

## **ABORDANDO O EFEITO FOTOELÉTRICO ATRAVÉS DA CONFECÇÃO DE UMA LIXEIRA AUTOMÁTICA CASEIRA**

Elson Fernando Damaso de Araújo; Tâmara R. Oliveira Lima e Silva

*Departamento de Física, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Campina Grande / [elsonfernando@oi.com.br](mailto:elsonfernando@oi.com.br)*

### **Introdução**

Neste trabalho, uma pequena lixeira convencional (tipo balcão de cozinha) foi confeccionada, como proposta didática de atividade experimental em Ensino de Física, com o intuito de se abordar o efeito fotoelétrico em sala de aula através de uma aplicação da Física Moderna no cotidiano.

O efeito fotoelétrico [1] é a emissão de fótons por um material, geralmente metálico, quando este é exposto a radiação eletromagnética de frequência suficientemente alta (dependendo do material) para que haja energia cinética para os elétrons serem ejetados e possamos ter realização de trabalho. Os elétrons ejetados são denominados fotoelétrons, de onde origina o nome do efeito.

Einstein, em 1905, explicou devidamente este efeito e com isso ganhou o Prêmio Nobel. Ele explicou que a intensidade de luz é proporcional ao número de fótons e que, como consequência, determina o número de elétrons a serem arrancados da superfície da placa metálica [2]. Quanto maior a frequência, maior é a energia adquirida pelos elétrons, assim eles saem da placa; e abaixo da frequência de corte, os elétrons não recebem a energia necessária para sair da placa.

Além de ser uma proposta de atividade em sala de aula, o aparato construído também visa a divulgação científica de conceitos de Óptica, Eletrônica e Física Moderna [1] em mostras científicas, oficinas e minicursos, beneficiando o público estudantil e profissionais de educação em ciências do Ensino Médio e Graduação.

Destacamos aqui que os circuitos e conexões do aparato deste projeto foram confeccionados do zero, isto é, não compramos uma lixeira automática nem reutilizamos suas partes. A lixeira da proposta aqui apresentada foi desenvolvida a partir de uma lixeira manual comum, projetando-se um circuito a ser conectado à mesma fazendo-se uso de sensores fotoelétricos que permitem que ela se abra com a aproximação de um objeto. É importante frisar que todo o processo é importante para que os estudantes possam compreender de maneira lúdica os conceitos associados à óptica ligada ao efeito fotoelétrico, pois eles têm a oportunidade de entrar em contato literalmente com os dispositivos utilizados na confecção das placas eletrônicas.

### **Metodologia**

A construção desse dispositivo se deu a partir de circuitos que usam sensores ópticos (ou fotoelétricos), também conhecidos como fotocélulas [3], que são sensores cujo funcionamento baseia-se na emissão de um feixe de luz, o qual é recebido por um elemento fotossensível. Basicamente as fotocélulas são divididas em três tipos: de barreira, de difusão e de reflexão (caso deste trabalho).

Uma grande quantidade de dispositivos de controle em máquinas industriais, automação em prédios, etc., utilizam esses sensores. Uma das vantagens percebidas nesse tipo de sensores é o fato de serem desnecessário contatos mecânicos, evitando desgastes de peças e, conseqüentemente, reduzindo consideravelmente o número de falhas.

O aparato deste trabalho usa como sensor um par conjugado de um LED (diodo emissor de luz) emissor de raios infravermelhos (semelhante aos dos controles remotos usados em aparelhos eletrodomésticos) e um fototransistor [4]. Embora o fototransistor (utilizado neste projeto) tenha o aspecto físico semelhante um LED, eles são dispositivos de natureza distinta. Os dois terminais, que no LED seriam o catodo e o anodo, no fototransistor referem-se ao emissor e coletor. O terceiro terminal, a base, é justamente a parte sensível à luz (a junção PN) [5]. O fototransistor funciona baseado no fato de que a corrente numa junção PN polarizada no sentido inverso varia com a luz que nela incide. Essa luz libera portadores de carga que se somam à corrente de fuga. Assim, aproveita-se essa corrente de fuga entre o coletor e o emissor, a qual depende da luz incidente na junção, ou seja, na base.

As correntes que se obtêm desses sensores quando são iluminados são muito baixas, exigindo circuitos de grande amplificação para acionamento de dispositivos de potência [6]. A principal vantagem dessas fotocélulas está na sua elevadíssima velocidade de resposta, o que torna esse tipo de sensor ideal para medir inclusive rotação de peças em alta velocidade.

Para excitar os sensores citados a cima, são usadas as mais diversas fontes de luz. O principal ponto a ser observado na escolha da fonte de luz que vai excitar um determinado sensor é a sua curva espectral de emissão que deve coincidir com a curva espectral da resposta do sensor [7] [8], isto é, de nada adianta iluminar o sensor sensível a uma fonte infravermelha que ele não consegue detectar.

É interessante observar que a maioria dos sensores citados pode “ver” radiação tanto na faixa do infravermelho quanto do ultravioleta, o que permite que a fonte de luz em alguns casos seja **invisível** aos olhos humanos, como no caso da lixeira automática deste trabalho.

É importante salientar também que, nos casos em que a fonte emissora e o sensor ficam muito longe um do outro, devem ser usados recursos ópticos para aumentar a sensibilidade. O mais comum é o uso de lentes convergentes, mas podem ser usados também prismas e filtros especiais [8].

## **Resultados e Discussão**

Basicamente, para a lixeira funcionar, o diodo emissor de infravermelho emite raios ao receptor (no nosso caso o fototransistor), e é nesse momento que o efeito fotoelétrico entra em ação; é importante salientar que essa emissão é indireta uma vez que sensor e o LED estão fisicamente em paralelo, ou seja, a recepção dos raios depende de que o usuário se aproxime do aparato para que ele funcione. Além disso, é necessário um amplificador operacional (LM 741), neste caso funciona como um pré-amplificador que aciona um gatilho. O gatilho (trigger) é um relé acionado por um outro amplificador simples, transistorizado que, por sua vez, é excitado pelo sinal recebido do amplificador operacional [6].

A comunicação com a tampa da lixeira é feita por uma trava elétrica (daquelas usadas nos automóveis), que é o acionamento do sistema propriamente dito e que, por sua vez, é acionado pelo relé, cujos contatos suportam uma corrente de até 15 A numa tensão de 12 V.

Duas fontes alimentam o sistema: 5V vão para o sistema óptico-fotoelétrico e o amplificador operacional e, 12V x 3A para o acionamento da trava elétrica.

Temos ainda, um outro circuito que está intrinsecamente ligado ao amplificador transistorizado que é o temporizador que permite que a tampa permaneça aberta por aproximadamente 15 segundos logo após acionamento. E, por fim, um circuito de pulso (PWM) [7] ligado à fonte de 12V, responsável por reduzir a

rotação do motor da trava elétrica, sem perder potência, cuja finalidade é de apenas de reduzir o efeito de torque, ou seja, evitar que a tampa dê aquele “supapo” para traz, que pode até fazer com que a lixeirinha tombe.

### **Conclusões**

Por meio da tecnologia envolvida na fabricação da lixeira é possível introduzir aos estudantes conceitos da optoeletrônica e conectar seu uso a aplicações da Física Moderna. Dessa forma o aparato, que foi desenvolvido como proposta de atividade experimental em Ensino de Física, pode ser usado didaticamente nas aulas sobre efeito fotoelétrico no Ensino Médio e Graduação e como instrumento de divulgação científica em oficinas nas áreas de óptica e eletrônica.

### **Referências**

- [1] BREHM, J. **Introduction to the Structure of Matter**, 1a. edição, Wiley, 1989.
- [2] NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica - Ótica, Relatividade, Física Quântica - Vol. 4**, 2a. edição, Blucher, 2014.
- [3] BRAGA, N. C. **Como funcionam os sensores fotoelétricos**, Disponível em: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/4883-art644>. Acesso em: 27 Maio 2018.
- [4] REZENDE, S. **Materiais e Dispositivos Eletrônicos**, 1a. edição, Livraria da Física, 2004.
- [5] WILSON, J. e HAWKES, J. E. B. **Optoelectronics**, Prentice Hall, 1992.
- [6] CRUZ, E. C. A. e CHOUERI JR., S. **Eletrônica Aplicada**, 2a. edição, Editora Érica, 2008.
- [7] LOUREIRO, H. A. e FERNANDES, L. E. P. **Laboratório de Dispositivos Eletrônicos**, Guanabara Dois, 1982.
- [8] FOWLES, G. R. **Introduction to Modern Optics**, 2a. edição, Dover Science, 1989.