

COINTER PDVL 2023

X CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS

Edição Presencial Recife (PE) | 29, 30 de nov a 1 de dez

ISSN: 2358-9728 | PREFIXO DOI: 10.31692/2358-9728

ENERGIA SOLAR NA PRÁTICA: CONSTRUÇÃO DE MAQUETES PARA USO DIDÁTICO

Apresentação: Comunicação Oral

Maria Carolina dos Santos Bastos¹; Vanessa Martins Novissimo²; Samuel dos Santos Feitosa³; Getúlio Eduardo Rodrigues de Paiva⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.XCOINTERPDVL.0619>

RESUMO

Aulas de Física puramente expositivas não são capazes de cobrir toda a extensão dessa área do conhecimento. Além disso, conteúdos baseados somente na Física Clássica costumam não fazer sentido para os alunos, uma vez que a realidade atual está repleta de fenômenos no cotidiano que são pouco ou nada explorados. Tendo-se em mente o exposto, esta proposta se destina a investigar a viabilidade de maquetes utilizando células fotovoltaicas como recursos didáticos para se discutir um tema transversal e atual: fontes de energia renováveis. Para tanto, foram construídas duas maquetes que serviram de instrumento para posterior criação e aplicação de roteiros experimentais a serem executados nas turmas do terceiro ano do Ensino Médio Integrado do IFSertaoPE/Salgueiro objetivando explorar a transdisciplinaridade através das aplicações da Física Moderna. O processo de construção das maquetes foi executado a partir das etapas a seguir: estudo e compreensão da Física dos Semicondutores que será basilar para a caracterização de componentes fotovoltaicos, elétricos e eletrônicos visando a alocação das placas e elementos de circuito apropriados a cada montagem; determinação dos modelos de maquetes e a representação de seus telhados; construção e modelagem das maquetes com a respectiva circuitaria elétrica; testes demonstrativos de funcionamento. Finalizadas as maquetes, passou-se à elaboração dos roteiros experimentais que servirão de ponto de partida para as aulas interativas a serem executadas nas turmas dos terceiros anos do Ensino Médio Integrado ofertadas pelo Instituto Federal do Sertão Pernambucano/*campus* Salgueiro.

Palavras-Chave: Ensino de física; Energias renováveis; Experimentação no ensino.

INTRODUÇÃO

Considerada uma das principais fontes de energia alternativa e renovável, a geração elétrica fotovoltaica experimentou, em 2022, um aumento da ordem de 50% na implantação de novos sistemas de microgeração (EBC, 2022). Esse crescimento consolidou a energia solar como fonte alternativa no país, equiparando-se à energia eólica, com uma fatia de produção elétrica de 11,2% (ABSOLAR, 2023). Parte desse aumento é devido à melhoria na eficiência do processo de conversão energia luminosa para energia elétrica, fruto de contínuas pesquisas

¹ Licenciatura em Física, IFSertaoPE/Salgueiro, maria.carolina@aluno.ifsertao-pe.edu.br

² Licenciatura em Física, IFSertaoPE/Salgueiro, vanessamartinsnovissimo@gmail.com

³ Licenciatura em Física, IFSertaoPE/Salgueiro, samuel.feitosa@ifsertao-pe.edu.br

⁴ Licenciatura em Física, IFSertaoPE/Salgueiro, getulio.paiva@ifsertao-pe.edu.br

tanto no processo de produção quanto na ciência dos materiais envolvidos (ABSOLAR, 2021).

Embora esteja cada vez mais presente na realidade dos cidadãos brasileiros, ainda é raro encontrar quem compreende o princípio de funcionamento desse sistema (SIQUEIRA, 2019). Ainda nesse contexto, é prevista na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em sua competência específica 1, para as Ciências da Natureza no ensino médio: “(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.[grifo nosso]” (MEC, 2018). No entanto, para que seja possível essa utilização do conhecimento, é necessário promover “Discussões sobre as tecnologias relacionadas à geração de energia elétrica (tanto as tradicionais quanto as mais inovadoras)...” (MEC, 2018) para que os alunos sejam capazes de correlacionar diferentes competências na proposição de soluções para problemas atuais.

O Instituto Federal do Sertão Pernambucano/*campus* Salgueiro (IFSertaoPE/Salgueiro) oferece à comunidade local três cursos de nível Ensino Médio Integrado, cujos planos pedagógicos foram atualizados em 2019 de modo a contemplar as orientações previstas na BNCC (IFSERTAOPE, 2019a). Um de seus objetivos específicos é “Garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura;” (IFSERTAOPE, 2019b, p. 12) visando garantir que o egresso do curso “seja capaz de inserir-se no mundo do trabalho comprometido com o desenvolvimento regional sustentável; Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais;” (IFSERTAOPE, 2019c, p. 14). Considerando o exposto, esta proposta tem como intuito desenvolver sequência de ensino investigativa, por meio da experimentação guiada, para as turmas do terceiro ano do médio integrado ofertadas no IFSertaoPE/Salgueiro envolvendo os processos de geração de energia elétrica, com foco na geração fotovoltaica.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um processo de ensino-aprendizagem significativo é aquele em que se mobilizam diferentes saberes, denominados construtos, previamente estruturados no sistema cognitivo dos alunos (MOREIRA, 2014). Dessa forma, é fundamental que se planeje, sempre que possível, as ações pedagógicas que serão executadas buscando mobilizar mais de uma estrutura cognitiva



como preconizado por Gardner, na Teoria das Inteligências Múltiplas (GARDNER, 2001 *apud* RODRIGUES, 2014), posto que diferentes alunos aprenderão de maneiras distintas.

Tendo em mente o exposto, esta proposta se baseia na importância de se produzir estímulos mentais variados, como abordagens teórica e experimental, sobre geração de energia fotovoltaica, com vistas à facilitação no processo de aprendizado dos alunos do terceiro ano do ensino médio integrado do IFSertaoPE/Salgueiro. Portanto, fez-se necessário investigar o impacto que a produção de experimentos destinados à compreensão do processo de geração solar como forma alternativa e renovável de energia.

O ato de aprender é um processo complexo e sofisticado, influenciado pelos mais variados fatores, o que o torna substancialmente dinâmico (MORAN, 2013). Nesse sentido, diferentes estímulos produzem efeitos distintos nos sistemas cognitivos dos estudantes, promovendo, assim, a associação entre conceitos-chaves sobre um dado objeto de estudo e com isso se torna possível “aprendizagem mecânica ou repetitiva, que nada mais é do que a aquisição de informações com pouca ou nenhuma associação a conceitos relevantes na estrutura cognitiva” (FARIAS, 2022).

“Faltam professores de Física nas escolas e os que existem são obrigados a treinar os alunos para as provas, para as respostas corretas, ao invés de ensinar Física” (MOREIRA, 2018) afirma o professor Marco Antonio Moreira, uma das principais autoridades em pesquisa no ensino de física no Brasil atualmente. Nota-se, portanto, que o ensino de física ainda permanece estagnado no método convencional, com aulas predominantemente expositivas, centradas na resolução de equações e apresentação de fórmulas prontas.

Mesmo que a reformulação proposta pela BNCC aponte mudanças nos conteúdos curriculares a serem ensinados, esses ainda continuam centralizados nos temas discutidos pela Física Clássica, seguindo a divisão histórica tradicional dos assuntos: Mecânica no primeiro ano; Termodinâmica e óptica no segundo ano; Eletricidade e Magnetismo no terceiro. Já em 1992, o professor Eduardo Astolfo Terrazan (TERRAZAN, 1992, p. 211) defendia:

O que não podemos é esperar a entrada do século XXI para iniciarmos a discussão nas escolas da Física do século XX. Utilizando uma frase de um colega pesquisador em ensino de física, Prof. João Zanetic da USP, é fundamental que *‘ensinamos a física do século XX antes que ele acabe’*

Embora sensores fotovoltaicos constituídos de materiais semicondutores estejam massivamente presentes no cotidiano dos alunos, através das câmeras que integram os



smartphones, há pouca compreensão sobre seu princípio de funcionamento., O princípio físico presente na geração de eletricidade com as células solares é o efeito fotovoltaico (BLUESOL, 2022; PORTALSOLAR, 2022) que pode ser classificado como pertencente à chamada Física Moderna (VILANI et al., 2019). Logo, a abordagem da geração de energia elétrica por meio de placas solares promove uma contextualização ampla, tanto do ponto de vista da atualidade (ABSOLAR, 2023) quanto da perspectiva ambiental enquanto forma de energia renovável (EPE, 2023).

Assim, é fundamental garantir que hajam diferentes mecanismos de ensino que promovam uma aprendizagem eficiente por meio da articulação de diferentes saberes contextualizados na realidade atual. E uma das formas de se atingir esse objetivo é através da experimentação (ARAUJO, ABIB, 2003), posto que a interação entre o estudante e o objeto de estudo real produzirá associações de diferentes conceitos adjacentes, gerando-se assim a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). No entanto, não basta que essa experimentação seja puramente expositiva ou ilustrativa, mas que provoque os alunos experimentadores à investigação dos fenômenos, buscando correlacionar e criar relações de causalidade, bem como levantar hipóteses e explicações (GIORDAN, 1991).

O arcabouço teórico que subsidiará a construção dos roteiros experimentais é a abordagem dos três momentos pedagógicos proposta por Delizoicov (OLIVEIRA FILHO, MONTEIRO JUNIOR, 2022) de modo a proporcionar uma discussão profunda, através da experimentação investigativa, da geração de energia elétrica por meio de células fotovoltaicas, possibilitando a exploração de conceitos de física moderna, como fundamentos da Física de Semicondutores e Efeito Fotoelétrico (LIMA et al., 2020; TAVOLARO et al., 2002).

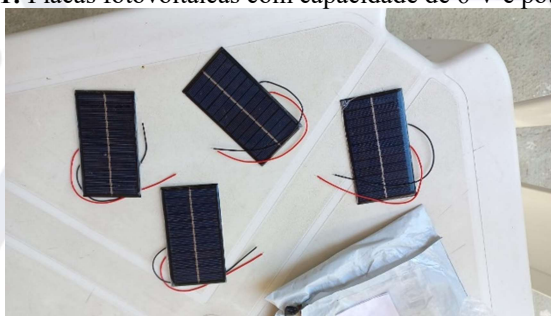
METODOLOGIA

O processo de construção das maquetes foi realizado considerando-se a proposição dos *3 Momentos Pedagógicos* proposta por Delizoicov e Angotti (DELIZOICOV, 1990 *apud* BONFIM, 2018). Desta forma, as maquetes em si servirão de base para o desenvolvimento de roteiros e atividades experimentais que terão por objetivo proporcionar os dois últimos momentos pedagógicos (organização do conhecimento e aplicação do conhecimento). Já a construção e apresentação das maquetes em si proporcionarão a problematização inicial.



Para a construção dessas maquetes foram estudados os conceitos basilares de eletrodinâmica como tensão e corrente contínuas (NUSSENZVEIG, 2015) para se compreender os fenômenos envolvidos no processo de condução elétrica. Além disso, também foram investigados e apresentados seminários sobre o funcionamento da Física dos Semicondutores (ASHCROFT, NERMIN, 2010) como recursos indispensáveis ao completo entendimento do processo de geração elétrica ocorrido nas placas fotovoltaicas que foram utilizadas na confecção das maquetes, como mostra a Figura 01.

Figura 01: Placas fotovoltaicas com capacidade de 6 V e potência de 1 W.



Fonte: Própria (2023).

Durante os debates sobre o fenômeno de conversão elétrica fotovoltaica, concluiu-se ser adequado produzir duas maquetes com dois formatos de telhados diferentes para se verificar sua influência na capacidade elétrica gerada. A ideia, portanto, é favorecer tanto o primeiro quanto o terceiro momentos pedagógicos ao se apresentar cenários e circunstâncias diferentes. O primeiro protótipo foi concebido para ser composto por telhados duas águas, enquanto o segundo modelo do protótipo apresenta uma queda meia água. Além dos telhados, foram propostas as confecções de mobílias para as maquetes, no intuito de deixá-las mas interativas e próximas das realidades dos estudantes.

Definidos os cenários a serem construídos, passou-se à caracterização dos componentes elétricos e eletrônicos, bem como à construção das maquetes e mobílias com materiais de baixo custo, cuja lista de materiais é apresentada abaixo.

Para a construção das duas primeiras maquetes foram utilizados:

- 2 Caixas de papelão
- Caixinhas pequenas (de remédio, pasta de dente, caixas de fósforo)
- Tampas de garrafas
- Parafusos



- Papel *contact*
- Cola instantânea

A construção do primeiro protótipo é descrita a seguir. Inicialmente, analisando o modelo da caixa (38x32cm) e cortando suas partes laterais para fazer o teto, logo em seguida o encapamento para melhor cobertura do papelão utilizado o papel *contact*, como se pode observar na Figura 02.

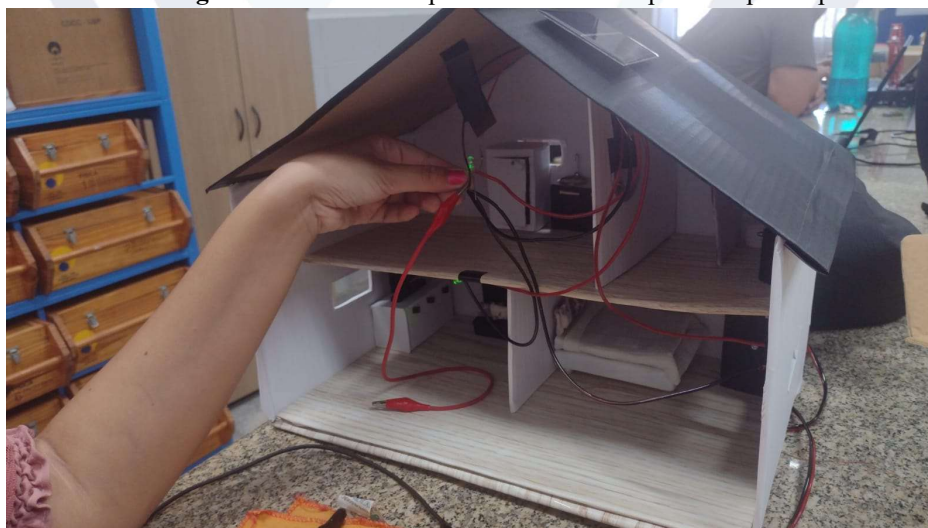
Figura 02: Fases de construção da primeira maquete.



Fonte: Própria (2023).

Finalizadas as mobílias, teve início a fase de testes de capacidade elétrica para se estabelecer quais e quantos componentes elétricos poderiam ser utilizados em cada maquete. Para representar fontes de luz, foram utilizados diodos emissores de luz (*leds*) disponíveis no laboratório de física do *campus* como material de consumo. Embora o objetivo inicial fosse a utilização de *leds* brancos para se guardar a semelhança com a realidade, não foi possível diante de sua ausência no laboratório. A imagem seguinte (Figura 03) mostra essa etapa.

Figura 03: Testes de capacidade elétrica no primeiro protótipo.



Fonte: Própria (2023).



A confecção da segunda maquete seguiu metodologia parecida com a primeira. A Figura 04 mostra em detalhes parte da mobília construída para segunda maquete, processo esse também desenvolvido para a primeira.

Figura 04: Detalhes da mobília elaborada.



Fonte: Própria (2023).

Todas as mobílias foram elaboradas a partir da manipulação de materiais recicláveis. Por exemplo, as mobílias da cozinha foram utilizadas caixas de remédio e papel *contact* pra fazer a geladeira e a pia com um fogão, e alguns detalhes foram feitos com bijuterias e restos de materiais de construção. O quarto também é composto por duas caixas de papelão para a cama eo guarda roupa, e para o acabamento do guarda roupa são utilizados pedaços de tecido, a pintura e parafusos . Já no banheiro é feito com tampa de pasta de dente para o vaso, brincos fones de ouvido para representa o chuveiro, caixa de remédio para a pia do banheiro e bijuterias e alguns materiais de construção para o acabamento, pedaços de pano para compor representando uma toalha. E a sala é composta por um sofá feito com vários pedaços de papelão colocados juntos e logo em seguida pintados com tinta preta, a decoração é apenas um material reciclável junto com um brinco azul.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez estabelecidos os padrões das maquetes e selecionados os componentes elétricos e eletrônicos, passou-se à fase de caracterização e montagem dos protótipos finais, cujos dados são apresentados a seguir.

Inicialmente, foram testadas as quatro placas fotovoltaicas, apresentadas anteriormente na Figura 01. Segundo o fabricante, elas apresentam capacidade nominal de 6 volts e 1 watt de potência e possuem dimensões 110×60×2,5mm. O quadro a seguir apresenta as tensões máximas medidas com multímetro MINIPA ET-2082e.

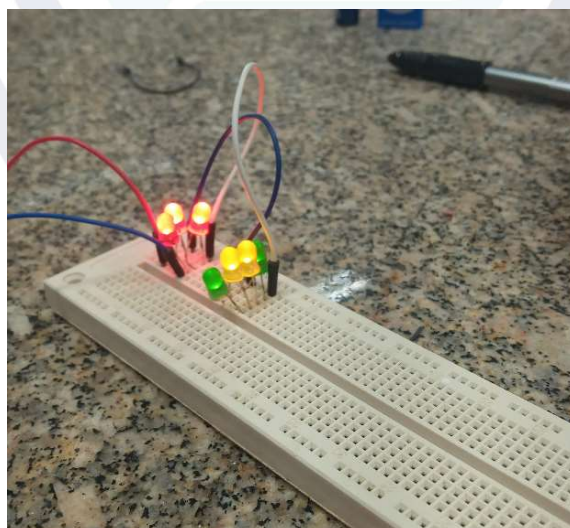
Quadro 01: Tensão máxima medida com incidência solar total.

Placa	Tensão máxima (volts - V)
01	4,6
02	4,6
03	3,8
04	3,9

Fonte: Própria (2021)

Além das placas foram testados diferentes diodos emissores de luz e caracterizadas combinações variadas através da utilização de *protoboard* BREADBOARD 830 e fonte de tensão contínua de bancada CIDEPE EQ303F. A imagem a seguir mostra uma das montagens de caracterização dos *leds* e suas combinações. A utilização da *protoboard* fornece flexibilidade para se investigar diferentes cenários com combinações distintas de componentes elétricos e eletrônicos e sua viabilidade para se instalar nas maquetes.

Figura 05: Associação de *leds* visando verificar as combinações possíveis de serem usadas nas maquetes.



Fonte: Própria (2023).



Nos testes realizados, percebeu-se que a tensão máxima fornecida pelas placas é capaz de suportar dois *leds* associados em paralelo, conforme apresentado nas Figuras 06 e 07. Como apresentado na Figura 06, existe uma fonte luminosa no topo na região da cozinha e outra no cômodo do quarto ao lado direito. Já na Figura 07, é mostrada a segunda maquete, com telhado em apenas uma queda e dois *leds* no interior da maquete, sendo uma no teto e outra no interior da geladeira, representando o funcionamento do equipamento. A razão por essa representação está no fato de tornar mais interativa e próxima da realidade os objetos construídos permitindo aos estudantes que reflitam sobre sua experiência cotidiana e como ela está correlacionada ao conhecimento abordado durante o manuseio da maquete.

Figura 06: Montagem da primeira maquete que possui telhado no formato “duas águas” com a placa 02 e dois *leds* instalados em cômodos diferentes.



Fonte: Própria (2023).



Figura 07: Montagem da primeira maquete que possui telhado no formato “duas águas” com a placa 01 e dois leds instalados em cômodos diferentes



Fonte: Própria (2023).



CONCLUSÕES

A partir dos testes realizados, conclui-se que é possível construir maquetes para estudo de conceitos de eletricidade, especificamente, circuitos elétricos envolvendo a realidade cotidiana dos alunos das turmas de terceiro ano dos cursos técnicos integrados do IFSertaoPE/Salgueiro, viabilizando a visualização dos conteúdos discutidos nas disciplinas de física com as aplicações de associações de resistores, simbolizados no projeto por *leds*.

A integração das placas fotovoltaicas permite uma contextualização tanto atual quanto interdisciplinar. Atual uma vez que formas limpas de geração de energia elétrica fazem parte da agenda sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU) sem seu objetivo número 7 que define as diretrizes para implantação e disseminação de formas de energias renováveis “7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global” (ONU, 2023). E interdisciplinar pelo fato de tal temática permear as componentes curriculares de Física, Química, Biologia e Geografia, por exemplo.

É importante ressaltar ainda que diferentes abordagens podem ser adotadas com a utilização das maquetes e que o próximo passo dessa pesquisa é criar e validar sugestões de roteiros didáticos, baseados nos três momentos pedagógicos, com vistas à facilitação do processo educativo do professor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Infográfico** 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 06 fev. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Geração de energia solar cresce com redução de custos e mais eficiência.** Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/geracao-de-energia-solar-cresce-com-reducao-de-custos-e-mais-eficiencia/>. Acesso em: 06 fev. 2023.

ARAUJO, M. S. T.; ABIB; M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, Jun. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?lang=pt> . Acesso em: 08 fev. 2023.

ASHCROFT, N.; NERMIN, N. D. **Física do estado sólido.** São Paulo: Cengage Learning, 2010.



BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): A etapa do ensino médio.** Brasília: MEC 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias-no-ensino-medio-competencias-especificas-e-habilidades> . Acesso em: 08 fev. 2023.

BLUESOL. **Célula Fotovoltaica:** o guia técnico absolutamente completo. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/celula-fotovoltaica-guia-completo/>. Acesso em: 08 fev. 2023.

BONFIM, D. D. S.; COSTA; P. C. F.; NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE COMUNICAÇÃO (EBC). Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-10/aumento-do-consumo-de-energia-solar-traz-projecoes-otimistas-ao-setor>. Acesso em: 06 fev. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Fontes de energia.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 08 fev. 2023.

FARIAS, G. B. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.27, n. 2, p. 58-76, abr/jun 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/ZSNC6yjPGkG6t5kTQHC3Wxp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 fev 2023.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2. **Anais...** Valinhos-SP, 1991.

INSTITUTO FEDERAL DO SERTÃO PERNAMBUCANO. **Projeto pedagógico de curso:** agropecuária. Disponível em: <https://www.ifsertao-pe.edu.br/images/Consup/2019/Resoluo%20n%2053-mesclado.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DO SERTÃO PERNAMBUCANO. **Projeto pedagógico de curso:** edificações. Disponível em: <https://www.ifsertao-pe.edu.br/images/Consup/2019/Resoluo%20n%2055-mesclado.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DO SERTÃO PERNAMBUCANO. **Projeto pedagógico de curso:** informática. Disponível em: <https://www.ifsertao-pe.edu.br/images/Consup/2020/Resoluo%20n%2054-mesclado.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2023.

LIMA, A. A. *et al.* Uma revisão dos princípios da conversão fotovoltaica de energia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42, e20190191, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/zmFYrhnnhLQ8dMHk7CDmSfs/?lang=pt>. Acesso em: 10 fev. 2023.



MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/metodologias_moran1.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.P.U, 2014.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v.32, n. 94, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 fev. 2023.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n.3, p. 25-46, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

NUSSENZVEIG, H.-M. **Curso de física básica: eletromagnetismo**. São Paulo: Edgar Blucher, 2015. v. 3.

OLIVEIRA FILHO, J. P.; MONTEIRO JUNIOR, F. N. Sequência Didática Investigativa Baseada nos três Momentos Pedagógicos de Delizoicov para a Determinação Experimental da Velocidade do Som no Ar. **Revista do Professor de Física**, v. 6, n. 3, p. 33-53, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/43650>. Acesso em 12 fev. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil: 7 energia limpa e acessível**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 out. 2023

PORTALSOLAR. **Célula fotovoltaica: tudo o que você precisa saber**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/celula-fotovoltaica.html>. Acesso em: 10 fev. 2023.

RODRIGUES, T. C. T. **O ensino de óptica em física: repensando as ações pedagógicas com enfoque na teoria das inteligências múltiplas**. 2014. 160 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/6717>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SIQUEIRA, M. C. A.; OLIVEIRA, A. N.; PAULO NETO, J. G. Ensino de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: o que pensam os envolvidos? **ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v.6, n.1, p: 65-89, Janeiro/Junho 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/ScientiaTec/article/download/3204/pdf/12256>. Acesso em 10 fev. 2023.



TAVOLARO, C. R. C.; CAVALCANTE, M. A.; SOUZA, D. F.; MUZINATTI, J. Uma aula sobre o efeito fotoelétrico no desenvolvimento de competências e habilidades. **Física na escola**, v. 3, n. 1, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num1/a08.pdf>. Acesso em 10 fev. 2023.

TERRAZAN, E. A. A Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º Grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.9, n.3: p.209-214, dez.1992. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7392>. Acesso em: 10 fev. 2023.

VILANI, A.; BASSALO, J. M. F.; MARTINS, R. A.; SANTOS, C. A. **Da Revolução Científica à Revolução Tecnológica: tópicos de história da física moderna e contemporânea**. São Paulo: Livraria da Física, 2019.

