



UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Lucas Henrique da Costa Menezes¹

Maria Rosângela Soares²

RESUMO

O ensino de Física tem como maior desafio acompanhar os avanços tecnológicos nas últimas décadas. A Física Moderna, fundamental para diversas áreas da sociedade e desenvolvimento de tais tecnologias, é pouco ou quase nunca explorada na educação básica, conforme alguns relatos na literatura. Este artigo traz os resultados de uma pesquisa, no qual foi aplicado uma Sequência Didática (SD) para o ensino de Física Moderna através da energia solar fotovoltaica. Aplicada aos alunos do terceiro ano do ensino médio regular de uma escola estadual no município de Manaus/AM. A SD foi baseada nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990, 1992) que se resumem em: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Foram realizados pré-teste e pós-teste para verificação de aprendizagem dos alunos, sendo os dados submetidos a uma análise estatística. O estudo evidenciou que a metodologia utilizada favoreceu o aprendizado dos conteúdos, possibilitando o envolvimento e o interesse nas aulas. Houve uma melhora de 82% na taxa média de acerto dos participantes após a aplicação da proposta. Com os resultados encontrados, concluímos que através da SD é possível abordar o conteúdo de Física Moderna de forma diversificada e relacionada ao cotidiano dos alunos, a fim de alcançar uma melhor aprendizagem.

Palavras-chave: Física Moderna. Ensino Médio. Energia Solar.

A DIDACTIC SEQUENCE BASED ON PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY

ABSTRACT

Physics teaching has the biggest challenge to keep up with technological advances in recent decades. Modern Physics, fundamental for several areas of society and the development of such technologies, is little or almost never explored in basic education, according to some reports in the literature. This article brings the results of a research, where a Didactic Sequence (DS) was applied for the teaching of Modern Physics through photovoltaic solar energy. Applied to students in the third year of regular high school at a state school in the city of Manaus/AM. DS was based on the Three Pedagogical Moments by Delizoicov and Angotti (1990, 1992) which are summarized in initial problematization, organization of knowledge and application of

¹ Mestrado em Ensino no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal de Rondônia (PGEEN/UNIR). Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-2219-4913>. E-mail: lhcm.96@gmail.com

² Doutorado em Física (UFS). Professora da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-4614-8209>. E-mail: mrs@unir.br

knowledge. Pre-test and post-test were carried out to verify the students' learning, and the data were submitted to statistical analysis. The study showed that the methodology used favored the learning of contents, enabling involvement and interest in classes. There was an average improvement of 82% in the average success rate of participants after applying the proposal. With the results found, we concluded that through the DS, it is possible to approach the content of Modern Physics in a diversified way and related to the daily life of the students, in order to achieve a better learning.

Keywords: Modern Physics. High School. Solar Energy.

UNA SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

RESUMEN

La enseñanza de la física tiene el mayor desafío para mantenerse al día con los avances tecnológicos de las últimas décadas. La Física moderna, fundamental para diversas áreas de la sociedad y el desarrollo de tales tecnologías, es poco o casi nunca explorada en la educación básica, según algunos relatos de la literatura. Este artículo trae los resultados de una investigación, donde se aplicó una Secuencia Didáctica (SD) para la enseñanza de la Física Moderna a través de la energía solar fotovoltaica. Aplicado a alumnos del tercer año de la enseñanza media regular de una escuela pública del municipio de Manaus/AM. SD se basó en los Tres Momentos Pedagógicos de Delizoicov y Angotti (1990, 1992) que se resumen en problematización inicial, organización del saber y aplicación del saber. Se realizaron pre-test y post-test para verificar el aprendizaje de los estudiantes, y los datos fueron sometidos a análisis estadístico. El estudio mostró que la metodología utilizada favoreció el aprendizaje de los contenidos, posibilitando la participación e interés en las clases. Hubo una mejora promedio del 82% en la tasa de éxito promedio de los participantes después de aplicar la propuesta. Con los resultados encontrados concluimos que a través de la ED es posible abordar los contenidos de Física Moderna de forma diversificada y relacionada con la vida cotidiana de los estudiantes, con el fin de lograr un mejor aprendizaje.

Palabras clave: Física Moderna. Escuela Secundaria. Energía Solar.

INTRODUÇÃO

A preocupação em suprir a crescente demanda em energia elétrica de maneira sustentável é um fato. Tendo em vista que as fontes renováveis de energia têm ganhado cada vez mais destaque no cenário mundial, tornando-se o pilar da busca pelo desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA *et al.*, 2016, p. 1). Atualmente no Brasil, o que predominam são as hidrelétricas, que embora não sejam uma fonte emissora de gases do efeito estufa, têm sido alvo de crescentes críticas em razão de seus impactos socioambientais, somado à sua influência em fatores climáticos e econômicos, pois o nível dos reservatórios,

em períodos de seca, pode atingir valores críticos sob o ponto de vista de segurança energética, elevando, assim, o preço da energia elétrica no país (PEREIRA *et al.*, 2017). Dentre as fontes renováveis, a energia solar fotovoltaica é uma das mais promissoras. Os principais argumentos dessa afirmação são: incidência solar em todo o Brasil, por ser uma fonte limpa, renovável, e com constantes avanços que a viabilizam economicamente (PEREIRA *et al.*, 2017; RÜTHER, 2004).

Diante desse contexto de sustentabilidade, segundo Fernandes (2013) e Teixeira, Muramatsu e Alves (2017), as discussões sobre a produção de energia limpa e sustentável tornaram-se recorrentes nas escolas do País, e o tema energia tem recebido grande destaque no ensino de ciências naturais e suas tecnologias. Juntamente, Bezerra *et al.*, (2009), destacam que as demandas atuais para o ensino de Física têm em seu cerne a defesa de que a física deve ser vista como um processo de construção que ocorreu ao longo da história, levando em considerações suas contribuições culturais e socioeconômicas.

No Ensino de Física, uma parte fundamental e que influencia o desenvolvimento tecnológico da sociedade é a Física Moderna. Segundo Valadares e Moreira (1998), é imprescindível que o estudante conheça os fundamentos da tecnologia atual, sendo que esta influencia diretamente em sua vida e poderá definir o seu futuro profissional. Para o autor, daí vem a importância de se introduzir os conceitos de Física Moderna, especialmente, fazendo uma relação com o cotidiano.

A abordagem das fontes de energia na educação básica, entre elas a energia solar, estão presente em documentos como: os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ de Física (BRASIL, 2006) e na Base Nacional Curricular Comum – BNCC (BRASIL, 2018). Embora esses documentos reconheçam que não exista um modelo ideal para o ensino de Física e Ciências da Natureza, eles trazem algumas orientações.

O PCN+ de Física (BRASIL, 2006), documento que orienta as práticas docentes, propõe que a Física deve possibilitar aos alunos um conjunto de competências específicas de forma contextualizada e não isolada, permitindo-lhes perceber e lidar com fenômenos naturais e tecnológicos

presentes no cotidiano, como por exemplo, identificar as diferentes fontes e processos de produção de energia elétrica. Além disso, o PCN+ de Física (BRASIL, 2006, p. 4) supõe que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, entre outros.

A BNCC “é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica [...]” (BRASIL, 2018, p. 7). Nesse documento, os conhecimentos conceituais, considerando à continuidade do Ensino Fundamental, foram privilegiados para o ensino de Ciências da Natureza. Dessa forma, propõe-se um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. Na BNCC, ainda é destacado que aprender Ciências da Natureza vai além do conteúdo. Nela, os conhecimentos conceituais associados a esses temas permitem aos estudantes compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Além disso, o documento aborda com frequência a importância da contextualização, articulando as ciências, as tecnologias e o trabalho (BRASIL, 2018).

A contextualização, tão presente nos documentos oficiais, segundo Bezerra *et al.*, (2009) é fundamental para a aprendizagem do que está sendo apresentado. A fim de facilitar o entendimento, para o autor é essencial a utilização de exemplos que façam parte do seu cotidiano, sejam fenômenos da natureza ou experiências de vida. Silva (2007) destaca que a contextualização se apresenta como forma de ensinar os conceitos das ciências através da vivência dos alunos.

Embora fique evidenciado a importância de uma abordagem atrelada ao cotidiano e aos avanços tecnológicos no ensino de Física, essa abordagem é muito pouca ou quase nunca explorada no ensino médio (MOREIRA, 2018; REZENDE; OSTERMAN, 2005). A concentração de tópicos abordados na educação básica se dá na Física desenvolvida aproximadamente entre 1600 e 1850, desse modo, a Física Moderna e os

desenvolvimentos mais recentes da Física Contemporânea, fundamentais para o entendimento do mundo atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo não atingem os nossos estudantes (TERRAZZAN, 1992).

Diante do que foi exposto, o trabalho apresentado neste artigo teve como objetivo, por meio de uma Sequência Didática - SD, relacionar a Física Moderna com o cotidiano dos alunos através da energia solar fotovoltaica. Para isso, a SD foi elaborada baseada na dinâmica dos Três Momentos pedagógicos (3MP) que segundo Muenchen (2010, p. 128), "os conceitos deixam de ter um fim em si, passando a constituírem-se em meios, ferramentas para compreensão de algo mais amplo, isto é, dos temas socialmente relevantes".

Esse artigo está estruturado em 5 partes, sendo elas: Os Três Momentos Pedagógicos (3MP), dinâmica pedagógica na qual foi elaborada a SD; método de pesquisa; relato de pesquisa; análise estatística utilizada para verificação de aprendizagem e conclusão.

5

OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Como já mencionado, esta pesquisa foi aplicada, utilizando como base metodológica os Três Momentos Pedagógicos (3MP), que foi publicada inicialmente por Delizoicov e Angotti (1990) através do livro Física. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Os 3MP é uma dinâmica originada numa concepção freiriana para um contexto de educação formal, no qual o professor deve propor um diálogo entre os conhecimentos científicos de sala de aula com o cotidiano do estudante (BONFIM; COSTA e NASCIMENTO, 2020).

Essa abordagem, segundo Delizoicov e Angotti (1990, 1992) pode ser assim caracterizada:

Problematização Inicial: Para introduzir um conteúdo e promover a discussão com os alunos, são apresentadas questões ou situações reais que os alunos conhecem e que estão envolvidas nos temas. Neste primeiro momento, é desejável que a postura do professor se volte mais para

questionar e lançar dúvidas sobre o assunto, em vez de responder e fornecer explicações.

Organização do Conhecimento: Momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para analisar e interpretar os temas iniciais que determinaram o seu estudo serão vistos, bem como, outras situações que não estavam ligados ao motivo inicial, mas que, também, são explicados por eles.

Aplicação do Conhecimento: Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento.

Com isso, pretende-se que, dinâmica e evolutivamente, o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, é acessível a qualquer cidadão, que dele pode fazer uso e, por isso, deve ser apreendido.

MÉTODO

Esse estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Caracterizando-se como quali-quantitativo, cuja abordagem qualitativa foi realizada por meio de pesquisa-ação, que segundo Engel (2000) é um tipo de pesquisa engajada, onde procura-se unir a pesquisa à ação ou a prática. “É, portanto, uma maneira de se fazer pesquisa em situações em que também se é uma pessoa da prática e se deseja melhorar a compreensão desta” (Engel, 2000, p. 182).

A pesquisa foi realizada com 15 alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola estadual, localizada no município de Manaus/AM, entre os meses de maio e julho de 2022. A participação desses alunos ocorreu de forma voluntária. A fim de manter em sigilo a identidade dos participantes, eles foram denominados como Aluno 1 ao 15.

A abordagem quantitativa foi realizada por meio de pré-teste e pós-teste, no qual os dados foram submetidos a uma análise estatística.

O pré-teste, contou com 19 questões objetivas e dissertativas, visando avaliar o conhecimento dos alunos sobre: energia solar fotovoltaica, conceitos físicos necessários (como, por exemplo, corrente elétrica, materiais condutores e isolantes, o efeito fotovoltaico e o fotoelétrico), a matriz elétrica brasileira e seus respectivos impactos. Estes assuntos foram abordados posteriormente no decorrer da SD.

O pré-teste ocorreu por meio de um jogo no formato de quiz, utilizando a plataforma Quizizz (CHEENATH; GUPTA, 2015). Nesse jogo, os alunos puderam competir entre si e em tempo real, utilizando os computadores do laboratório de informática ou o próprio *smartphone*.

Após a aplicação da SD, o mesmo teste foi reaplicado para a realização da análise estatística. Para isso, utilizou-se o teste t pareado, com auxílio do *software RStudio* (R CORE TEAM, 2022).

O teste t pareado, é uma análise apropriada quando se mede a mesma variável, nas mesmas unidades, antes e depois de uma intervenção (VIEIRA, 2011).

Houve a necessidade de excluir os alunos 1, 9, 11 e 13 da análise estatística, uma vez que eles não compareceram na aplicação do pré-teste e/ou pós-teste.

Ao todo foram 15 encontros de 50 minutos, sendo 2 voltados ao pré-teste e pós-teste, e 13 encontros dedicados aos três momentos da sequência didática, conforme o Quadro 1 a seguir.

QUADRO 1 – Descrição dos encontros da Sequência Didática

Momento	Encontros	Atividade desenvolvida
Pré-teste	1º	Aplicação do pré-teste
Primeiro momento - Problematização inicial	2º	Abordagem do recurso solar, o potencial brasileiro solar fotovoltaico, e uma visão geral da matriz elétrica brasileira.
Segundo momento - Organização do conhecimento	3º ao 11º	Um breve histórico da energia solar fotovoltaica,
Terceiro momento - Aplicação do conhecimento	12º, 13º e 14º.	Apresentação de seminários e construção do carregador solar fotovoltaico.
Pós-teste	15º	Aplicação do pós-teste

Fonte: Própria do autor

RELATO DE PESQUISA

Primeiro momento – Problematização inicial: O segundo encontro foi destinado a problematização inicial, esse que é o primeiro dos três momentos pedagógicos. Para isso, o pesquisador introduziu o tema através do vídeo: “ABC da Astronomia | Sol” (CARDOSO, 2019), fazendo alguns comentários após a exibição do vídeo que aborda o recurso solar.

Em seguida, foi abordado o funcionamento da energia solar fotovoltaica com auxílio do vídeo: “ENERGIA SOLAR – Como Funciona?” (BLUESOL, 2016), sendo enfatizado pelo pesquisador, a diferença entre os sistemas ligados (*on-grid*) e não ligados a rede de distribuição (*off-grid*), os benefícios da energia solar fotovoltaica e o potencial brasileiro para esse tipo de geração de energia elétrica.

Também foi tratado pelo pesquisador, a estrutura da matriz elétrica brasileira, enfatizando o predomínio das hidrelétricas e seus respectivos impactos, utilizando a hidrelétrica de Balbina como exemplo, por meio do vídeo: “O desastre de Balbina” (VALOR ECONÔMICO, 2013). Essa hidrelétrica foi escolhida como exemplo, com o intuito de aproximar ainda mais o assunto abordado da realidade dos alunos, já que a hidrelétrica fica localizada próxima ao município de Manaus, sendo de conhecimento de todos os participantes. Logo após a exibição do vídeo, foram levantadas algumas questões, como por exemplo:

“Como deixaram isso acontecer?”

“O Brasil deveria investir mais em energia solar”.

Percebe-se que o vídeo foi importante para evidenciar os benefícios da energia solar como fonte limpa e renovável. Nesse sentido, como orienta Delizoicov e Angotti (1992), cabe ao professor questionar e levantar dúvidas sobre o assunto, em vez de responder. O professor, levantou as seguintes questões:

“Do que é feita uma célula fotovoltaica?”

“O que impulsionou o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica?”

“Como é possível converter a energia luminosa diretamente em energia elétrica?”

“Será que conseguimos carregar um celular por meio da energia solar?”

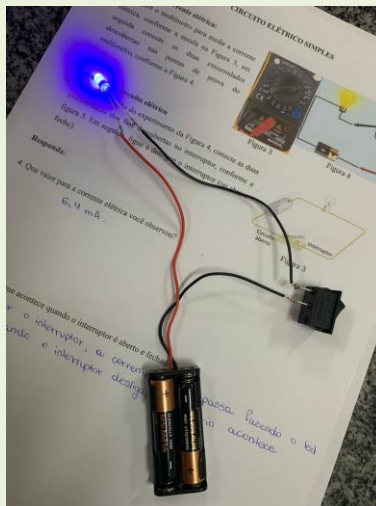
Os alunos demonstraram dificuldades para responder esses questionamentos, porém conseguiram relacionar com o cotidiano.

A introdução, realizada na problematização inicial, foi importante para despertar o interesse dos alunos, pois, no encontro seguinte, eles comentavam entre si sobre vídeos e projetos envolvendo a energia solar que foram vistos na internet.

Segundo momento – Organização do conhecimento: Na organização do conhecimento, que é o mais extenso dos três momentos, foram desenvolvidas 4 atividades; e teve início no terceiro encontro, com um breve histórico da energia solar fotovoltaica através de slides, no qual foi abordado o surgimento da energia solar fotovoltaica e os agentes que impulsionaram o seu desenvolvimento. Em seguida, iniciou-se a abordagem dos conceitos físicos necessários para a realização da Atividade 1: Circuito elétrico simples, com os Vídeos, intitulados, respectivamente por: “Condutores e isolantes” (FUKARAWA; MARQUES, 2018a); “Eletricidade - Entre o Mais e o Menos” (SEED/PR, S.D.). Após exibição dos Vídeos, o pesquisador fez comentários e demonstrou alguns geradores elétricos, e a diferença entre eles através de slide. Em seguida, os alunos realizaram a primeira atividade da SD que consistia em construir um circuito elétrico para verificar na prática, os conceitos abordados pelo pesquisador.

A Figura 1 a seguir, demonstra o circuito elétrico simples construído pelos alunos.

FIGURA 1 – Circuito elétrico construído pelos alunos na realização da primeira atividade da SD



Fonte: Os autores.

Para realização da atividade da Figura acima, os alunos foram separados em três grupos, sendo Grupo 1, 2 e 3, que permaneceram os mesmos até o término da SD. Após orientação, os alunos soldaram as conexões e utilizaram o multímetro para medir a corrente elétrica conforme Figura 2 a seguir.

10

FIGURA 2 – Alunos aprendendo a medir a tensão e a tensão elétrica através do multímetro



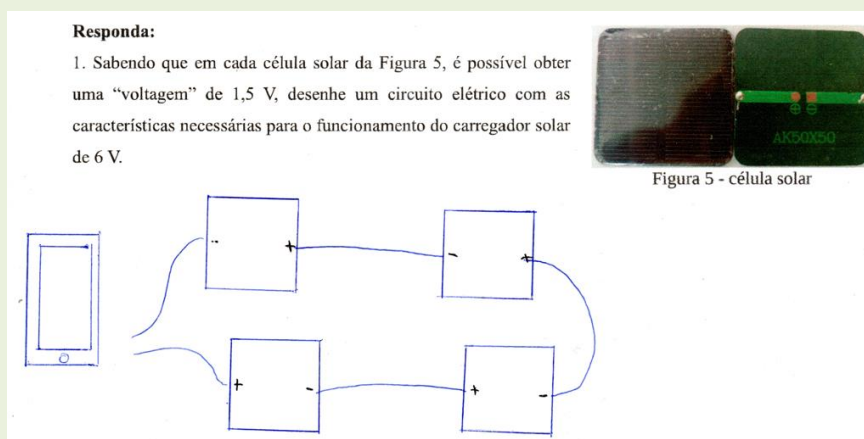
Fonte: Os autores.

A atividade 2, intitulada: “Compreendendo a conta de luz”, iniciou-se com o Vídeo: “Entendendo sua Conta de Luz” (ANEEL, 2019). Após a exibição do vídeo com informações sobre como entender a fatura de energia, o pesquisador fez alguns comentários e exemplos sobre potência e energia consumida no quadro branco. Além de calcular o consumo de um aparelho elétrico, nessa atividade, os alunos tiveram que aprender a identificar na fatura de energia, cobranças como impostos, contribuição de iluminação pública e adicional bandeira escassez hídrica.

A atividade 3: “Efeito 1 fotovoltaico”, iniciou-se com o vídeo: “Tema 01 - Luz | Experimentos - Efeito fotoelétrico” (FURUKAWA, 2016), um trecho do vídeo: “Tudo se Transforma, História da Química, Condutores Elétricos” (PUC-RIO, 2012) e o vídeo: “Efeito Fotovoltaico” (FURUKAWA; MARQUES, 2018b). Os vídeos abordam respectivamente, o efeito fotoelétrico, a dopagem de semicondutores e o efeito fotovoltaico. Após a exibição, o pesquisador fez alguns comentários a respeito do assunto tratado, e em seguida os alunos realizaram a atividade sobre os temas abordados nos vídeos. Nesta atividade, também foi abordada, com maior ênfase, a física moderna e sua importância na atualidade, principalmente para a geração solar fotovoltaica.

Na atividade 4: “Construindo um carregador solar fotovoltaico”, os participantes, tiveram que associar placas solares, de modo a obter a tensão elétrica desejada para a construção do carregador solar. A Figura 3 demonstra o circuito elaborado por um dos grupos.

FIGURA 3 – Associação das células solares em série em atividade impressa



Fonte: Os autores.

Na atividade da Figura 3, os alunos conseguiram assimilar com a Atividade 1, na qual eles também tiveram que fazer associação de geradores em série. Vale ressaltar que a figura da Atividade 4 é uma foto real das células que eles futuramente utilizariam na construção do carregador solar, na aplicação do conhecimento.

Foi observado que os alunos conseguiram trabalhar bem em grupo nessa etapa, demonstraram interesse e empenho para realizar os experimentos e as atividades que foram propostas. Um fato que justifica essa percepção foi que alguns alunos tiveram maior facilidade em manusear o ferro de solda e, de forma espontânea, passaram a instruir os demais colegas. Esse comportamento dos alunos, demonstrou, também, que houve êxito na proposta de realizar as atividades em grupo.

Terceiro momento – Aplicação do conhecimento: A aplicação do conhecimento teve início com apresentações de seminários. Para a realização dessa atividade, os grupos tiveram que fazer uma pesquisa na internet sobre um projeto de energia solar fotovoltaica, aplicado preferencialmente em sua região; e apresentar para os demais colegas através de slides. Vale ressaltar que a descrição das apresentações dos grupos a seguir, é baseado no que foi apresentado pelos Grupos 1, 2 e 3.

O Grupo 1 (Figura 4), apresentou uma parceria da Fundação Amazônia sustentável (FAS) com a embaixada da Irlanda no Brasil (FAS, 2020a). O projeto

apresentado pelo grupo, beneficiou a comunidade indígena Três Unidos, localizada a sessenta quilômetros de Manaus/AM. Nesse local, a comunidade não tem acesso à energia elétrica, e o projeto teve como objetivo abastecer um posto de saúde que funcionava apenas com um gerador de energia movido a combustível, o que gerava diversos problemas e insegurança no atendimento. Após a implementação do projeto, os moradores puderam evitar de se deslocar até a cidade para conseguir atendimento. O grupo identificou que se trata de um sistema autônomo (*off-grid*) com sistema de baterias para armazenamento, já que não existe rede de distribuição na localidade, e é possível visualizar algumas baterias no vídeo que está disponível na página do projeto.

FIGURA 4 – Apresentação de seminários do Grupo 1



Fonte: Os autores.

O grupo 02 (Figura 5) apresentou o Projeto Parque Solar Nova Olinda (NASCIMENTO; ARAÚJO, 2017; CBIC, 2019). Diferente dos Grupos 1 e 3, o Grupo 2 optou em mostrar um projeto de grande porte, esse que é um dos maiores parques solares da América Latina, e fica localizado no Município de Ribeira do Piauí/PI. O projeto apresentado pelo grupo, ocupa uma área de 690 hectares, conta com 930 mil placas fotovoltaicas e possui capacidade para gerar energia elétrica para 300 mil famílias, evitando a emissão de aproximadamente 350 mil toneladas de CO₂ para a atmosfera. Além de informações técnicas, o grupo também abordou os impactos socioambientais causados pelo parque, como a geração de empregos, a degradação da

paisagem, risco de conflitos entre trabalhadores e população em torno da construção, entre outros.

FIGURA 5 – Apresentação de seminários do Grupo 2



Fonte: Os autores.

O Grupo 3 (Figura 6), também apresentou um projeto aplicado em sua região, o grupo apresentou o projeto *Star Energy*, que foi uma parceria entre a Universidade Federal do Amazonas-UFAM, *Coventry University* do Reino Unido, e FAS (FAS, 2018; 2020b). A comunidade beneficiada pelo projeto e apresentado pelos alunos foi a Comunidade Ribeirinha Nova Esperança que fica localizada a 65 km de Manaus/AM. Antes da implementação do projeto, essa comunidade era atendida pela sobra de energia de um gerador da escola local. O projeto contou com geração independente de energia para cada residência, sendo cada uma recebendo placas de 330 W, e possuindo um sistema de baterias com capacidade de 48 h de autonomia. Dentre os benefícios desse projeto, o mais abordado pelos alunos foi a capacidade de manter os alimentos refrigerados. Como na localidade não possui rede de distribuição, e o projeto é contemplado por baterias, o grupo também identificou que se trata de um sistema autônomo (*off-grid*) com sistema de baterias para armazenamento.

FIGURA 6 – Apresentação de seminários do Grupo 3

Fonte: Os autores.

Foi solicitado aos grupos que o local de implementação do projeto, objetivos, dados técnicos e os impactos socioambientais fossem abordados. De modo geral, os grupos demonstraram-se confiantes em suas apresentações, contemplando todos os aspectos dentro do objetivo de cada projeto. Houve maior ênfase nos impactos sociais nas apresentações dos grupos 1 e 3, uma vez que a aplicação dos sistemas fotovoltaicos melhorou a vida das pessoas de cada comunidade beneficiada. O Grupo 2 enfatizou os impactos ambientais e a geração de empregos, pois este projeto trata-se de um projeto de grande porte.

Essa apresentação de seminários foi fundamental para que os alunos pudessem compreender o potencial da energia solar fotovoltaica, especialmente em regiões isoladas, que é o exemplo de algumas comunidades na Amazônia, onde não há rede de distribuição de energia elétrica.

A aplicação do conhecimento foi finalizada com a construção de um carregador solar fotovoltaico. Para a realização da atividade, cada grupo recebeu 4 placas solares fotovoltaicas de 50 mm x 50 mm e tiveram que associar as placas em série de modo a obter a tensão desejada para o funcionamento do carregador (5 V), no ambiente de laboratório.

Após soldar as células em série, os alunos conectaram os painéis construídos por cada grupo em paralelo, para formar o circuito da Figura 7.

FIGURA 7 – Etapas de construção do carregador solar, sendo a) as conexões das células solares, b) a circuito finalizado e c) o carregador solar em operação



Fonte: Os autores.

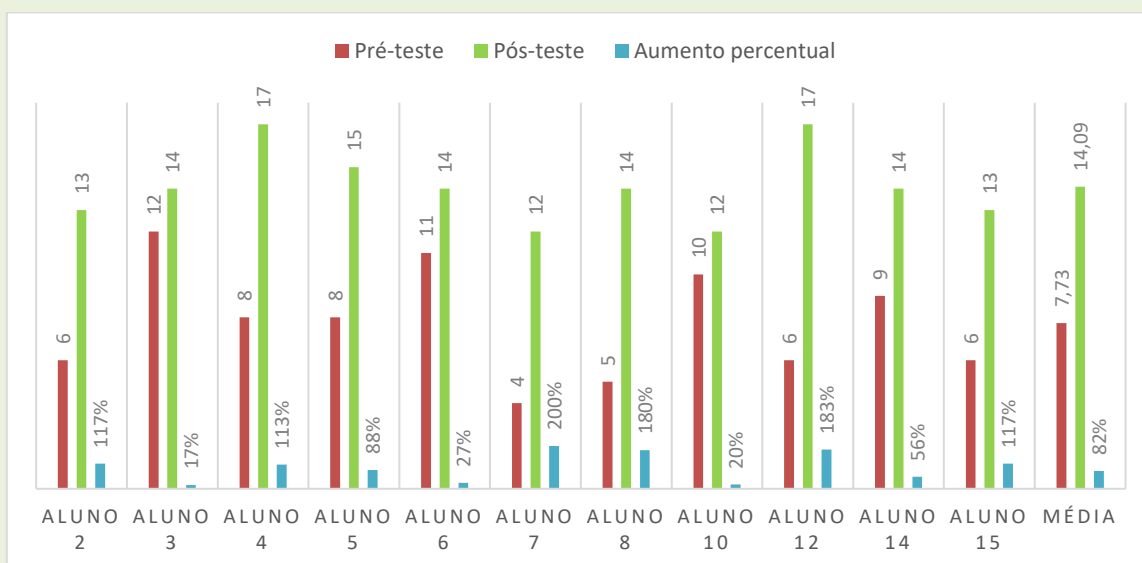
Ao ser exposto ao Sol, foi possível obter uma tensão de aproximadamente 9 V, entretanto, essa tensão poderia danificar o aparelho que viria a ser conectado. Ao evidenciar o problema para os alunos, foi solicitado que eles encontrassem um meio de resolvê-lo, pesquisando na internet. A solução encontrada e mais viável, disponível no vídeo: “Faça em casa um carregador de celular solar” (THENÓRIO, 2019), foi colocar um controlador de tensão 7805 de 5 V na saída do carregador. Desse modo, a tensão do carregador estaria limitada a 5 V, o que é suficiente para carregar o celular sem danificá-lo.

As atividades desenvolvidas na aplicação do conhecimento, foram importantes para que os alunos pudessem ver de forma prática, as aplicações da Física Moderna no nosso cotidiano, bem como as suas contribuições para a sociedade.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos no pré-teste e pós-teste, estão disponíveis no Gráfico 1 a seguir.

GRÁFICO 1: Análise estatística



Fonte: Os autores.

Ao observar os dados do Gráfico 1, é possível notar que houve uma melhora na taxa de acerto de todos os participantes.

Comparando o número de acertos dos estudantes, constatou-se uma melhora na média de acertos de aproximadamente 82%, sendo a menor diferença obtida com o Aluno 3 (melhora de aprox. 17%) e a maior com o Aluno 7 (melhora de 200%).

Submetendo os dados no teste t pareado, o p-valor encontrado foi de 0,036. Por convenção, segundo Vieira (2011), quando o p-valor encontrado for menor que 0,05 ($p < 0,05$) considera-se que os resultados são estatisticamente significativos.

Como o p-valor encontrado foi menor que 0,05 (0,036), consideramos que houve uma melhora significativa após a aplicação da metodologia. Nesse sentido, concluímos que os resultados após a aplicação da SD foram satisfatórios, uma vez que houve um aumento significativo no número de acertos entre o pré-teste e o pós-teste.

Trabalhos como o de Franco (2018, p. 160) evidenciam a importância da sequência didática no ensino de Física Moderna no Ensino Médio, como “uma metodologia que aguça a investigação científica, valoriza a

aprendizagem vivenciada pelos alunos nas diversas modalidades de estratégias didáticas apresentadas”.

O resultado positivo alcançado com o uso de sequências didáticas, também foi alcançado por outros autores na área do ensino das ciências naturais, como Bonfim, Costa e Nascimento (2020) no estudo da velocidade escalar média; Nóbrega e Sudério (2020) no ensino do sistema cardiovascular. Somados a estes, também está Bedin e Del Pinho (2019) que em seu estudo com professores na formação inicial de Química, destaca o importante papel que a metodologia SD pode desempenhar no processo de ensino.

CONCLUSÃO

Construída a partir de um problema contemporâneo, a SD proporcionou interligar os avanços científicos e tecnológicos, bem como suas contribuições e consequências para a sociedade.

Possibilitando o uso de exemplos locais na problematização inicial; a apresentação de seminários realizados pelos participantes na organização do conhecimento, proporcionando, assim, aos estudantes uma reflexão crítica às questões ambientais e sociais que envolvem a geração de energia elétrica. Essas ações foram de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem.

Na abordagem, foram priorizados os conhecimentos conceituais e os aspectos regionais, ficando a critério de cada professor as possíveis adaptações.

Foi possível observar, que a metodologia utilizada propiciou uma abordagem dos conteúdos de Física de forma mais dinâmica, participativa e relacionada ao cotidiano dos alunos. Além disso, ficou evidenciado que a SD contribuiu para ampliar as reflexões e os conhecimentos relacionados à energia solar fotovoltaica, a aplicação da Física Moderna no cotidiano, por meio das atividades realizadas ao longo dos três momentos pedagógicos. Este fato foi evidenciado pelos resultados da análise estatística, no qual, houve

uma melhora na média de conhecimentos sobre o assunto abordado de, aproximadamente, 82%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Entendendo sua Conta de Luz. Agência Nacional de Energia Elétrica. **YouTube**. 6 de ago. 2019. 4min07s Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Z4NB0fJxS84&t=15s>. Acesso em: 05 nov. 2022.

BEZERRA, D. P. *et al.* A evolução do ensino da física: perspectiva docente. **Scientia Plena**, [S.l.], v. 5, n. 9, p. 1-8, set. 2009. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/672>. Acesso em: 14 ago. 2022.

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Da discência à docência: concepções e perspectivas na formação inicial de professores de química sobre a Sequência Didática – SD. **Revista Exitus**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 119-147, 2019. DOI: 10.24065/2237-9460.2019v9n1ID718. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/718>. Acesso em: 12 nov. 2022.

BLUESOL. ENERGIA SOLAR - Como Funciona?. Blue Sol Energia Solar. **YouTube**. 19 de mai. 2016. 1min42s. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=JTqz_xzozl0&t=12s. Acesso em: 05 nov. 2022.

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**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 187-197, ago. 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/224>. Acesso em: 14 ago. 2022.

BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 05 nov. 2022.

CARDOSO, W. ABC da Astronomia | Sol. Educar. **YouTube**. 17 de mar. 2019. 4min03s. Disponível em:



https://www.youtube.com/watch?v=hX32at0q6u0&list=PLHbmrzA_4M_aWN9XmXzeHt5Whh9o0WWu&index=8. Acesso em: 05 nov. 2022.

CBIC (org.). **Piauí instala a maior usina de energia fotovoltaica da América Latina**. 2019. Disponível em:

<https://cbic.org.br/sustentabilidade/2019/01/11/piaui-instala-a-maior-usina-de-energia-fotovoltaica-da-america-latina/>. Acesso em: 14 ago. 2022.

CHEENATH, Deepak Joy; GUPTA, Ankit. **Quizizz** 2015. Disponível em:

<https://quizizz.com/admin>. Acesso em: 12 nov. 2022.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992. 181 p.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física** São Paulo: Cortez, 1990.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. **Educar em Revista**, [S.L.], n. 16, p. 181-191, dez. 2000. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.214>.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/er/a/dDzflYyDpPZ3kM9xNSqG3cw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2022.

FAS (Manaus) (org.). **PROJETO DE PESQUISA LEVA SISTEMA SOLAR PILOTO À COMUNIDADE NOVA ESPERANÇA, NO RIO NEGRO**. 2018. Disponível em:

<https://fas-amazonia.org/projeto-de-pesquisa-leva-sistema-solar-piloto-a-comunidade-nova-esperanca-n>. Acesso em: 06 nov. 2022.

FAS. **COMUNIDADE INDÍGENA É BENEFICIADA COM PAINÉIS DE ENERGIA SOLAR PARA AUXILIAR NO ATENDIMENTO DE TELEMEDICINA**. 2020a. Disponível em:

<https://fas-amazonia.org/comunidade-indigena-e-beneficiada-com-paineis-de-energia-solar-para-auxiliar-no-atendimento-de-telemedicina/#:~:text=A%20comunidade%20ind%C3%ADgena%20Tr%C3%AAs%20Unidos,Covid%2D19%20e%20melhorando%20o>. Acesso em: 05 nov. 2022.

FAS. Comunidade ribeirinha recebe sistema de energia solar. Fundação Amazônia Sustentável. **YouTube**. 12 de ago. 2020b. 4min15s. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=ymM6FXR20Nk>. Acesso em: 05 nov. 2022.

FERNANDES, João Paulo. O tema energia e a perspectiva Ciência-Tecnologia Sociedade (CTS) no Ensino de física: possíveis articulações nos documentos oficiais curriculares. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-SP**, p. 8, 2013.

FURUKAWA, C. TEMA 01 - Luz | Experimentos - Efeito fotoelétrico. Física Universitária. **YouTube**. 26 de set. 2016. 2min52s. Disponível em:



<https://www.youtube.com/watch?v=VVka6Mp5vyA&t=35s>. Acesso em: 05 nov. 2022.

FURUKAWA, C.; MARQUES, G. D. C. condutores e Isolantes. Física na Prática. **YouTube**. 19 de dez. 2018a. 7min47s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9L4f0MITH8&t=33s>. Acesso em: 05 nov. 2022.

FURUKAWA, C.; MARQUES, G. D. C. Efeito Fotovoltáico. Física na Prática. **YouTube**. 05 de dez. 2018b. 8min52s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=03wBqClwuJc&t=29s>. Acesso em: 05 nov. 2022.

FRANCO, D. L. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física moderna no Ensino Médio. **Revista Triângulo**, Uberaba - MG, v. 11, n. 1, p. 151–162, 2018. DOI: 10.18554/rt.v0i0.2664. Disponível em: <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/2664>. Acesso em: 15 ago. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [S.l.], v. 32, n. 94, p. 73-80, dez. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/>. Acesso em: 14 ago. 2022.

MUENCHEN, Cristiane. **A Disseminação dos Três Momentos Pedagógicos**: um estudo sobre as práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - UFSC, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93822>. Acesso em: 15 ago. 2022.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, set. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcRtHTb9c/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2022.

NASCIMENTO, A.; ARAÚJO, T. **Maior parque solar da América Latina é inaugurado no Piauí**. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/maior-parque-solar-da-america-latina-e-inaugurado-no-piaui.ghtml>. Acesso em: 05 nov. 2022.

NÓBREGA, M. R. de O.; SUDÉRIO, F. B. Análise de uma sequência didática no ensino do sistema cardiovascular. **Revista Exitus**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e020099, 2020. DOI: 10.24065/2237-9460.2020v10n1ID1264. Disponível em:



<http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/1264>. Acesso em: 12 nov. 2022.

OLIVEIRA, Amanda Costa de *et al.* Popularização de conceitos e tecnologias de geração de energia com fontes renováveis em escolas de e. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 59-64, 30 jul. 2016. Universidade Federal da Fronteira Sul. <http://dx.doi.org/10.36661/2358-0399.2016v7i1.3107>. Disponível em: <https://periodicos.ufes.edu.br/index.php/RBEU/article/view/3107>. Acesso em: 14 ago. 2022.

PEREIRA, Enio Bueno *et al.* **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos: Inpe, 2017. 80 p. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html. Acesso em: 14 ago. 2022.

PUC-RIO. Tudo se Transforma, História da Química, Condutores Elétricos. **YouTube**. 28 de set. 2012. 13min52s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CMqaFgGwHjE>. Acesso em: 05 nov. 2022.

REZENDE, Flávia; Ostermann, Fernanda. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 316-337, dez 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6374>. Acesso em: 14 ago. 2022.

R Core Team (2022). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 14 ago. 2022.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos**: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: Labsolar, 2004. Disponível em: <https://fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/livros/livro-edificios-solares-fotovoltaicos.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2022.

SEED/PR. **Eletricidade - Entre o Mais e o Menos**. S.D. Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9018#>. Acesso em: 05 nov. 2022.

SILVA, Erivanildo Lopes da. **Contextualização no Ensino de Química**: idéias e proposições de um grupo de professores. 2007. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

TERRAZAN, Eduardo Adolfo. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Brasileiro 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/7392/6785>. Acesso em: 14 ago. 2022.

TEIXEIRA, Jonny Nelson; MURAMATSU, Mikiya; ALVES, Luis Augusto. Um modelo de usina hidrelétrica como ferramenta no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 1, p. 248-264, 5 maio 2017.

Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n1p248>. Acesso em: 14 ago. 2022.

THENÓRIO, I. Faça em casa um carregador de celular solar. Manual do Mundo. **YouTube**. 28 de set. 2019. 12min06s. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=zc-N13YEqlk&t=331s>. Acesso em: 05 nov. 2022.

VALOR ECONÔMICO, V. O desastre de Balbina. **YouTube**. 10 de out. 2013.

4min46s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-DANcHdL3j0&t=78s>. Acesso em: 05 nov. 2022.

VALADARES, Eduardo de Campos; MOREIRA, Alysson Magalhães.

ENSINANDO FÍSICA MODERNA NO SEGUNDO GRAU: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6896/7584>. Acesso em: 14 ago. 2022.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

Recebido em: 22 de novembro de 2022.

Aprovado em: 15 de março de 2023.

Publicado em: 27 de abril de 2023.

