

**Educação científica sob o contexto da usina fotovoltaica do IFPE - *campus*
pesqueira**

**Scientific education according to the context of IFPE photovoltaic plant – *campus*
pesqueira**

DOI:10.34117/bjdv6n11-158

Recebimento dos originais: 09/10/2020

Aceitação para publicação: 09/11/2020

Amanda Bianca Bezerra Pereira

Mestre em Física Aplicada

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Endereço: Rua Dom Manoel de Medeiros - Dois Irmãos - 52171900 - Recife, PE - Brasil

E-mail: amanda.biancabp@gmail.com

José Ancelmo da Silva Cintra Júnior

Mestrando em Física Aplicada

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Endereço: Rua Dom Manoel de Medeiros - Dois Irmãos - 52171900 - Recife, PE - Brasil

E-mail: jascjr@gmail.com

Jailma Gomes da Silva

Graduada em Licenciatura em Física (IFPE)

Instituição: Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Endereço: BR 232, km 214 - Prado - 55200000 - Pesqueira, PE - Brasil

E-mail: jailma.10@hotmail.com

Jandrews Lins Gomes

Doutor em Ciência de Materiais

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Endereço: Iputinga - 50670901 - Recife, PE - Brasil

E-mail: jandrewsgomes@gmail.com

RESUMO

Recentemente, pesquisas em educação têm apontado a importância de se construir pontes entre o ensino de ciências e o avanço da ciência e tecnologia. O intuito é propiciar que cada vez mais os estudantes estejam aptos a reconhecer os fenômenos científicos que ocorrem no seu cotidiano e partir deles avaliar seus benefícios e impactos sociais. Dessa forma, visto que o efeito fotoelétrico está cada vez mais presente em nossas vidas e apesar disso nem sempre é reconhecido pelos estudantes, nem tampouco contemplado nos currículos escolares, no presente trabalho investigou-se a possibilidade de se promover educação científica a partir da Usina Solar Fotovoltaica do IFPE - *campus* Pesqueira. Para isso, foi elaborado e realizado um minicurso de extensão na instituição destinado a estudantes da rede pública da região. A proposta visou utilizar a usina como instrumento de apropriação do conhecimento científico, bem como o seu reconhecimento em aplicações práticas, tais como no sistema de energia solar, no sistema de iluminação pública e nos mais diversos sensores utilizados pela construção civil, e a partir disso, conscientizar os estudantes sobre a sua importância para a sociedade. Aliado a isso, se fez o uso de uma simulação no PhET para que ficasse mais claro como o efeito fotoelétrico ocorre na prática. Como instrumento de avaliação foi adotado uma atividade com conteúdo relativo a conceitos teóricos necessários para compreensão do fenômeno estudado, sobretudo, dando ênfase a discussão de como este se comporta nas aplicações tecnológicas citadas durante a intervenção. Após a análise dos dados levantados por instrumento de pesquisa, constatou-se que a partir dos recursos visíveis propiciados pela usina e pela simulação houve uma aprendizagem significativa acerca do fenômeno estudado. A partir das discussões do que a usina representa para o IFPE, os estudantes foram capazes de discutir como essa e outras aplicações tecnológicas que funcionam a partir do efeito fotoelétrico trouxeram tanto a sustentabilidade como a facilidade de se realizar algumas atividades para nossas vidas.

Palavras-Chave: Educação Científica, Usina Fotovoltaica, IFPE, Efeito Fotoelétrico, Física Moderna

ABSTRACT

Recently, research in education has pointed out the importance of building bridges between science teaching and the advancement of science and technology. The aim is to provide that more and more students are able to recognize the scientific phenomena that occur in their daily lives and start from them to evaluate their benefits and social impacts. Thus, since the photoelectric effect is increasingly present in our lives and despite this is not always recognized by students, nor contemplated in school curricula, in the present work we investigated the possibility of promoting scientific education from the Solar Photovoltaic Plant of IFPE – *campus* Pesqueira. For this, a short extension course was elaborated and carried out at the institution for students from the public network of the region. The proposal aimed to use the plant as an instrument for the appropriation of scientific knowledge, as well as its recognition in practical applications, such as in the solar energy system, in the public lighting system and in the various sensors used by civil construction, and from this, to make students aware of its importance to society. In addition, a PhET simulation was used to make it clearer how the photoelectric effect occurs in practice. As an evaluation instrument, an activity was adopted with content related to theoretical concepts necessary to understand the studied phenomenon, especially, emphasizing the discussion of how it behaves in the technological applications mentioned during the intervention. After analyzing the data collected by a research instrument, it was found that from the visible resources provided by the plant and by the simulation there was a significant learning about the phenomenon studied. From the discussions of what the plant represents for IFPE, students were able to discuss how this and other technological applications that work from the photoelectric effect brought both sustainability and the ease of performing some activities for our lives.

Keywords: Scientific Education, Photovoltaic Plant, IFPE, Photoelectric Effect, Modern Physics

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, tem se discutido sobre a necessidade de se promover um ensino onde os estudantes estejam aptos a compreender a ciência e a tecnologia que permeiam no seu dia-a-dia. Sabemos que com o advento da internet algumas iniciativas com essa finalidade têm se mostrado efetivas. Todavia, a quantidade de estudantes que reconhecem nos produtos tecnológicos ou no seu convívio social os fenômenos científicos ainda é extremamente baixa.

No ambiente escolar o ensino de ciências ainda é um desafio para muitos professores, embora estejamos cercados pelos fenômenos físicos e tecnológicos muitos estudantes veem a Física como algo muito distante e sem relevância. Quando se trata do ensino de Física Moderna, segundo Pinto (1999), ele está longe de comparecer as aulas, tanto pelo formalismo matemático quanto pelo distanciamento com a Física Clássica e com o senso comum.

Em um meio onde os fenômenos fotoelétricos estão fortemente presente nas nossas vidas, seja em sistemas de energia solar, nas portas de *shopping centers* e nos mais diversos sensores utilizados na construção civil, é cada vez mais necessário que o aluno tenha conhecimento em fundamentos da tecnologia atual, uma vez que esta atua diretamente na sua vida (VALADARES & MOREIRA, 1998).

Com o objetivo de desenvolver tecnologias para preservação do meio ambiente e para conscientização da sociedade, a usina solar do IFPE pode se tornar um forte aliado tanto para o ensino de Física quanto para a disseminação da ciência e tecnologia. Diante disso, este trabalho buscou investigar se através da usina é possível popularizar fenômenos presentes no nosso dia-a-dia que decorrem do efeito fotoelétrico e com isso contribuir para a inserção de conteúdos de Física Moderna no Ensino Médio.

2 A USINA FOTOVOLTAICA DO IFPE

Inaugurada em 19 de junho de 2015, a Usina Solar Fotovoltaica do IFPE – *campus* Pesqueira foi uma iniciativa coordenada pelo professor Manoel Henrique de Oliveira Pedrosa Filho que buscou aliar a investigação científica à política de eficiência energética do Governo Federal, contando com o apoio da Companhia Energética de Pernambuco (CELPE). Com o objetivo de desenvolver tecnologias para preservar o meio ambiente, conscientizar a sociedade e, ainda, gerar economia para a instituição, a usina tem capacidade para suprir em média o consumo mensal de 200 kWh em até nove residências. No *campus*, seu funcionamento acarreta na redução de 5% do consumo anual, o que gera uma economia de pouco mais de R\$ 20 mil (CONIF, 2016).

À primeira vista essa redução parece mínima, mas em longo prazo esse investimento pode se tornar uma grande conquista. Além de capacitar estudantes, o *campus* passou a ser disseminador de tecnologia, ganhando a possibilidade de desenvolvê-la. O desafio atual é tornar o sistema mais acessível

para o uso residencial. Para isso, os estudos vêm sendo direcionados à aplicação de materiais de baixo custo e à otimização dos componentes e equipamentos. Desses, destaca-se o projeto de montagem e desenvolvimento de programação básica de um rastreador solar, fazendo-o se movimentar de acordo com o sol (IFPE, 2016).

Recentemente, a instituição foi aprovada em uma seleção realizada pelo Ministério da Educação, dentro do Programa para Desenvolvimento em Energias Renováveis e Eficiência Energética (EnergIF). Com isso, a instituição se tornará centro de referência em energia solar, possibilitando a formação de profissionais na região através de cursos profissionalizantes e cursos de pós-graduação *lato sensu*. (IFPE, 2020)

Para entender um pouco mais como funciona a usina, a radiação solar é convertida em energia elétrica por meio de células fotovoltaicas. São usados inversores para captar a energia produzida pelos painéis e jogá-la na rede de distribuição da concessionária. Esses inversores têm a função de inverter a energia elétrica gerada pelos painéis de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA) e de garantir a segurança do sistema e medir a energia produzida pelos painéis solares (IFPE, 2016).

3 POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: UMA PERSPECTIVA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Há um grande descompasso entre o que o estudante aprende na escola e o seu mundo real. Os conhecimentos científicos são largamente utilizados por todos os indivíduos, sejam eles na forma de aparelhos tecnológicos simples ou até mesmo sofisticados. De contrapartida, a escola, quando se trata da Física, tem dado preferência ao ensino de Física Clássica (SASSERON, 2010).

O ato de popularizar ciência, ou seja, de tornar público o conhecimento científico tem sido orientado para diferentes fins, entre eles o educacional. Nesse caso, o intuito é disseminar a informação científica de forma prática e de forma que ela possa esclarecer os indivíduos sobre fenômenos já estudados com um caráter cultural e que estimule a curiosidade científica enquanto atributo humano (ALBAGLI, 1996). Com isso, também ganhamos a possibilidade de despertar cada vez mais o interesse pelas carreiras científicas.

Nas últimas décadas, esse interesse vem ganhando força em universidades e instituições de pesquisa. A criação da Semana Nacional da Ciência e Tecnologia, por exemplo, tem buscado mostrar para o público leigo o papel que a ciência e a tecnologia têm em nossas vidas. Ainda assim, só pequenos grupos têm trabalhado com esse propósito. Hoje, apenas cerca de 200 espaços são destinados à disseminação científica e tecnológica da sociedade em geral, quase sempre com pouco apoio privado (MASSARANI, 2012).

Andrade e Cardoso (2011) enfatizam que a escola, que deveria ser um dos principais espaços de popularização da ciência, não acompanha de forma satisfatória o avanço científico e tecnológico de nossa época. Segundo Zancan (2000), os currículos da educação de nível fundamental, médio e até o superior estão desenhados para que os estudantes memorizem os fatos e não sejam capazes de relacioná-los com sua vida diária.

Conscientes de que não é o único, mas um dos principais ambientes para se promover ciência, o ambiente escolar deve desempenhar um trabalho cada vez mais voltado na educação científica de estudantes, inclusive de Ensino Fundamental, visto que, segundo Lima, Marques e Carvalho (p. 16033, 2019) “proporciona aos estudantes o desenvolvimento da criatividade, autonomia, refletividade e tomada de decisão, habilidades importantes na sociedade atual”.

Nesse âmbito, Sasseron (2010) desperta a preocupação de como é possível oferecer aos estudantes condições para que eles sejam capazes de compreender e discutir informações que sejam do seu interesse? Como permitir que esses estudantes sejam capazes de trabalhar com os conhecimentos e as tecnologias que permeiam suas vidas, seja dentro ou fora da escola?

Para isso, Zancan (2000) defende que o desafio é criar um sistema educacional que estimule e motive a curiosidade dos estudantes para que eles possam aprender através da vida. A escola precisa estabelecer um ambiente no qual o ensino de ciências e matemática signifique a capacidade de se transformar. Desse modo, é necessário buscar ferramentas que criem relações entre o que é discutido na escola e o que existe no mundo exterior.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é de caráter quantitativo e foi desenvolvida e aplicada na forma de minicurso de extensão no IFPE *campus* Pesqueira. O minicurso foi disponibilizado para 20 estudantes de 3º ano de Ensino Médio de escolas públicas da comunidade. Para o seu desenvolvimento foram necessárias três aulas.

O minicurso teve início com as seguintes perguntas aos estudantes: Quem acende a luz do poste quando anoitece? Por que as portas de *shopping centers* abrem quando nos aproximamos? Como funciona o sistema de energia solar? Que aspecto essas três situações têm em comum?

Para cada situação os estudantes deveriam atribuir uma palavra-chave que acreditassem ter relação com o fenômeno exposto, enquanto isso, o professor deveria anotar no quadro as respostas obtidas. Vista a grande possibilidade de os estudantes não conhecerem o fenômeno físico envolvido essas respostas não tiveram atribuição de nota. As respostas obtidas serviram de instrumento de avaliação dos conhecimentos prévios e de base para continuação da aula.

4 CONHECENDO A USINA SOLAR

Foi entregue aos estudantes um texto sobre a usina do IFPE, mostrada na Figura 1. Nesse texto era abordado como funciona a usina, o objetivo de sua criação e a importância da captação de energia solar para o *campus*. Após a leitura os estudantes foram conduzidos até um dos painéis solares para observarem como eles funcionam.

Discutiu-se que as células fotovoltaicas são compostas por no mínimo duas camadas de material semicondutor, o silício, dispostas em chapas metálicas, onde uma dessas camadas tem carga positiva e a outra camada tem carga negativa. Quando os raios solares incidem na célula a camada negativa absorve os fótons e libera elétrons para a camada positiva, criando assim uma diferença de potencial e gerando uma corrente elétrica. A corrente elétrica é encaminhada para um dispositivo denominado inversor e jogada na rede de distribuição. O inversor tem a função de converter a energia solar (corrente contínua) em energia elétrica que pode ser usada nas residências (corrente alternada). Nesse momento os poderiam fazer perguntas sobre algo que não ficou claro através da leitura.

Como havia dúvida dos estudantes sobre a diferença entre corrente contínua e alternada, discutiu-se que a diferença entre corrente contínua e alternada está no sentido que os elétrons se movimentam. Na corrente contínua os elétrons se movimentam em um único sentido, dessa forma, para que a corrente elétrica seja conduzida pelo fio é necessária uma força muito grande, o que resulta em grandes perdas de energia. Já na corrente alternada os elétrons trocam de sentido várias vezes, com esse movimento a força necessária para gerar esse tipo de corrente é menor fazendo com que essa corrente consiga atingir valores muito altos. Por ser mais vantajoso, as concessionárias de energia elétrica nos fornecem corrente alternada, dessa forma, motores grandes como o da geladeira são ligados diretamente na corrente e em outros equipamentos que funcionem com tensões baixas de corrente contínua são utilizados os transformadores para fazer essa troca.

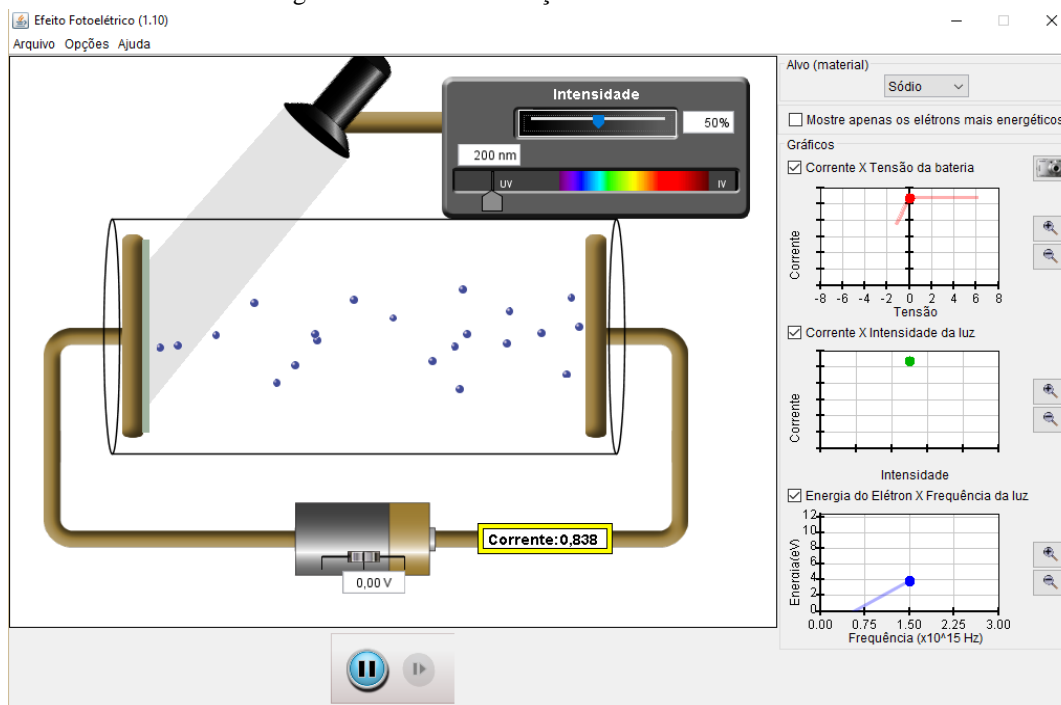
Figura 1 - Usina fotovoltaica do IFPE *campus* Pesqueira.

Fonte: IFPE.

5 SIMULAÇÃO DO EFEITO FOTOELÉTRICO

Como era esperado, os estudantes fizeram muitos questionamentos sobre o que seriam os fótons. Partiu-se então para discussão de como o efeito fotoelétrico ocorre na prática. Para isso se fez necessário o uso de uma simulação no PhET (*Physics Education Technology*) (Veja Figura 2). A simulação foi manipulada somente pelo professor. Inicialmente, foi explicado em que consiste o experimento virtual. O experimento consiste em duas placas condutoras, uma com carga positiva e outra com carga negativa, isoladas do meio externo. Essas placas estão ligadas por uma bateria e próxima a ela existe um amperímetro. Sobre uma das placas está disposto um material, inicialmente o sódio.

Figura 2 - Tela da simulação do efeito fotoelétrico.



Fonte: PhET.

De início, a proposta foi questionar os estudantes sobre o experimento considerando somente os conceitos de Física Clássica, questionando-os sobre a dependência da intensidade na ocorrência do efeito fotoelétrico.

A primeira manipulação se deu com a demonstração de que quando fazemos incidir luz no material disposto sobre a placa e aumentando a sua intensidade elétrons são ejetados em direção à outra placa fazendo surgir uma corrente elétrica. Lembrando que nessa primeira manipulação a intensidade luminosa estava em 50%, a tensão entre as placas era zero e a frequência estava em 400 nanômetros que está entre a região do azul e do violeta.

A próxima etapa se deu com as seguintes perguntas: Se aumentamos a intensidade da luz o que acontece com a corrente elétrica? Voltando para a intensidade inicial, o que acontece com a corrente elétrica se eu mudo o material? A corrente elétrica depende da intensidade?

As respostas dadas pelos estudantes eram previamente escritas no quadro. Mediadas as discussões, o professor mostrou na simulação o que acontecia em cada situação questionada anteriormente. Como houve diferença entre o que os estudantes responderam e o que foi observado na simulação abriu-se espaço para que eles solicitassem o que desejavam ver novamente na simulação. Eles também poderiam solicitar algo que não tivesse sido mostrado. Foi dado mais um tempo para argumentações.

O próximo passo se deu com o propósito de questionar os alunos sobre a dependência da frequência na ocorrência do efeito fotoelétrico. Usando o parâmetro de velocidade inicial, essa etapa se

deu com os seguintes questionamentos: A corrente elétrica depende da frequência? Se mudarmos a frequência para a região do verde o que acontece com a corrente? E para região do vermelho? E se mudarmos o material? Quando a frequência está entre região do ultravioleta o que acontece com a corrente? E se mudamos o material?

Assim como foi feito anteriormente as respostas dadas pelos estudantes eram previamente escritas no quadro e posteriormente o professor mostrou na simulação o que acontecia em cada situação, bem como confrontou os resultados com as respostas dadas pelos anteriormente estudantes.

Os estudantes não conseguiram compreender o motivo de a corrente elétrica na simulação depender da frequência. Como era esperado, eles entendiam que a luz ao incidir no material gerava uma energia capaz de arrancar um elétron da superfície e que quanto mais forte, mais intensa essa luz, maior seria a quantidade de elétrons arrancados e conseqüentemente maior seria a corrente, independente da frequência em essa luz se encontrava. O que mudaria era que com uma menor intensidade os elétrons iriam passar mais tempo para armazenarem a energia necessária para conseguir escapar da superfície.

Foi nesse momento em que se deu início a discussão do que é o efeito fotoelétrico. Fez-se uma breve retomada histórica de como esse fenômeno foi descoberto e o fato dele não conseguir ser explicado pela Física Clássica. Discutiui-se a necessidade da adoção de um modelo corpuscular para a luz para explicar tal fenômeno e a adoção dos fótons de luz ao invés de ondas. Esses aspectos foram sistematizados através da expressão matemática $E = nhf$. Através dela, ressaltou-se a dependência da frequência na energia necessária para arrancar um elétron da superfície, lembrando que cada fóton incidente arranca instantaneamente somente um elétron e que cada material possui uma frequência mínima, a chamada frequência de corte, para que o fenômeno ocorra. Além disso, geralmente essas frequências estão entre a região do ultravioleta, violeta e algumas regiões do azul.

6 APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

Foram citadas e discutidas algumas tecnologias que funcionam a partir do Efeito Fotoelétrico, como os sistemas de contagem de pessoas que passam por determinados locais, os sensores de presença ou movimento, sobretudo, deu-se ênfase nas tecnologias citadas anteriormente na aula. Foram utilizadas algumas imagens para que ficasse mais claro.

6.1 TECNOLOGIA DO POSTE

O acionamento das luzes de iluminação pública se dá pela presença de um sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Esse dispositivo é um tipo de fotocélula que tem a função de perceber se o ambiente está iluminado ou não. No poste, o LDR fica dentro de um circuito de um relé fotoelétrico.

Existe uma pequena abertura para que o LDR perceba a iluminação e abra ou feche o circuito e assim determine se a lâmpada deve acender ou não. Durante o dia, a luz do sol ilumina o LDR fazendo com que o circuito permaneça aberto e as luzes fiquem apagadas. Quando anoitece, a falta da luz solar faz com que o circuito se feche e a lâmpada acenda. Por esse motivo é comum em dias nublados alguns postes acenderem.

Figura 3 - Relé fotoelétrico.



Fonte: www.simonbrasil.com.br

Figura 4 - Circuito interno do relé fotoelétrico.

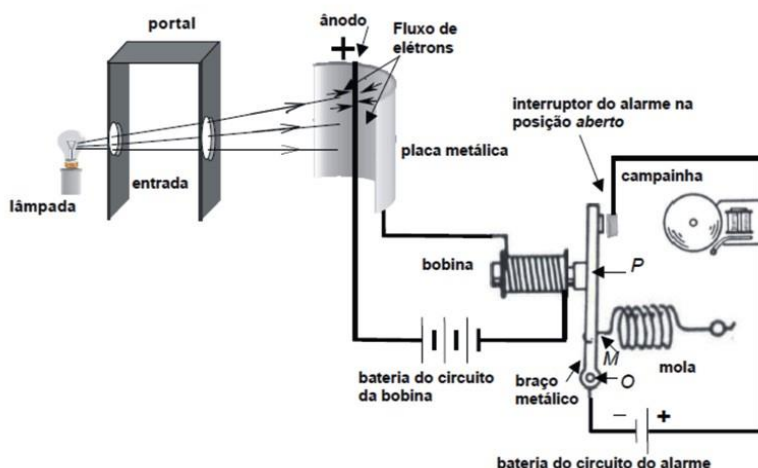


Fonte: www.mundodaeletrica.com.br

6.2 TECNOLOGIA DA PORTA DO *SHOPPING CENTER*

Na porta do *shopping* existe um circuito elétrico que mantém a porta fechada. De um lado, um dispositivo emite radiação eletromagnética. Essa radiação atravessa um orifício presente na lateral da porta e incide em uma chapa metálica que se encontra do outro lado. Quando a chapa é iluminada elétrons são arrancados da superfície. O fluxo de elétrons constitui uma corrente elétrica através do fio que passa por uma bobina que atua sobre um braço metálico e faz o circuito permanecer fechado. Quando uma pessoa se aproxima da porta, um sensor detecta o infravermelho refletido pelo nosso corpo e impede que a radiação eletromagnética incida na chapa metálica. Assim, o circuito é interrompido e faz com que a porta se abra.

Figura 5 - Circuito da porta do shopping center.



Fonte: UFRN.

7 AVALIAÇÃO

Foi entregue aos estudantes uma atividade de avaliação onde eles deveriam responder a algumas questões de cunho teórico, bem como questões relativas às aplicações e a importância do efeito fotoelétrico no nosso cotidiano.

Quadro 1 - Atividade de avaliação.

- 1) De acordo com o que foi discutido durante a aula, através de texto, experimento, simulação e dos conceitos teóricos, responda:
 - Quem acende a luz do poste quando anoitece?
 - Por que as portas de shopping abrem quando nos aproximamos?
 - Como funciona o sistema de energia solar?
 Através dessas perguntas, justifique que aspecto essas situações têm em comum? Explique qual o fenômeno que há por trás de cada uma.
- 2) (UFRGS-RS) Considere as seguintes afirmações sobre o efeito fotoelétrico:
 - I. O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons por uma superfície metálica atingida por radiação eletromagnética.
 - II. O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com a adoção de um modelo corpuscular para a luz.
 - III. Uma superfície metálica fotossensível somente emite fotoelétrons quando a frequência da luz incidente nessa superfície excede certo valor mínimo, que depende do metal.
 Quais estão corretas?
 - a) apenas I. b) apenas II. c) apenas I e II. d) apenas I e III. e) I, II e III.
- 3) (UFSC) Assinale a(s) proposição (ões) correta(s):
 - I. A luz, em certas interações com a matéria, comporta-se como uma onda eletromagnética; em outras interações ela se comporta como partícula, como os fótons no efeito fotoelétrico.
 - II. O efeito fotoelétrico é consequência do comportamento ondulatório da luz.
 - III. A difração e a interferência são fenômenos que somente podem ser explicados satisfatoriamente por meio do comportamento ondulatório da luz.
 - IV. O efeito fotoelétrico somente pode ser explicado satisfatoriamente quando consideramos a luz formada por partículas, os fótons.
 Quais estão corretas?
 - a) I e II. b) I, II e III. c) I, II e IV. d) I, III e IV.
- 4) A partir das aplicações do efeito fotoelétrico citadas durante a aula, explique qual a sua importância para a sociedade? Que contribuições ele traz para o mundo moderno?

Fonte: Própria.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início da intervenção, os estudantes conheciam todas as aplicações citadas e conheciam um pouco sobre energia solar, entretanto, nenhum foi capaz de citar o fenômeno que ocorria por trás dessas tecnologias. Os estudantes já possuíam a resposta pronta de que essas tecnologias, exceto o sistema de energia solar, se baseavam no uso de sensores, mas não sabiam explicar como eles funcionavam. Observou-se que as discussões realizadas sobre a usina permitiram que os estudantes pudessem relacionar o fenômeno físico com a simulação e, a partir disso, compreender melhor outras aplicações tecnológicas presentes no seu dia-a-dia.

No momento em que a simulação foi exposta os estudantes imediatamente fizeram a ligação com a usina solar. O fato de ser possível a visualização, na experiência virtual, das placas com carga positiva e negativa e do material sobre uma das placas, fez com que eles assimilassem com as placas metálicas e o material semicondutor presente nas células fotovoltaicas. Embora os estudantes não estivessem manipulando a simulação, eles poderiam solicitar ao professor que realizasse a experiência mudando os parâmetros da forma como desejassem.

Na atividade escrita, observou-se que a maioria dos estudantes souberam problematizar discutir sobre como a luz do poste acende e apaga, como as portas de shopping abrem quando ficamos próximos a ela.

Na Tabela 1 é possível observar o desempenho dos estudantes ao responder como o efeito fotoelétrico estava presente em cada situação.

Tabela 1 - Resultados do quesito 1 da avaliação.

APLICAÇÃO TECNOLÓGICA	RESULTADOS
Poste	88%
Porta de <i>Shopping</i>	73%
Sistema de Energia Solar	94%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Observou-se que no exemplo da porta de *shopping* os estudantes tiveram desempenho menor em relação às outras aplicações. Pode-se atribuir isso ao fato de que as outras aplicações citadas têm relação com a luz solar, já no exemplo da porta do *shopping* torna-se mais abstrato pensar em um circuito elétrico que abre e fecha de acordo com a radiação refletida pelo próprio corpo.

Na Tabela 2 estão dispostos os resultados para as questões de conteúdo teórico.

Tabela 2 - Resultados dos quesitos 3 e 4 da avaliação.

QUESITO	RESULTADOS
2	95%
3	91%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Como os quesitos dois e três tratavam basicamente do mesmo conteúdo, os estudantes tiveram desempenho próximo. Com isso, se observou que apesar dos quesitos tratarem de conceitos que contradizem os conhecimentos de Física Clássica eles conseguiram compreender o modelo da luz adotado para explicação do efeito fotoelétrico.

Na última questão os estudantes deveriam a partir do que foi estudado durante a intervenção expor suas concepções sobre a importância do efeito fotoelétrico e suas contribuições para o mundo moderno. Dessa forma, adotou-se um modelo de avaliação. Os estudantes foram avaliados de acordo com os argumentos utilizados para responder as perguntas, bem como, clareza e a relação de sua resposta com o que foi discutido durante a aula. Levando em consideração esses aspectos, 75% dos estudantes foram capazes de atender ao que era esperado como resposta.

9 CONCLUSÕES

Os dados obtidos com o instrumento de pesquisa permitiram destacar que a utilização de elementos visíveis e conhecidos pelos estudantes facilitou a compreensão dos fenômenos científicos envolvidos no temas estudado. O papel da simulação também ganhou destaque, pois através desta foi possível a criação de problemas, a confrontação dos argumentos apresentados pelos estudantes com o que posteriormente era observado e a sua sua assimilação com o funcionamento da usina solar especificando sua importância e sua aplicação no cotidiano.

Visto que nem sempre os conteúdos de Física Moderna são contemplados no currículo do Ensino Médio, e que já há uma dificuldade expressiva em compreender conceitos de Física pelo estudantes, a utilização de um recurso que já é reconhecido pelos alunos facilitou tanto a compreensão dos conceitos físicos envolvidos no conteúdo estudado quanto na compreensão da necessidade de se construir um mundo cada vez mais sustentável. Os estudantes foram capazes de compreender que embora caros, esses recursos trazem tanto a facilidade de realizar algumas atividades, como a contagem de pessoas que passam em determinados ambientes, como na economia de água devido os sensores presentes em torneiras, e de energia elétrica devidos aos sensores de presença ou movimento que são instalados em determinados locais.

Desse modo, fica claro que embora os conteúdos de Física Moderna sejam mais complexos que conteúdos de Física Clássica, o uso dessa ferramenta possibilitou que os estudantes se apropriassem

cientificamente de fenômenos que frequentemente ocorrem no seu dia-a-dia. Fazemos a ressalva de que embora nem todos os espaços escolares tenham um usina solar, a simulação pode ser um forte aliado para o ensino e aprendizagem desses conceitos.

REFERÊNCIAS

PINTO, C. A. É possível levar Física Quântica para o Ensino Médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n.1, p. 7-34, abr. 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/%25x>.

VALADARES, E. C., MOREIRA, A. M. Ensinando Física Moderna no Ensino Médio: Efeito Fotoelétrico, Laser e Emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 2, ago. 1998. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/305130/mod_resource/content/1/FM%20-%20ensino.pdf.

CONIF - Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. IFPE inaugura usina solar fotovoltaica em Pesqueira, 2016. Disponível em: <http://portal.conif.org.br/ultimas-noticias/805-ifpe-inaugura-usina-solar-fotovoltaica-em-pesqueira.html>. Acesso em 07 de setembro de 2016.

IFPE - Instituto Federal de Pernambuco. Energia sustentável: *Campus* Pesqueira implanta usina fotovoltaica, 2016. Disponível em: <http://www.ifpe.edu.br/imprensa/banco-de-pautas/energia-sustentavel-campus-pesqueira-implanta-usina-fotovoltaica>. Acesso em: 07 de setembro de 2016.

IFPE - Instituto Federal de Pernambuco. IFPE - Pesqueira se torna centro de referência em energia solar, 2020. Disponível em: <https://portal.ifpe.edu.br/campus/pesqueira/noticias/ifpe-pesqueira-se-torna-centro-de-referencia-em-energia-solar>> Acesso em: 05 de outubro de 2020.

SASSERON L. H. Alfabetização Científica e documentos oficiais brasileiros: Um diálogo na estruturação do ensino da Física. *In*: CARVALHO, A. M. P., *et al.* **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

ALBAGLI, S. Divulgação científica: Informação científica para a cidadania? **Revista Ciência da Informação**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 396-404, set./dez. 1996. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/639>.

MASSARANI, L. Comunicação da ciência e apropriação social da ciência: Algumas reflexões sobre o caso do Brasil, **Uni-pluri/versidad**, Colômbia, v. 12, n. 3, 2012. Disponível em: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/unip/article/view/15161>.

ANDRADE, A. M. R.; CARDOSO, J. L. R. Aconteceu, virou manchete. **Revista Brasileira de História**. São Paulo, v. 21, n. 41, p. 243-264. 2001.

ZANCAN, G. T. Educação científica: Uma prioridade nacional. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000300002>.

LIMA, A. G. B. B. S.; MARQUES, F. H. C.; CARVALHO, R. B. Projeto vida: Educação científica para estudantes do ensino fundamental anos iniciais. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 16025-16035, sep. 2019. Disponível em: DOI:10.34117/bjdv5n9-165.