. Caso necessite esclarecer alguma dúvida em relação ao estudo estou à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos. Se vossa senhoria estiver de acordo, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais, e os dados utilizados apenas para fins de análises científicas.

Eu _____ fui esclarecida sobre a pesquisa citada acima e concordo que estes dados sejam utilizados na realização da mesma, considerando seu mérito e caráter científico.

Assinatura do Responsável (com carimbo se tiver)

APENDICE C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, CPF _____,
RG _____, aceito participar das aulas em formato de sequência didática e também permito a coleta de dados das produções e das ocorrências em sala de aula que serão interpretados em pesquisa para o trabalho de conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física pelo mestrando *Égilo Teófilo Nascimento*. Tenho toda a liberdade de me recusar a participar da pesquisa bem como retirar meu consentimento a qualquer momento. Fui também esclarecido(a) de que meu nome não será divulgado nos resultados da pesquisa sendo-me garantido total confidencialidade dos dados.

Rio Pardo de Minas, _____ de _____ de 2022.

Assinatura do Participante (estudante)

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE CAPTURA E USO DE IMAGEM

Eu _____, CPF _____,
RG _____, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem e/ou depoimento, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, o pesquisador *Égilo Teófilo Nascimento*, do projeto de pesquisa intitulado “UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA ALUNOS DO 3º ANO, PARA SE ABORDAR TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORANEA, INERENTES AO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM ENERGIA FOTOVOLTAICA” a realizar as fotos e filmagens que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes. Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e destes vídeos e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor do pesquisador da pesquisa, acima especificado, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto N.º 3.298/1999, alterado pelo Decreto N.º 5.296/2004).

Rio Pardo de Minas , _____ de _____ de 2022.

Égilo Teófilo Nascimento

Sujeito da Pesquisa (estudante)

APENDICE D - Questionário
ESCOLA ESTADUAL NORBERTO DE ALMEIDA ROCHA
TRANSFORMAÇÃO DA SOLAR EM ENERGIA FOTOVOLTAICA

Aluno(a): _____ Turma: _____ Professor: _____



1) Em sua comunidade, ou em regiões que frequenta, é comum o uso de energia fotovoltaica?

2) Já tiveram contato com uma placa fotovoltaica?

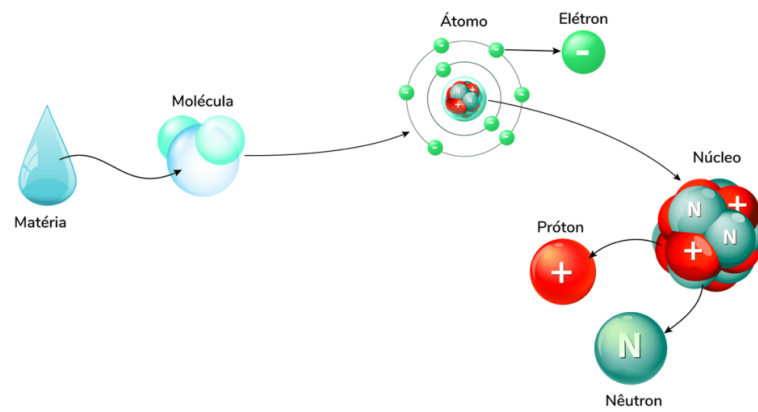
3) Qual a capacidade de geração destas placas?

4) As placas fotovoltaicas geram eletricidade mesmo em dias nublados?

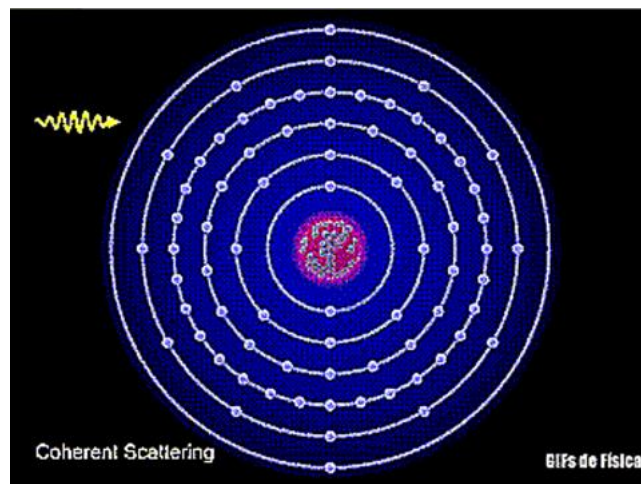
5) A intensidade da radiação solar tem influência na quantidade de energia elétrica gerada?

6) Você saberia explicar como ocorre a conversão da energia solar em energia elétrica em uma placa fotovoltaica?

Slides sobre Estrutura da Matéria



Efeito Fotoelétrico



APENDICE E
Roteiro para Simulação Sobre o Efeito Fotoelétrico-Simulador PhET

Para a realização da atividade siga os passos elencados a seguir e registre suas observações na tabela abaixo.

- 1 - Selecione o elemento que compõe a tabela a seguir;
- 2 – Regule a intensidade luminosa para 10%.
- 3 - Regule o comprimento de onda segundo a tabela a seguir e registre na coluna B (sim), caso haja emissão de elétrons, e (não) caso não sejam emitidos elétrons do material selecionado.
- 4 – Regule a intensidade luminosa para 90 %, e registre na coluna C o que ocorre com a quantidade de elétrons para aquele dado comprimento de onda selecionado no item 3. Utilize os termos: aumenta, diminui ou não altera.

A	B	C
Elemento Sódio	Ejeta Elétrons	Nº de Elétrons Ejetados
Comprimento de onda 600 nm		
Comprimento de onda 300 nm		
Comprimento de onda 100 nm		
Elemento Platina		
Comprimento de onda 600 nm		
Comprimento de onda 300 nm		
Comprimento de onda 100 nm		

Após realizar a manipulação, responda:

a) os elétrons são ejetados dos materiais a qualquer frequência? Explique.

b) A ejeção de elétrons depende somente da intensidade da luz que nele incide?

c) O que acontece quando se aumenta a frequência da luz incidente sob o material?

d) Todos os materiais possuem a mesma frequência mínima, para que consigam ejetar elétrons? Explique.

e) Mudando se a intensidade da luz que incide no material, o que se verifica em relação aos elétrons? Explique por que isso ocorre?

f) Uma luz com uma frequência maior, ejetará mais elétrons do que uma luz de menor frequência? Por que isso ocorre?

APENDICE F

Atividade sobre o Efeito Fotoelétrico

1) Faça um breve relato sobre a natureza da luz.

2) (UFRGS) O efeito fotoelétrico, isto é, a emissão de ____ por metais sob a ação da luz, é um experimento dentro de um contexto físico extremamente rico, incluindo a oportunidade de pensar sobre o funcionamento do equipamento que leva à evidência experimental relacionada com a emissão e a energia dessas partículas, bem como a oportunidade de entender a inadequacidade da visão clássica do fenômeno. Em 1905, ao analisar esse efeito, Einstein fez a suposição revolucionária de que a luz, até então considerada como um fenômeno ondulatório, poderia também ser concebida como constituída por conteúdos energéticos que obedecem a uma distribuição ____, os quanta de luz, mais tarde denominados ____ .

- a) fótons - contínua – fótons b) fótons - contínua – elétrons c)
elétrons - contínua - fótons
d) elétrons - discreta – elétrons e) elétrons - discreta - fótons

3) (UFRS-RS) Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do parágrafo abaixo. O ano de 1900 pode ser considerado o marco inicial de uma revolução ocorrida na Física do século XX. Naquele ano, Max Planck apresentou um artigo à Sociedade Alemã de Física, introduzindo a ideia da da energia, da qual Einstein se valeu para, em 1905, desenvolver sua teoria sobre o efeito fotoelétrico.

- a) conservação b) quantização c) transformação
d) conversão e) propagação

4) “Os objetos quânticos, como a luz ou os elétrons, se movem como se fossem ondas, mas colidem como se fossem partículas”. O texto refere-se:

- a) a conservação da energia b) ao princípio da incerteza
c) a dualidade onda-partícula d) ao princípio da incerteza
e) a conservação do momento angular

5) (ITA) Incide-se luz em um material fotoelétrico, e não se observa a emissão de elétrons. Para que ocorra a emissão de elétrons do mesmo material basta que aumente(m):

a) a intensidade da luz

b) a frequência da luz

c) o comprimento de onda da luz

d) a intensidade e a frequência da luz

e) a intensidade e o comprimento de onda da luz

6) Determinado feixe de luz que se propaga com uma frequência de $4,5 \times 10^{14}$ Hz incide sobre uma superfície metálica. Considerando a constante de Plank como $h = 4 \times 10^{-15}$ eV.s, determine:

a) a energia do fóton incidente sobre a placa.

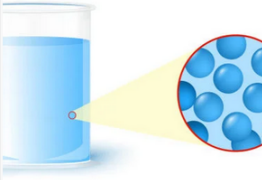
b) este feixe de luz, será capaz de ejetar elétrons da placa, sendo a função trabalho deste material de 2 eV?

7) A energia mínima necessária para liberar um elétron de um material por meio da incidência de luz, também chamada de função trabalho, é uma característica de cada material. Para o tungstênio, por exemplo, o valor dessa energia é de 4,58 eV. Para que ocorra o efeito fotoelétrico no tungstênio, qual deve ser a frequência da luz incidente? Considere $h = 4,1 \times 10^{-15}$ eV.s.

APENDICE G


1º Atividade Gamificada

1 A matéria é composta por moléculas, que são estruturadas por átomos. Verdadeiro ou falso 82%




<input checked="" type="checkbox"/> True	✓ <div style="width: 100px; height: 10px; background-color: green;"></div>	18
<input type="checkbox"/> False	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	2
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	2

2 Os principais constituintes dos átomos são: Quiz 91%



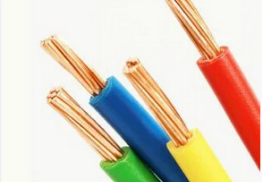
<input type="checkbox"/> somente por prótons	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> prótons, neutrons e elétrons	✓ <div style="width: 100px; height: 10px; background-color: green;"></div>	20
<input type="checkbox"/> somente elétrons	✗	0
<input type="checkbox"/> somente por neutrons	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	2

3 Os materiais condutores são aqueles que: Quiz 82%




<input type="checkbox"/> não conduzem eletricidade	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	1
<input type="checkbox"/> apresentam alta resistência elétrica	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> conduzem eletricidade	✓ <div style="width: 100px; height: 10px; background-color: green;"></div>	18
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	1
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	2

4 Os materiais condutores de eletricidade possuem poucos elétrons livre. Verdadeiro ou falso 64%




<input checked="" type="checkbox"/> True	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	6
<input type="checkbox"/> False	✓ <div style="width: 100px; height: 10px; background-color: green;"></div>	14
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	2

5 Os materiais semicondutores, apresentam resistência elétrica: Quiz 86%



<input type="checkbox"/> muito alta	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	1
<input checked="" type="checkbox"/> intermediária	✓ <div style="width: 100px; height: 10px; background-color: green;"></div>	19
<input type="checkbox"/> muito baixa	✗	0
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	2

6 Os condutores, semicondutores e isolantes são muito empregados nos eletroeletrônicos. A figur... Quiz 91%



<input type="checkbox"/> isolante elétrico	✓ <div style="width: 100px; height: 10px; background-color: green;"></div>	20
<input checked="" type="checkbox"/> semicondutor	✗	0
<input type="checkbox"/> condutor elétrico	✗	0
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red;"></div>	2

7 Nos condutores elétricos, os portadores de carga são chamados de: Quiz 77%



Movimento desordenado
Movimento ordenado
BATERIA

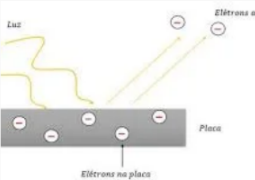
<input checked="" type="checkbox"/>	elétrons	✓	17
<input type="checkbox"/>	neutrons	✗	0
<input type="checkbox"/>	prótons	✗	1
<input type="checkbox"/>	prótons e nêutrons	✗	2
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

8 As placas solares, são formadas principalmente por materiais: Quiz 82%



<input type="checkbox"/>	isolantes	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	semicondutores	✓	18
<input type="checkbox"/>	condutores	✗	2
<input type="checkbox"/>	n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

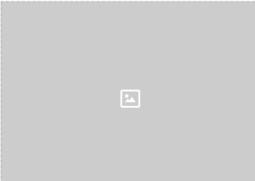
9 A emissão de elétrons por uma superfície metálica, após receber luz recebe o nome de: Quiz 82%



Luz
Elétrons ar
Placa
Elétrons na placa

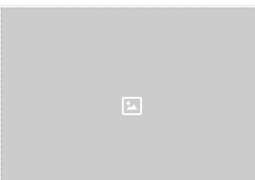
<input type="checkbox"/>	efeito hall	✗	0
<input type="checkbox"/>	polarizaçãp	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/>	efeito fotoelétrico	✓	18
<input type="checkbox"/>	eletrização	✗	1
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

10 O efeito fotoelétrico ocorre em todos os tipos de materiais, inclusive em plásticos, madeira, etc. Verdadeiro ou falso 77%



<input type="checkbox"/>	True	✗	3
<input checked="" type="checkbox"/>	False	✓	17
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

11 Aumentando se a intensidade luminosa sobre a placa metálica, a quantidade de elétrons ejetado... Quiz 86%




<input checked="" type="checkbox"/>	aumenta	✓	19
<input type="checkbox"/>	diminui	✗	0
<input type="checkbox"/>	não se altera	✗	1
<input type="checkbox"/>	n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

12 A frequência da luz, interfere na quantidade de elétrons ejetados da superfície metálica. Verdadeiro ou falso 18%



<input type="checkbox"/>	True	✗	16
<input checked="" type="checkbox"/>	False	✓	4
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

13 A frequência da luz, para se ejetar elétrons do material é a mesma para todos os tipos de mateis. Verdadeiro ou falso 86%

<input checked="" type="checkbox"/>	True	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/>	False	✓ 	19
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

14 O aumento da intensidade luminosa que atinge o metal provoca: Quiz 73%

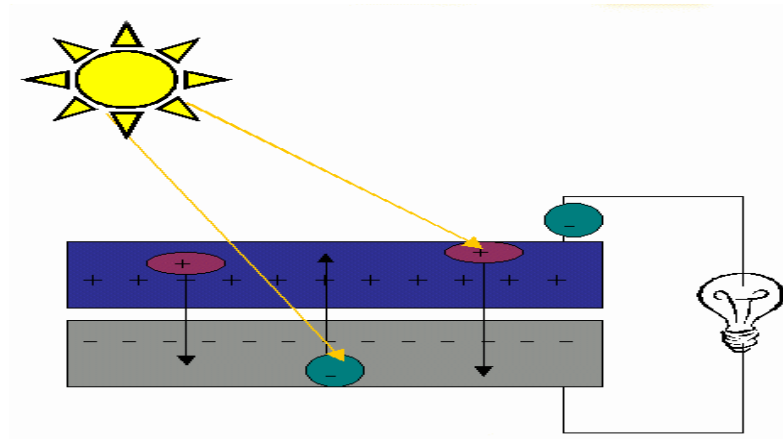
<input type="checkbox"/>	perda de energia dos elétrons	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	aumento do número de fótons	✓ 	16
<input type="checkbox"/>	diminuição do número de fótons	✗	0
<input type="checkbox"/>	aumento da energia dos elétrons	✗ 	4
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

15 O material semiconductor mais empregado na construção das placas solares é o: Quiz 86%



<input type="checkbox"/>	ferro	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	cobre	✗	0
<input type="checkbox"/>	aluminio	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	silicio	✓ 	19
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗ 	3


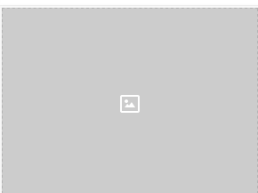
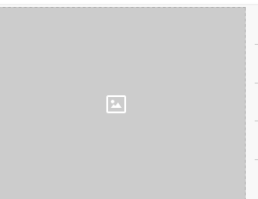


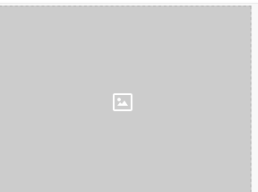
Efeito Fotovoltaico



Slides sobre o efeito fotovoltaico e o processo de dopagem do silício: [.EFEITO FOTOVOLTAICO.ppt](#)

APENDICE H

2º Atividade Gamificada

<p>1 Um material tem função trabalho igual a 2 eV. Fotons com energia de 1,5 eV, são capazes de gera...</p> 	<p>Verdadeiro ou falso</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> True ✗ • 1 <input checked="" type="checkbox"/> False ✓ 19 <input type="checkbox"/> Nenhuma resposta ✗ - 3 </p>	<p style="text-align: right;">83%</p>
<p>2 O efeito Fotovoltaico, assim como o efeito fotoelétrico, ocorre para todos os tipos de materiais.</p> 	<p>Verdadeiro ou falso</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> True ✗ 0 <input checked="" type="checkbox"/> False ✓ 20 <input type="checkbox"/> Nenhuma resposta ✗ - 3 </p>	<p style="text-align: right;">87%</p>
<p>3 O que é o efeito fotovoltaico ?</p> 	<p>Quiz</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> converte corrente CC em CA ✗ 0 <input checked="" type="checkbox"/> Transforma luz em ondas eletromagnéticas ✗ - 4 <input checked="" type="checkbox"/> Transforma ondas eletromagnéticas em calor ✗ 0 <input checked="" type="checkbox"/> criação de tensão elétrica ou de uma corrente elétrica em dado material ✓ 16 <input type="checkbox"/> Nenhuma resposta ✗ - 3 </p>	<p style="text-align: right;">70%</p>
<p>4 O efeito fotovoltaico ocorre para todas as frequencias da luz.</p> 	<p>Verdadeiro ou falso</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> True ✗ - 2 <input checked="" type="checkbox"/> False ✓ 18 <input type="checkbox"/> Nenhuma resposta ✗ - 3 </p>	<p style="text-align: right;">78%</p>
<p>5 No efeito fotovoltaico, o aumento da intensidade luminosa:</p> 	<p>Quiz</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> diminui a corrente elétrica ✗ 0 <input checked="" type="checkbox"/> aumenta a corrente elétrica ✓ 19 <input checked="" type="checkbox"/> não influencia a corrente elétrica gerada ✗ • 1 <input checked="" type="checkbox"/> n.d.a ✗ 0 <input type="checkbox"/> Nenhuma resposta ✗ - 3 </p>	<p style="text-align: right;">83%</p>
<p>6 Assim como ocorre no efeito fotoelétrico, no efeito fotovoltaico os elétrons são ejetados do mate...</p> 	<p>Verdadeiro ou falso</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> True ✗ - 3 <input checked="" type="checkbox"/> False ✓ 17 <input type="checkbox"/> Nenhuma resposta ✗ - 3 </p>	<p style="text-align: right;">74%</p>

7 Aumentando se a intensidade da luz sobre uma superfície, diminui se a quantidade de fótons qu... Verdadeiro ou falso 74%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✗ -	3
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	17
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

8 O efeito fotovoltaico está associado a: Quiz 83%

<input checked="" type="checkbox"/> conversão da energia solar em energia elétrica	✓	19
<input checked="" type="checkbox"/> emissão de elétrons da superfície metálica	✗ -	1
<input type="checkbox"/> absorção de elétrons pela superfície metálica	✗ -	0
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗ -	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

9 No efeito fotovoltaico, o movimento do elétron se dá através da banda de valência para a banda ... Verdadeiro ou falso 52%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✓	12
<input checked="" type="checkbox"/> False	✗ -	8
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

10 A figura a seguir representa: Quiz 70%



<input checked="" type="checkbox"/> o efeito fotoelétrico	✗ -	3
<input checked="" type="checkbox"/> a estrutura de uma célula solar	✓	16
<input type="checkbox"/> a estrutura do átomo	✗ -	1
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗ -	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3


11 A dopagem do silício (adição de impurezas químicas a um elemento semiconductor), consiste em: Quiz 70%

<input checked="" type="checkbox"/> eletrizar o metal	✗ -	0
<input checked="" type="checkbox"/> introduzir prótons no metal	✗ -	2
<input type="checkbox"/> arrancar prótons do metal	✗ -	2
<input checked="" type="checkbox"/> transformá-lo num elemento com maior potencial de condução	✓	16
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

12 O efeito fotovoltaico e o efeito fotoelétrico possuem as mesmas característica. Verdadeiro ou falso 78%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✗ -	2
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	18
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

13 Em dias nublados há uma grande quantidade de fotons incidindo nas placas solares potencializa... Verdadeiro ou falso 78%



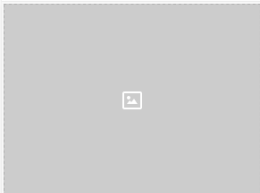
<input checked="" type="checkbox"/> True	✗	2
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	18
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

14 Os painéis solares são formados principalmente por: Quiz 83%



<input type="checkbox"/> condutores	✗	1
<input type="checkbox"/> isolantes	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> semicondutores	✓	19
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

15 No efeito fotovoltaico, o foton transfere energia para o elétron que passa a ocupar níveis de ener... Quiz 74%

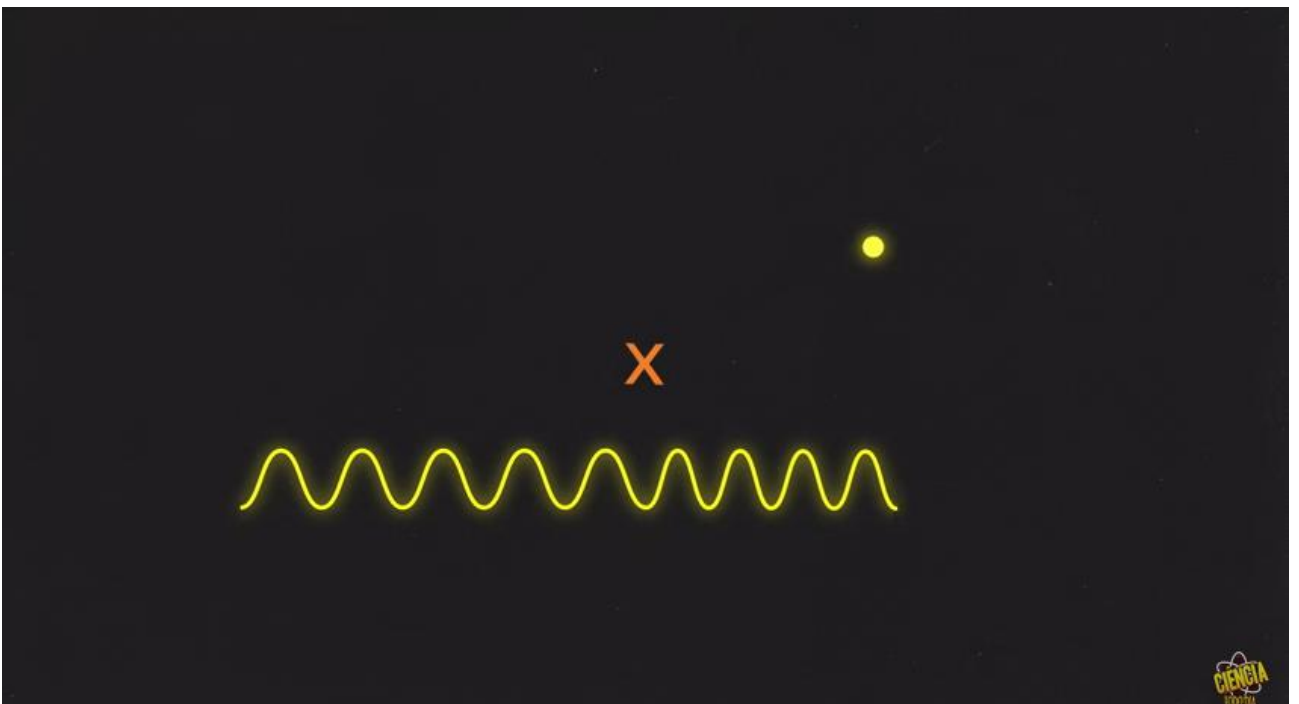


<input type="checkbox"/> Na região N da junção PN	✓	17
<input type="checkbox"/> Na região P da junção PN	✗	0
<input type="checkbox"/> Externamente a junção PN	✗	0
<input type="checkbox"/> No aparelho ligado a junção PN	✗	3
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

9 ANEXOS

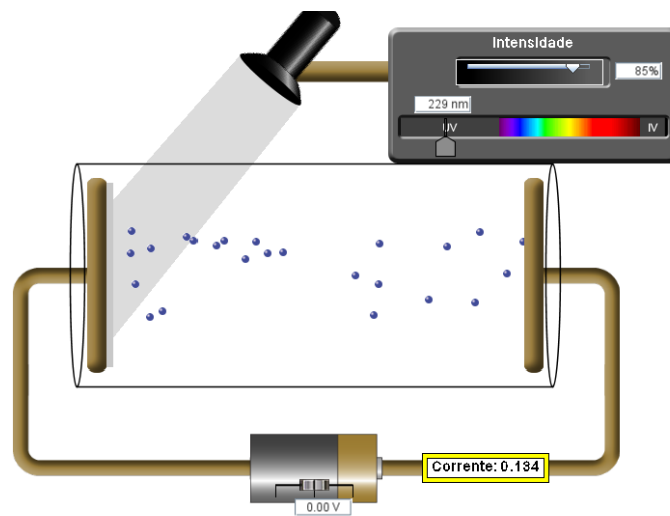


Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ATDqpG8RBqQ>. Acesso em 10/10/2022.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=7K04QZQ1jsU>. Acesso em 10/10/2022.

Simulador Phet



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/photoelectric. Acesso em 11/10/2022.

Plataforma Kahoot

Engage your professional audience with Kahoot! 360

It's easy to make work awesome! Join millions of professionals using Kahoot! 360 for engaging interactive presentations, training, and events.

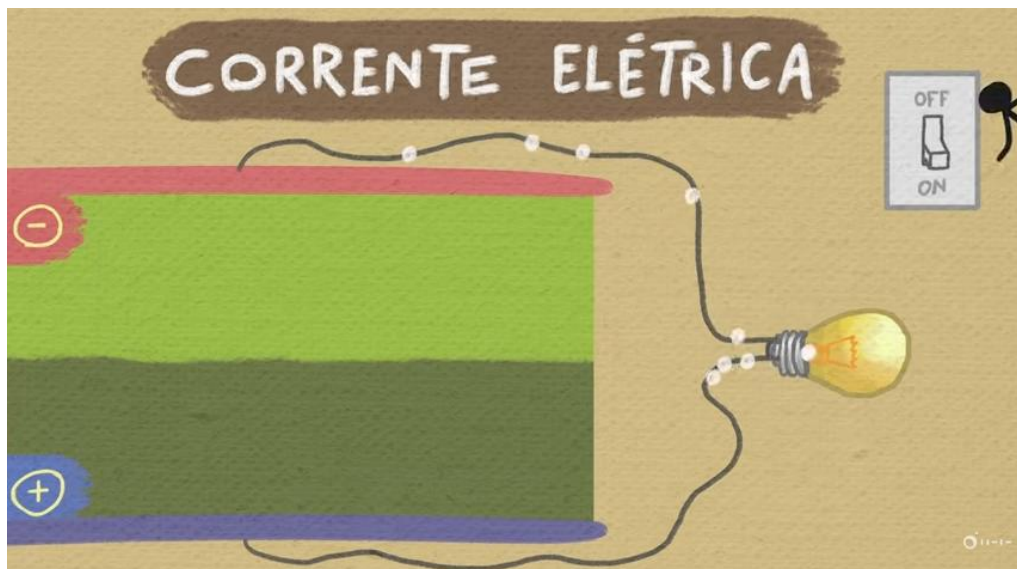
Save over 35% today with offers starting from \$24/month.

[Buy now](#)

In what ways can we improve?

- Upskilling
- KPIs
- Workshops
- Feedback
- Culture
- Events

Fonte: <https://kahoot.com/>. Acesso em 15/10/2022.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=TCQhdAHOSIk>. Acesso em 15/10/2022.

10 PRODUTO EDUCACIONAL



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



C A P E S

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA-UESB

ÉGILO TEÓFILO NASCIMENTO

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA COM ABORDAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA, INERENTES AO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM FOTOVOLTAICA.

VITORIA DA CONQUISTA-BA
2023

ÉGILO TEÓFILO NASCIMENTO

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA COM ABORDAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA, INERENTES AO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM FOTOVOLTAICA.

**VITORIA DA CONQUISTA-BA
2023**

INTRODUÇÃO

Neste trabalho é proposta uma unidade de ensino potencialmente significativa para alunos do 3º ano do ensino médio para se abordar tópicos de física moderna e contemporânea, inerentes ao processo de transformação da energia solar em energia fotovoltaica.

Os conteúdos relacionados a FMC, ainda são pouco abordados nos livros didáticos recebidos pelas escolas, e menos ainda trabalhados pelos professores em sala de aula. Com o intuito também de difundir a abordagem de tópicos daquela natureza no ensino médio, é proposto aqui o estudo de tópicos de física moderna pautados nos pressupostos de Marcos Antônio Moreira.

Durante o desenvolvimento das aulas, procuramos abordar o conteúdo de maneira a contextualizar se com o cotidiano e também a vivência dos alunos, lançando mão de recursos que despertassem o interesse dos alunos pelos temas abordados, como apresentação de experimentos, aula de campo, simulações e também através de atividades gamificadas fugindo um pouco do método tradicionalista de ensino aprendizagem.

Sequência Didática

1º MOMENTO: Levantamento do conhecimento prévio dos alunos.

Duração: 1 aula

Objetivos:

- Apresentar a proposta da sequência didática.
- Identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema que se pretende abordar.

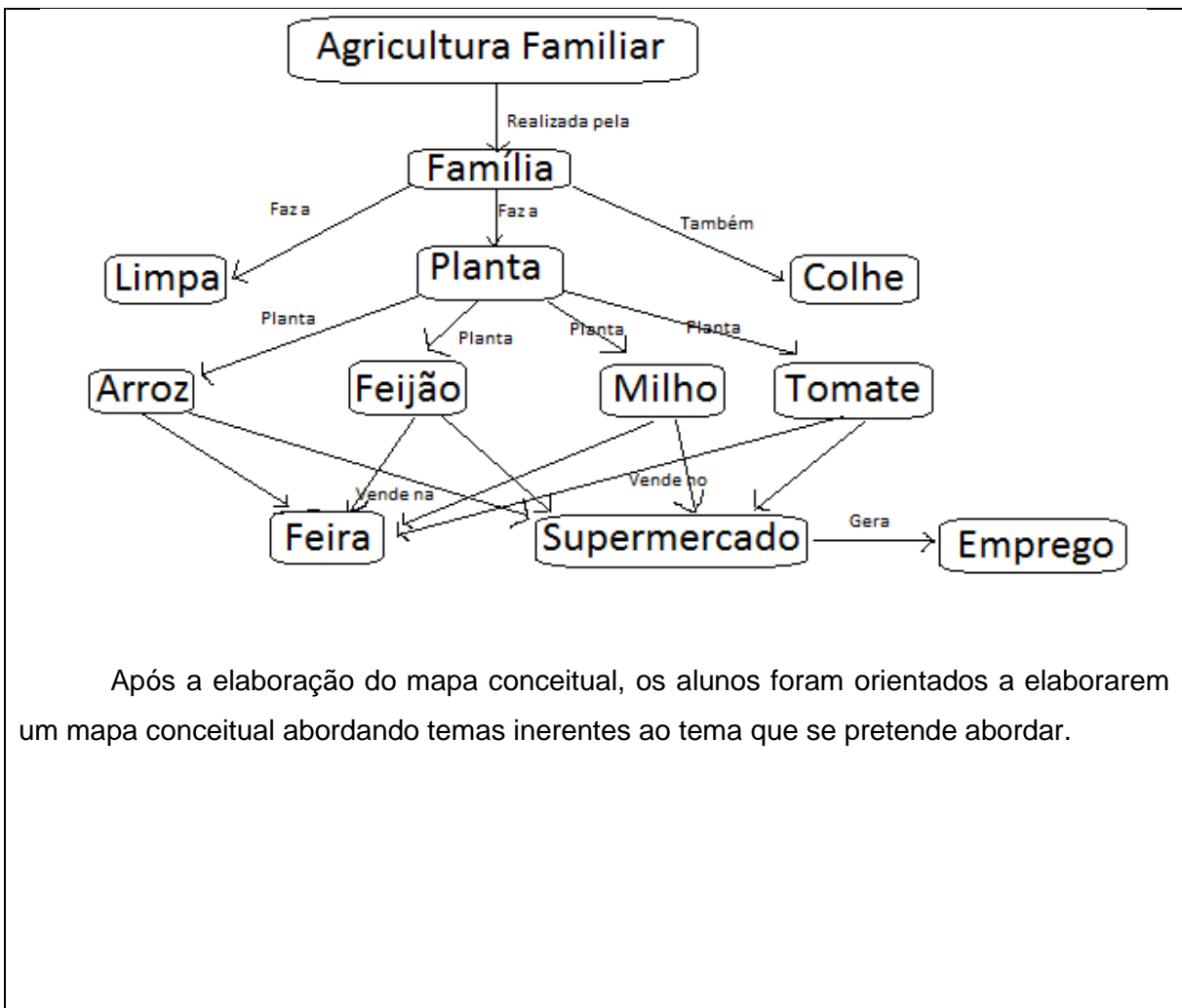
Método:

- Apresentar a proposta de ensino.
- Elaboração de mapas mentais.

Metodologia:

Inicialmente foi apresentada a proposta da sequência didática, sobre a transformação da energia solar em energia fotovoltaica, estabelecendo a sua duração, objetivos e também os motivos pelos quais ela será implementada.

Posteriormente foi apresentada aos alunos a forma estrutural de um mapa conceitual e também os passos para a elaboração do mesmo. Em seguida foi elaborado um mapa conceitual pelo professor, juntamente com os alunos com o tema: agricultura familiar. Este tema foi escolhido pelo fato dos alunos residirem no meio rural, o que facilitará a exposição de suas ideias e compreensão, de como elaborar um mapa conceitual.



2º MOMENTO: Organizadores Prévios

Duração: 1 aula

Objetivos: Despertar o interesse e curiosidade para o tema a ser abordado.

Método:

- Visita a mini usina fotovoltaica;
- Aplicação de questionário.

Metodologia:

Neste momento os alunos responderão a um questionário que procurou levantar questões sobre o conhecimento que possuíam sobre os painéis fotovoltaicos de maneira mais abrangente, de modo que nas aulas subsequentes pudesse ir sendo especificado.

**ESCOLA ESTADUAL NORBERTO DE ALMEIDA ROCHA
TRANSFORMAÇÃO DA SOLAR EM ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Aluno(a): _____ Turma: _____ Professor: _____



- 1) Em sua comunidade, ou em regiões que frequenta, é comum o uso de energia fotovoltaica?
- 2) Já tiveram contato com uma placa fotovoltaica?
- 3) Qual a capacidade de geração destas placas?
- 4) As placas fotovoltaicas geram eletricidade mesmo em dias nublados?
- 5) A intensidade da radiação solar tem influência na quantidade de energia elétrica gerada?
- 6) Você saberia explicar como ocorre a conversão da energia solar em energia elétrica em uma placa fotovoltaica?

Após responderem ao questionário, os alunos foram conduzidos até a mini usina fotovoltaica, que fica próxima a escola para que pudessem ver ainda mais de perto todo aquele aparato.

3º MOMENTO: Apresentação do Conteúdo a ser aprendido de maneira mais geral e inclusiva de modo a promover a diferenciação progressiva.

Duração: 2 aulas

Objetivos:

- Mostrar as características da luz;
- Abordar os conceitos sobre a estrutura da matéria e suas propriedades condutoras.

Método:

- Apresentação de vídeos.
- Debate sobre os vídeos apresentados;
- Aula expositiva dialogada.

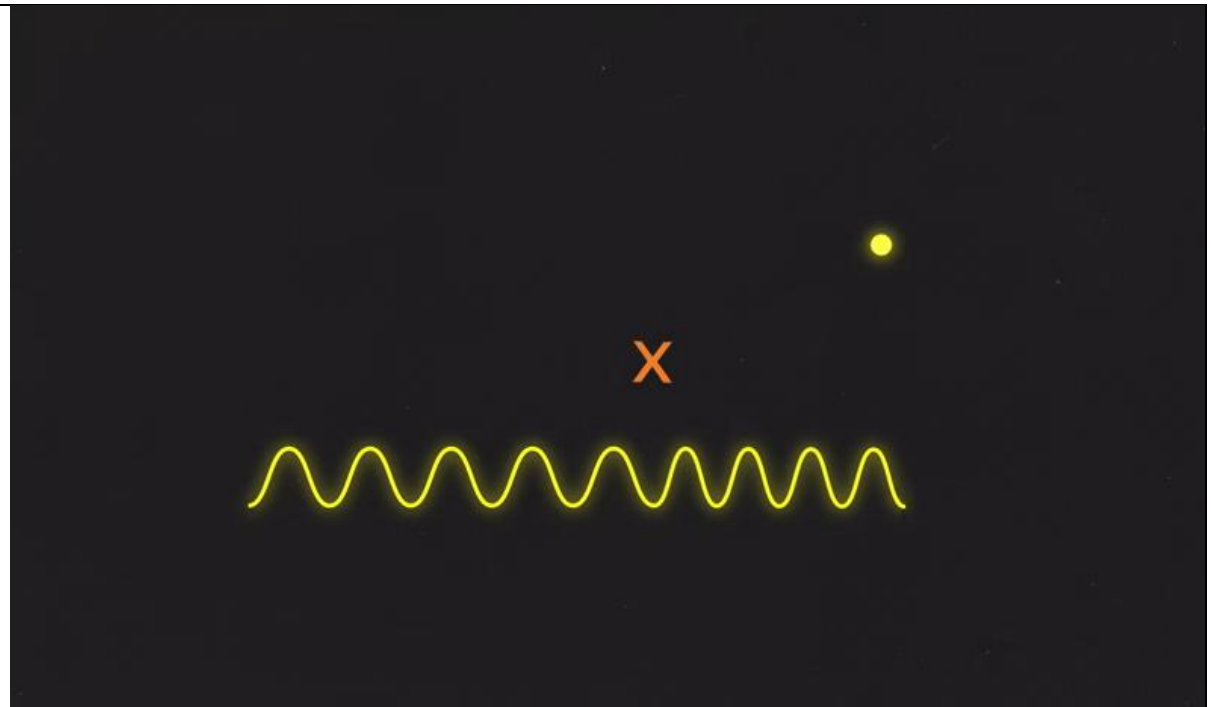
Metodologia:

Inicialmente foi apresentado um vídeo que retrata o comportamento dos diferentes tipos de ondas e também sobre como se ocorre a emissão da luz.



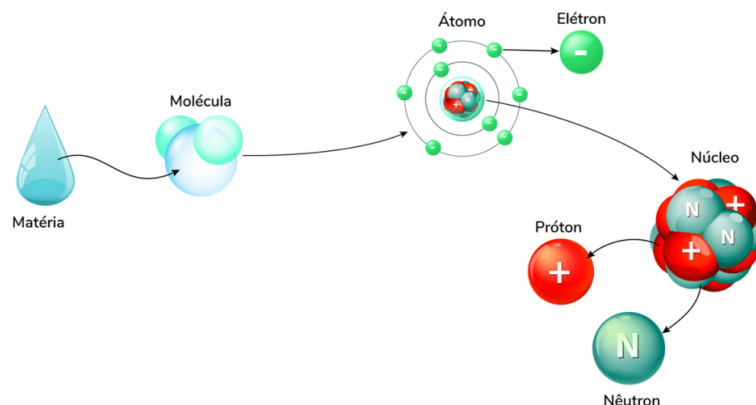
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ATDqpG8RBgQ>. Acesso em 10/10/2022.

Após a apresentação e debate, o professor apresenta um outro vídeo que retrata um pouco da historicidade da luz, e que traz agora também um pouco do aspecto corpuscular da luz.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=7K04QZQ1jsU>. Acesso em 10/10/2022.

Após a apresentação dos vídeos o professor irá falar sobre a estrutura da matéria abordando as propriedades dos materiais condutores, isolantes e semicondutores. Durante a abordagem da aula foram utilizados slides para apresentação do conteúdo.



Fonte: <https://www.google.com.br/> Atomo: o que é, estrutura, modelos atômicos – Manual da Química. Acesso em 08/10/2022.

Slides utilizados: [..ESTRUTURA DA MATÉRIA.pptx](#)

4º MOMENTO: Apresentação do Conteúdo em Nível mais elevado.

Duração: 1 aula

Objetivos:

- Apresentar os conceitos inerentes ao Efeito Fotoelétrico;
- Realizar Simulação utilizando o simulador Phet, sobre o Fotoelétrico.

Método:

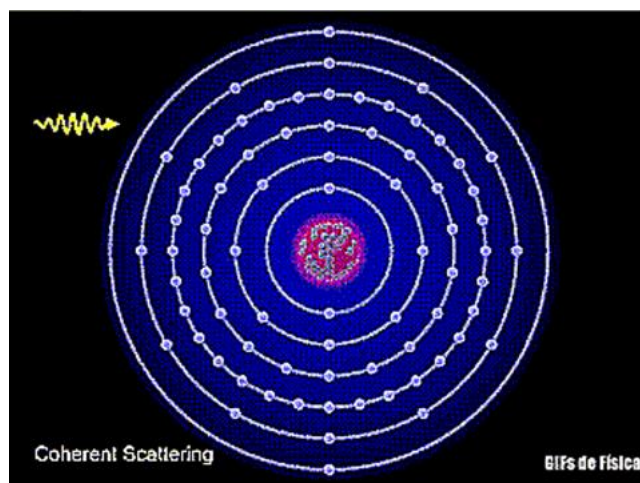
- Utilização de Slides;
- Utilização da Plataforma Phet.

Metodologia:

Neste momento, procurou-se apresentar o conteúdo de forma mais específica, retomando os conceitos anteriormente estudados, com o intuito de promover a diferenciação progressiva dos mesmos.

Nesta etapa, procuramos retomar os conceitos de uma forma mais dinâmica, fazendo se o uso slides para a apresentação do conteúdo através de aulas expositivas e dialogadas, simulações através da plataforma PHEt, e também aplicação de questionários impressos.

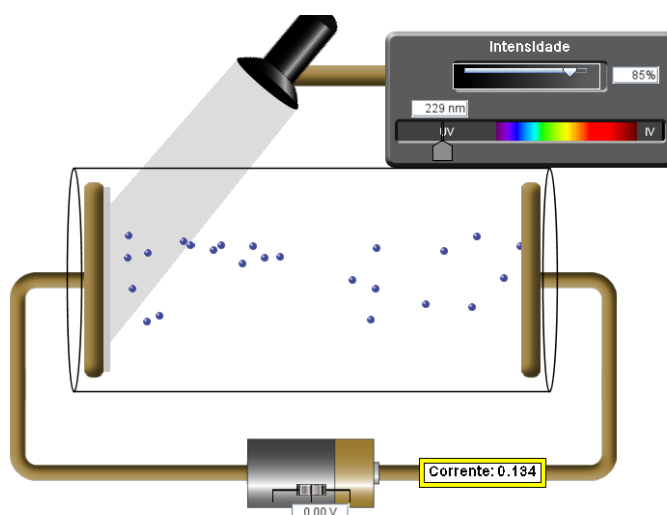
Efeito Fotoelétrico



Fonte: <https://www.google.com.br/Guiffs Efeito Fotoelétrico>. Acesso em 09/10/2022.

Slides sobre o Efeito Fotoelétrico: [..\EFEITO FOTOELÉTRICO.pptx](#)

Simulador Phet



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/photoelectric. Acesso em 11/10/2022.

ROTEIRO PARA SIMULAÇÃO

Para a realização da atividade siga os passos elencados a seguir e registre suas observações na tabela abaixo.

1 - Selecione o elemento que compõe a tabela a seguir;

2 – Regule a intensidade luminosa para 10%.

3 - Regule o comprimento de onda segundo a tabela a seguir e registre na coluna B (sim), caso haja emissão de elétrons, e (não) caso não sejam emitidos elétrons do material selecionado.

4 – Regule a intensidade luminosa para 90 %, e registre na coluna C o que ocorre com a quantidade de elétrons para aquele dado comprimento de onda selecionado no item 3. Utilize os termos: aumenta, diminui ou não altera.

A	B	C
Elemento Sódio	Ejeta Elétrons	Nº de Elétrons Ejetados
Comprimento de onda 600 nm		
Comprimento de onda 300 nm		
Comprimento de onda 100 nm		
Elemento Platina		
Comprimento de onda 600 nm		
Comprimento de onda 300 nm		
Comprimento de onda 100 nm		

Após realizar a manipulação, responda:

a) os elétrons são ejetados dos materiais a qualquer frequência? Explique.

b) A ejeção de elétrons depende somente da intensidade da luz que nele incide?

c) O que acontece quando se aumenta a frequência da luz incidente sob o material?

d) Todos os materiais possuem a mesma frequência mínima, para que consigam ejetar elétrons? Explique.

e) Mudando se a intensidade da luz que incide no material, o que se verifica em relação aos elétrons? Explique por que isso ocorre?

f) Uma luz com uma frequência maior, ejetará mais elétrons do que uma luz de menor frequência? Por que isso ocorre?

5º MOMENTO: Avaliação Formativa

Duração: 1 aula

Objetivos:

-Avaliar o progresso dos alunos sobre os tópicos abordados durante as aulas.

Método:

- Aplicação de atividades impressas;
- Realização de atividades gamificadas.

Metodologia:

Foram propostas duas atividades. Uma atividade impressa sobre os tópicos abordados durante as aulas, e após a resolução da atividade impressa, foi proposto uma atividade gamificada utilizando a plataforma Kahoot.

Atividade Impressa

1) Faça um breve relato sobre a natureza da luz.

2) (UFRGS) O efeito fotoelétrico, isto é, a emissão de ____ por metais sob a ação da luz, é um experimento dentro de um contexto físico extremamente rico, incluindo a oportunidade de pensar sobre o funcionamento do equipamento que leva à evidência experimental relacionada com a emissão e a energia dessas partículas, bem como a oportunidade de entender a inadequacidade da visão clássica do fenômeno. Em 1905, ao analisar esse efeito, Einstein fez a suposição revolucionária de que a luz, até então considerada como um fenômeno ondulatório, poderia

também ser concebida como constituída por conteúdos energéticos que obedecem a uma distribuição _____, os quanta de luz, mais tarde denominados _____.

- a) fótons - contínua – fótons
- b) fótons - contínua – elétrons
- c) elétrons - contínua – fótons
- d) elétrons - discreta – elétrons
- e) elétrons - discreta – fótons

3) (UFRS-RS) Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do parágrafo abaixo. O ano de 1900 pode ser considerado o marco inicial de uma revolução ocorrida na Física do século XX. Naquele ano, Max Planck apresentou um artigo à Sociedade Alemã de Física, introduzindo a idéia da da energia, da qual Einstein se valeu para, em 1905, desenvolver sua teoria sobre o efeito fotoelétrico.

- a) conservação
- b) quantização
- c) transformação
- d) conversão
- e) propagação

4) “Os objetos quânticos, como a luz ou os elétrons, se movem como se fossem ondas, mas colidem como se fossem partículas”. O texto refere-se:

- a) a conservação da energia
- b) ao princípio da incerteza
- c) a dualidade onda-partícula
- d) ao princípio da incerteza
- e) a conservação do momento angular

5) (ITA) Incide-se luz em um material fotoelétrico, e não se observa a emissão de elétrons. Para que ocorra a emissão de elétrons do mesmo material basta que aumente(m):

- a) a intensidade da luz
- b) a frequência da luz
- c) o comprimento de onda da luz
- d) a intensidade e a frequência da luz
- e) a intensidade e o comprimento de onda da luz

6) Determinado feixe de luz que se propaga com uma frequência de $4,5 \times 10^{14}$ Hz incide sobre uma superfície metálica. Considerando a constante de Plank como $h = 4 \times 10^{-15}$ eV.s, determine:

a) a energia do fóton incidente sobre a placa.

b) este feixe de luz, será capaz de ejetar elétrons da placa, sendo a função trabalho deste material de 2 eV?

7) A energia mínima necessária para liberar um elétron de um material por meio da incidência de luz, também chamada de função trabalho, é uma característica de cada material. Para o tungstênio, por exemplo, o valor dessa energia é de 4,58 eV. Para que ocorra o efeito fotoelétrico no tungstênio, qual deve ser a frequência da luz incidente? Considere $h = 4,1 \times 10^{-15}$ eV.s.

Plataforma Kahoot



Engage your professional audience with Kahoot! 360

It's easy to make work awesome! Join millions of professionals using Kahoot! 360 for engaging interactive presentations, training, and events.

Save over 35% today with offers starting from \$24/month.

[Buy now](#)

In what ways can we improve?

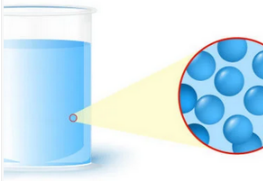
- Upskilling
- KPIs
- Workshops
- Feedback
- Culture
- Events

The advertisement features a woman in a black top and glasses standing behind a podium with a laptop, smiling. The background is a vibrant blue and yellow graphic with various business-related terms in colorful boxes.

Fonte: <https://kahoot.com/>. Acesso em 15/10/2022.

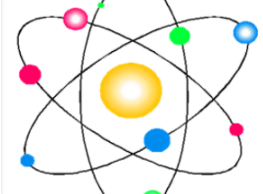
1º Atividade Gamificada

1 A matéria é composta por moléculas, que são estruturadas por átomos. Verdadeiro ou falso 82%




<input checked="" type="checkbox"/> True	✓	18
<input checked="" type="checkbox"/> False	✗	2
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	2

2 Os principais constituintes dos átomos são: Quiz 91%




<input checked="" type="checkbox"/> somente por prótons	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> prótons, neutrons e elétrons	✓	20
<input type="checkbox"/> somente elétrons	✗	0
<input type="checkbox"/> somente por neutrons	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	2

3 Os materiais condutores são aqueles que: Quiz 82%




<input checked="" type="checkbox"/> não conduzem eletricidade	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/> apresentam alta resistência elétrica	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> conduzem eletricidade	✓	18
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗	1
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	2

4 Os materiais condutores de eletricidade possuem poucos elétrons livre. Verdadeiro ou falso 64%




<input checked="" type="checkbox"/> True	✗	6
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	14
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	2

5 Os materiais semicondutores, apresentam resistência elétrica: Quiz 86%



<input checked="" type="checkbox"/> muito alta	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/> intermediária	✓	19
<input type="checkbox"/> muito baixa	✗	0
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	2

6 Os condutores, semicondutores e isolantes são muito empregados nos eletroeletrônicos. A figur... Quiz 91%



<input checked="" type="checkbox"/> isolante elétrico	✓	20
<input checked="" type="checkbox"/> semicondutor	✗	0
<input type="checkbox"/> condutor elétrico	✗	0
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	2

7 Nos condutores elétricos, os portadores de carga são chamados de: Quiz 77%



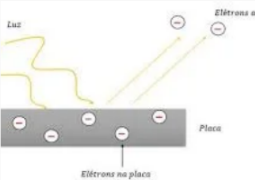
<input checked="" type="checkbox"/> elétrons	✓ 	17
<input type="checkbox"/> neutrons	✗	0
<input type="checkbox"/> prótons	✗ •	1
<input type="checkbox"/> prótons e nêutrons	✗ •	2
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ •	2

8 As placas solares, são formadas principalmente por materiais: Quiz 82%



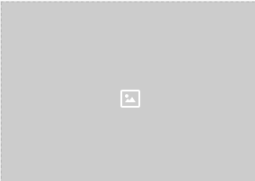
<input type="checkbox"/> isolantes	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> semicondutores	✓ 	18
<input type="checkbox"/> condutores	✗ •	2
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ •	2

9 A emissão de elétrons por uma superfície metálica, após receber luz recebe o nome de: Quiz 82%



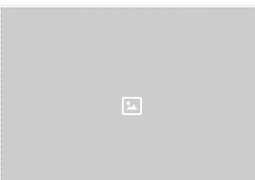
<input type="checkbox"/> efeito hall	✗	0
<input type="checkbox"/> polarizaçãp	✗ •	1
<input checked="" type="checkbox"/> efeito fotoelétrico	✓ 	18
<input type="checkbox"/> eletrização	✗ •	1
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ •	2

10 O efeito fotoelétrico ocorre em todos os tipos de materiais, inclusive em plásticos, madeira, etc. Verdadeiro ou falso 77%



<input type="checkbox"/> True	✗ •	3
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓ 	17
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ •	2

11 Aumentando se a intensidade luminosa sobre a placa metálica, a quantidade de elétrons ejetado... Quiz 86%



<input checked="" type="checkbox"/> aumenta	✓ 	19
<input type="checkbox"/> diminui	✗	0
<input type="checkbox"/> não se altera	✗ •	1
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ •	2

12 A frequência da luz, interfere na quantidade de elétrons ejetados da superfície metálica. Verdadeiro ou falso 18%



<input type="checkbox"/> True	✗ 	16
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓ 	4
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ •	2

13 A frequência da luz, para se ejetar elétrons do material é a mesma para todos os tipos de mateis. Verdadeiro ou falso 86%

<input checked="" type="checkbox"/>	True	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/>	False	✓	19
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

14 O aumento da intensidade luminosa que atinge o metal provoca: Quiz 73%

<input type="checkbox"/>	perda de energia dos elétrons	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	aumento do número de fótons	✓	16
<input type="checkbox"/>	diminuição do número de fótons	✗	0
<input type="checkbox"/>	aumento da energia dos elétrons	✗	4
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	2

15 O material semiconductor mais empregado na construção das placas solares é o: Quiz 86%



<input type="checkbox"/>	ferro	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	cobre	✗	0
<input type="checkbox"/>	aluminio	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	silicio	✓	19
<input type="checkbox"/>	Nenhuma resposta	✗	3

6º MOMENTO: Processo de Reconciliação Integradora.

Duração: 3 aulas

Objetivos:

- Abordar o efeito Fotovoltaico;
- Apresentar o processo de dopagem do Silício.

Método:

- Apresentação de experimento;
- Apresentação de vídeo;
- Aula expositiva.
- Atividade gamificada.

Metodologia:

Nesta aula será apresentado uma aparato experimental que demonstre o efeito fotovoltaico.

O experimento consiste em um mini sistema de bombeamento de água, comumente utilizado nas localidades atendidas pela escola. Em sua montagem foram utilizados uma mini placa solar de 9 V, isopor , um mini motor elétrico, tampas de refrigerantes para se montar a mini bomba e também suco artificial para tingir a água e evidenciar o processo. Foi utilizado também uma mini placa solar construída com Leds de alto brilho e um multímetro para se medir a voltagem gerada pelas placas quando a luz não incidia diretamente sobre elas.

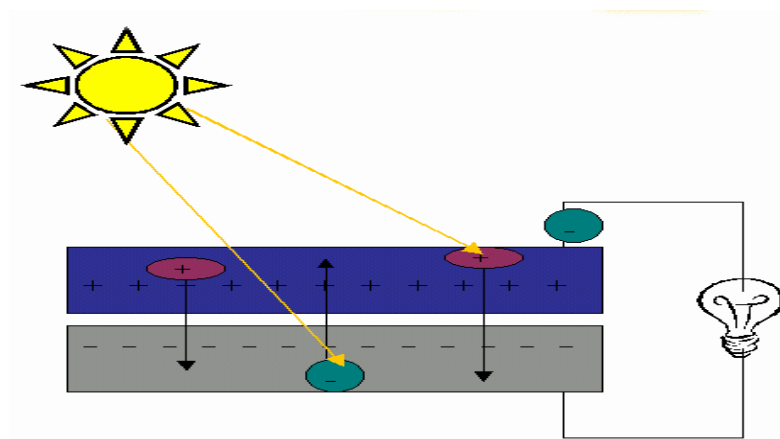


Após a apresentação do experimento, os alunos retornaram para a sala de aula, onde foi feito um debate sobre a apresentação do experimento.

Posteriormente, a aula teve continuidade através de aula expositiva e dialogada sobre os conceitos inerentes ao efeito fotovoltaico com a apresentação de slides, onde foi

retomado os conceitos vistos nas aulas anteriores objetivando se estabelecer a reconciliação integrativa de conceitos.

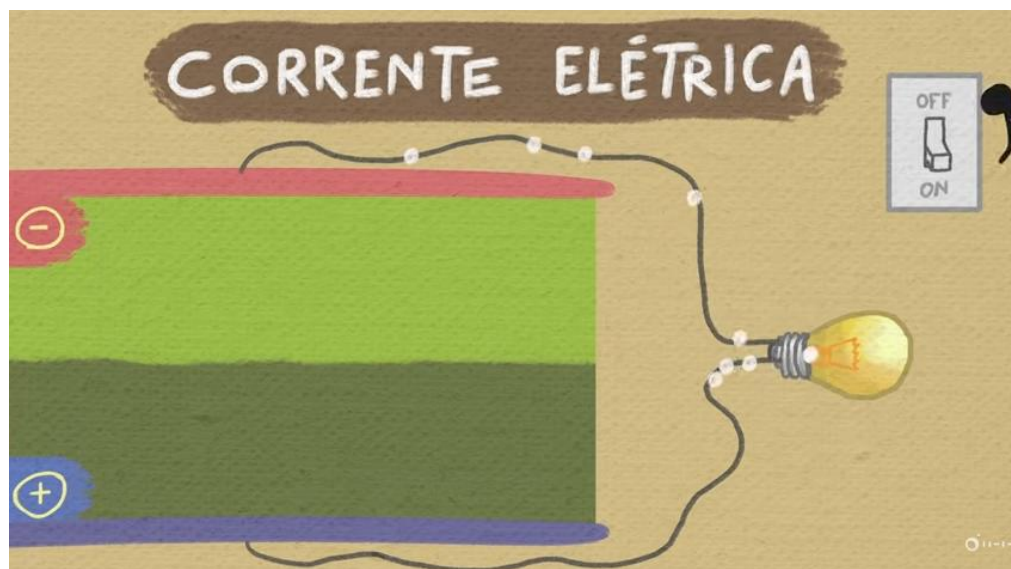
Efeito Fotovoltaico



Slides sobre o efeito fotovoltaico e o processo de dopagem do silício: [..EFEITO FOTOVOLTAICO.ppt](#)

Logo em seguida foi apresentado um vídeo ilustrativo sobre o funcionamento das células fotovoltaicas.

Vídeo Sobre Efeito Fotovoltaico



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=TCQhdAHOSIk>. Acesso em 15/10/2022.

Ao término da exposição do conteúdo, os alunos fizeram uma nova atividade gamificada, utilizando a plataforma kahoot, abordando conceitos estudados anteriormente sobre o efeito fotoelétrico e também o efeito fotovoltaico.

Um anúncio para a Kahoot! 360. O fundo é azul escuro. À esquerda, o texto "Engage your professional audience with Kahoot! 360" está em branco. Abaixo, em menor fonte, lê-se: "It's easy to make work awesome! Join millions of professionals using Kahoot! 360 for engaging interactive presentations, training, and events." e "Save over 35% today with offers starting from \$24/month." Um botão verde "Buy now" está na base. À direita, uma mulher com óculos e um sorriso está em um pódio, apresentando um slide de uma apresentação. O slide tem o título "In what ways can we improve?" e contém vários blocos de texto coloridos: "Upskilling" (verde), "KPIs" (vermelho), "Workshops" (azul), "Feedback" (vermelho), "Culture" (verde) e "Events" (azul).

Fonte: <https://kahoot.com/>. Acesso em 15/10/2022.

2º Atividade Gamificada

1 Um material tem função trabalho igual a 2 eV. Ftons com energia de 1,5 eV, são capazes de gera... Verdadeiro ou falso 83%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	19
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

2 O efeito Fotovoltaico, assim como o efeito fotoelétrico, ocorre para todos os tipos de materiais. Verdadeiro ou falso 87%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	20
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

3 O que é o efeito fotovoltaico ? Quiz 70%

<input checked="" type="checkbox"/> converte corrente CC em CA	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> Transforma luz em ondas eletromagnéticas	✗	4
<input checked="" type="checkbox"/> Transforma ondas eletromagnéticas em calor	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> criação de tensão elétrica ou de uma corrente elétrica em dado material	✓	16
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

4 O efeito fotovoltaico ocorre para todas as frequencias da luz. Verdadeiro ou falso 78%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✗	2
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	18
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3



5 No efeito fotovoltaico, o aumento da intensidade luminosa: Quiz 83%

<input checked="" type="checkbox"/> diminui a corrente elétrica	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> aumenta a corrente elétrica	✓	19
<input checked="" type="checkbox"/> não influencia a corrente eletrica gerada	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/> n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3



6 Assim como ocorre no efeito fotoelétrico, no efeito fotovoltaico os elétrons são ejetados do mate... Verdadeiro ou falso 74%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✗	3
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	17
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

7 Aumentando se a intensidade da luz sobre uma superfície, diminuí se a quantidade de fótons qu... Verdadeiro ou falso 74%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✗ -	3
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	17
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

8 O efeito fotovoltaico está associado a: Quiz 83%

<input checked="" type="checkbox"/> conversão da energia solar em energia elétrica	✓	19
<input checked="" type="checkbox"/> emissão de elétrons da superfície metálica	✗ -	1
<input type="checkbox"/> absorção de elétrons pela superfície metálica	✗ -	0
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗ -	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

9 No efeito fotovoltaico, o movimento do elétron se dá através da banda de valência para a banda ... Verdadeiro ou falso 52%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✓	12
<input checked="" type="checkbox"/> False	✗ -	8
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

10 A figura a seguir representa: Quiz 70%



<input checked="" type="checkbox"/> o efeito fotoelétrico	✗ -	3
<input checked="" type="checkbox"/> a estrutura de uma célula solar	✓	16
<input type="checkbox"/> a estrutura do átomo	✗ -	1
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗ -	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3


11 A dopagem do silício (adição de impurezas químicas a um elemento semiconductor), consiste em: Quiz 70%

<input checked="" type="checkbox"/> eletrizar o metal	✗ -	0
<input checked="" type="checkbox"/> introduzir prótons no metal	✗ -	2
<input type="checkbox"/> arrancar prótons do metal	✗ -	2
<input checked="" type="checkbox"/> transformá-lo num elemento com maior potencial de condução	✓	16
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

12 O efeito fotovoltaico e o efeito fotoelétrico possuem as mesmas característica. Verdadeiro ou falso 78%

<input checked="" type="checkbox"/> True	✗ -	2
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	18
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗ -	3

13 Em dias nublados há uma grande quantidade de fotons incidindo nas placas solares potencializa... Verdadeiro ou falso 78%



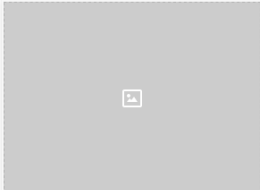
<input checked="" type="checkbox"/> True	✗	2
<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	18
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

14 Os painéis solares são formados principalmente por: Quiz 83%



<input type="checkbox"/> condutores	✗	1
<input type="checkbox"/> isolantes	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/> semicondutores	✓	19
<input type="checkbox"/> n.d.a	✗	0
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

15 No efeito fotovoltaico, o foton transfere energia para o elétron que passa a ocupar níveis de ener... Quiz 74%



<input checked="" type="checkbox"/> Na região N da junção PN	✓	17
<input type="checkbox"/> Na região P da junção PN	✗	0
<input type="checkbox"/> Externamente a junção PN	✗	0
<input type="checkbox"/> No aparelho ligado a junção PN	✗	3
<input type="checkbox"/> Nenhuma resposta	✗	3

7º MOMENTO: Avaliação da Aprendizagem durante a aplicação da UEPS.

Duração: 1 aula

Objetivos:

- Estimular a criação de mapas conceituais;
- Avaliar a aprendizagem dos conceitos apresentados durante a sequência.

Método:

-Criação de Mapas Conceituais sobre a “Transformação da Energia Solar em Energia Fotovoltaica”.

Metodologia:

Nesta última etapa da UEPS, os alunos irão elaborar um mapa conceitual sobre a transformação da energia solar em energia fotovoltaica nas células solares a fim de que se possa averiguar a assimilação dos tópicos abordados durante as aulas, evidenciando o processo de aprendizagem significativa. A elaboração do mapa foi feita em sala de aula para se evitar que os alunos recorressem a outras fontes de informação.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, L. V. D. C. **Sistemas Fotovoltaicos: Uma alternativa na geração de energia elétrica.** Disponível em:

<<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/energia-eletrica>>.

Acesso em: 01/03/2023

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M.; **Viabilidade econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8400/1/TD_2388.pdf . Acesso em: 23/02/2023

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** São Paulo: Paz e Terra. 1996

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São

Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 22/02/2023.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa.** Instituto de Física,

UFRGS, Porto Alegre, 1997. Disponível em:

<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 22/02/2023.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, n. suppl 1, 2021. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/> , acesso: 20/02/2023

OLIVEIRA, A. T. E. DE et al. A energia solar fotovoltaica: transformação, evolução, aspectos ambientais e abordagens na sala de aula. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e25811932533–e25811932533, 20 jul. 2022. disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32533/27472> . acesso: 25/02/2023.

SOUZA, J. R. P. S. **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: Conceitos e Aplicações para o Ensino Médio.** UFPA. Pa. 2016 (Dissertação de Mestrado).