
ENSINANDO FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA COM MATERIAIS DO COTIDIANO: UMA PROPOSTA DE AULAS PARA O ENSINO MÉDIO

TEACHING MODERNE AND CONTEMPORARY PHYSICS WITH DAILY MATERIALS: A PROPOSAL FOR HIGH SCHOOL CLASS

Jânio de Sousa Leal¹
Haroldo Reis Alves de Macêdo²

Resumo

A Física Moderna e Contemporânea é uma parte da Física pouco explorada no Ensino Médio, mesmo estando previstos nos documentos legais e cada vez mais presente na vida cotidiana da maioria da população através dos diversos recursos tecnológicos disponíveis. Os estudantes usam esses recursos, mas não sabem como funcionam. A fim de contribuir para o estudo da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio propomos uma transposição didática através do uso da experimentação com materiais de baixo custo, fácil aquisição e rápida montagem. Montamos três experimentos sobre o efeito fotoelétrico e suas aplicações no cotidiano, tal como o funcionamento dos controles remotos e acionamento automático de equipamentos. Os experimentos foram aplicados em sala de aulas na 3^o série do Ensino Médio e realizada uma explicação dos fenômenos observados. Verificamos um maior engajamento e interesse dos alunos o que nos levou a considerar nossa proposta como uma contribuição viável ao ensino de Física Moderna e Contemporânea de forma experimental para o ensino médio.

Palavras chave: FMC; Ensino Experimental; Efeito Fotoelétrico; Proposta Didática.

Abstract

Modern and Contemporary Physics is a part of Physics that is little explored in High School, even though it is provided for in legal documents and increasingly present in the daily lives of the majority of the population through the various technological resources available. Students use these features but don't know how they work. In order to contribute to the study of Modern and Contemporary Physics in High School, we propose a didactic transposition through the use of experimentation with low cost materials, easy acquisition and quick assembly. We set up three experiments on the photoelectric effect and its applications in everyday life, such as the operation of remote controls and automatic activation of equipment. The experiments were applied in the 3rd year of high school and an explanation of the observed phenomena was

¹ Mestre em Ensino de Física pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

² Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atualmente, é professor do Instituto Federal do Piauí (IFPI) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais do IFPI.

carried out. We verified a greater engagement and interest of the students, which led us to consider our proposal as a viable contribution to the teaching of Modern and Contemporary Physics in an experimental way for high school.

Keywords: MCP; Experimental Teaching; Photoelectric Effect; Didactic Proposal.

Introdução

Com a facilitação dos recursos tecnológicos atuais, o ensino de Física deveria está associado à realidade e a vivência do aluno. Sendo a Física um importante aliado no desenvolvimento atual da sociedade é fundamental que o aluno conheça a sua aplicabilidade de modo a entender o cotidiano em paralelo com competências e habilidades que devem ser desenvolvidas ao longo do processo de ensino-aprendizagem (BRASIL, 1999; BRASIL, 2006).

Diante disso, a melhor maneira para adquirir essas competências, seria propor o ensino a partir de um enfoque interdisciplinar entre as ciências da natureza e suas tecnologias (BRASIL, 2017), abordando a Física com o cotidiano através de experimentações práticas que retratem uma concepção mais concreta dos fenômenos físicos e do mundo contemporâneo. Pois como diz Freitas (2017), pode ser inviável trabalhar os conceitos, matemáticos complexos da física moderna e contemporânea para alunos do ensino médio.

A Física não deve ser apresentada ao jovem de modo que ele seja simplesmente informado de sua existência, mas deve ser como um conhecimento que se transforma, como uma ferramenta capaz de modificar suas formas de pensar e agir (BRASIL, 2017). Sabendo disso e unindo às diferentes realidades vividas no Brasil a Física Moderna e Contemporânea, responsável pelo desenvolvimento de diversas aplicações tecnológicas atuais não pode ser suprimida, nos estudos de nível médio. Veloso et al. (2022) apresentam um resumo de trabalhos sobre o tema que trazem diversas sugestões de formas de serem trabalhadas no Ensino Médio.

O professor de Física na atualidade, tem encontrado ao longo do seu trabalho diversas dificuldades com relação ao ensinar de maneira que o aluno compreenda os fenômenos físicos a partir de análises críticas dos conteúdos com o cotidiano, mais precisamente por meios experimentais, ou seja, procurando meios de fazer uma ponte entre a Física da sala de aula e a do cotidiano (VALADARES e MOREIRA 1998).

Quanto ao ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC), essa análise crítica por parte dos discentes fica ainda mais equivocada, pois esses conteúdos não estão acessíveis a eles, e em alguns casos são negligenciados pelo professor, pois segundo Monteiro et al. (2013) os professores não se sentem preparados, uma vez que em sua formação não adquiriram autonomia suficiente para ensinar tais conteúdos. A influência crescente dos conteúdos de FMC para o entendimento do mundo atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define por si só, a necessidade de debater e estabelecer as formas de abordar tais conteúdos no ensino médio (TERRAZZAN 1992).

Devido a esses fatos, o professor de Física atual deve procurar meios inovadores de ministrar suas aulas; recorrendo a experimentos que visam uma abordagem do conteúdo a partir da prática, fugindo assim da abstração e direcionando os alunos a analisar os fenômenos físicos na prática; que causam curiosidade e respectivamente interesse, mantendo um enfoque na relação teoria-experimento (AZEVEDO, et al., 2009). Para Santos e Pires (2017) o professor deve ser um facilitador do processo de ensino-aprendizagem guiando e instigando a curiosidade e a autonomia intelectual do aluno.

A produção de materiais didáticos que visem uma abordagem de forma compreensível sobre tópicos de FMC, deve ser a partir do Ensino Médio, enfatizado a relação ciência, tecnologia e sociedade de forma que os alunos percebam os conhecimentos científicos no contexto de suas aplicações tecnológicas (OSTERMANN e MOREIRA, 2000).

Deste modo, gradativamente será inibida a dificuldade na Matemática, uma vez que o aluno perceberá a necessidade de conhecimentos de Física para compreensão dos fenômenos, passando a interessar-se em aprendê-la simplesmente por curiosidade e, assim extinguirá o preconceito com a referida disciplina (OSTERMANN e MOREIRA, 2000). Ressalta-se que os experimentos problematizadores têm um papel importante como elo entre os conteúdos que se quer ensinar e os conhecimentos e experiências que os alunos possuem (AZEVEDO, 2009).

É necessário resgatar o interesse dos alunos pela Física (VALADARES, 1998). Desta forma, justifica-se a necessidade de realização de projetos como o que apresentamos, cujo objetivo é minimizar o preconceito e a dificuldade dos alunos

quanto ao processo de ensino-aprendizagem de FMC e, dessa forma desmistificar muitos aspectos referentes ao cotidiano do estudante adquirido através do senso comum, pois alguns de seus aspectos serão indispensáveis para permitir aos jovens uma compreensão mais abrangente do mundo e sobre como se constitui a matéria, de que forma funcionam utensílios tecnológicos tais como: cristais líquidos, lasers e transistores, bem como o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores (BRASIL, 2017; TAVOLARO, 2007).

Para tanto construímos experimentos de baixo custo e de rápida montagem para mediar o ensino sobre o efeito fotoelétrico e suas aplicações cotidianas promovendo ao final uma discussão sobre a eficácia dos experimentos e da metodologia utilizada.

Metodologia

Os materiais utilizados na construção dos experimentos estão listados no quadro 1.

Quadro 1: Lista de materiais utilizados na construção dos experimentos

•	Etil vinil acetato (EVA);
•	Estilete;
•	Fita adesiva;
•	2 Pilhas de 1,5 volts;
•	Diodo emissor de luz (LED) com emissão na faixa do infravermelho;
•	Grampeador de papel com grampos;
•	4 Clipes de papel;
•	Lâmpada incandescente de 100 watts com soquete com plugue padrão para tomada;
•	Fio flexível 0,5 mm encapado
•	Lanterna de LED;
•	Resistor (observar os valores nominais do LED).
•	Mini abajur com um LED emissor de luz visível e de acendimento automático fotovoltaico através de um LDR (resistor variável com a luz);
•	Voltímetro com sensibilidade de décimos de volts.
•	Celular – câmera fotográfica

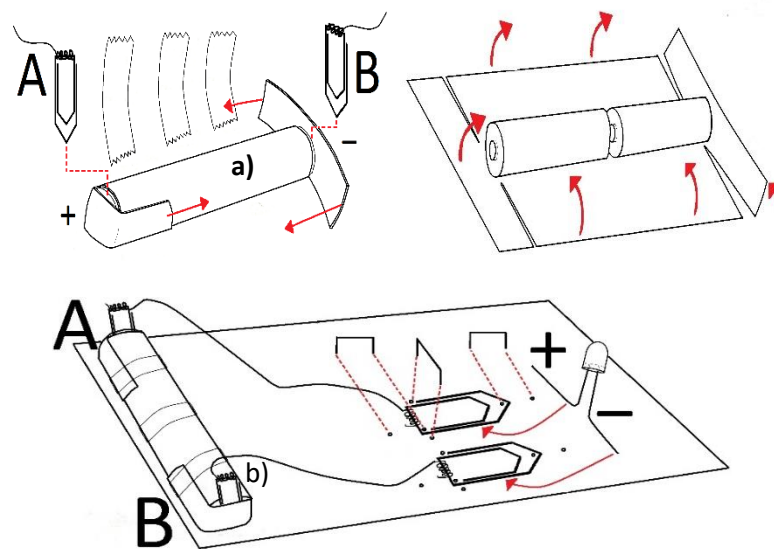
Fonte: Os autores (2023).

Emissor de luz infravermelha de montagem rápida

Um circuito em série contendo um LED infravermelho e duas pilhas, foi construído numa base de EVA de modo que os contatos metálicos entre os componentes foram estabelecidos enrolando as pontas dos fios (desencapados e

lixados) nos cliques, e fixados com um grampeador de acordo com a Figura 1. Na figura 1a, os cliques devem prender os terminais do LED onde o terminal mais comprido deve ser polarizado positivamente e o menor negativamente. O circuito pode ser facilmente ligado ou desligado com a ação de colocar ou puxar o clipe A ou B, ou ainda fazendo isso com o diodo, que também é acessível para troca (figura 1b). Uma câmera digital comum foi utilizada para detectar a emissão infravermelha e, também para explicação do efeito fotoelétrico que explica seu funcionamento.

Figura 1: a) montagem do porta pilhas; b) circuito e conexões

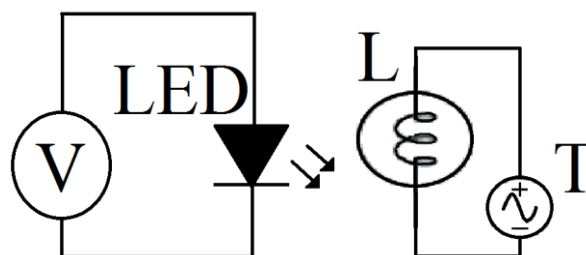


Fonte: Os autores (2023).

Dispositivo detector de luz

No circuito da figura 1b, o porta-pilhas foi substituído pelo volímetro (V), usando os cliques A e B para prender suas pontas de prova, e a lâmpada (L) devidamente instalada no soquete e plugada na tomada (T), ligada de modo que a luz incidia no LED, cujo esquema elétrico é mostrado na Figura 2.

Figura 2: Esquema elétrico do circuito detector de luz



Fonte: Os autores (2023).

O experimento foi realizado em uma sala de aula com baixa luminosidade incidindo inicialmente no LED, antes do acendimento da lâmpada. O LED neste caso se comporta como uma célula fotovoltaica. Também foi reproduzido em laboratório auxiliado por um computador com um dispositivo conectado por uma interface *Universal Serial Bus* (USB) que por sua vez possuía um sensor de tensão acoplado com limites de + 5 volts e -5 volts com sensibilidade entre +200 mV e -200 mV. O software utilizado foi o CidepeLAB versão 4.17 com a finalidade de captura dos dados.

Funcionamento de dispositivos com acionamento fotovoltaico

Um mini abajur automático bivolt com LDR (resistor dependente da luz) foi usado tal como ele é ligado numa tomada para explicar seu princípio de funcionamento. Na primeira situação a luz não foi incidida diretamente sobre o LDR (figura 3), já na segunda montagem a lanterna foi posicionada de modo que a luz incidisse diretamente sobre o LDR, conforme a figura 4.

Figura 3: Dispositivo com funcionamento através do LDR em ausência de luz sobre ele



Fonte: Os autores (2023).

Figura 4: Dispositivo com funcionamento através do LDR com incidência de luz sobre ele



Fonte: Os autores (2023).

Resultados e discussões

Foi construído o experimento mostrado na figura 1b e ao ligá-lo verificou-se que não era possível observar o acendimento do LED infravermelho a olho nu, mas sim com o auxílio de uma câmera fotográfica. A partir dessa observação explicou-se o princípio da emissão de fótons em frequência infravermelha, exemplificando com os dispositivos disponíveis em casa, como, o controle remoto de uma televisão.

Com auxílio de uma câmera fotográfica digital (do celular) a luz invisível ao olho humano emitida pelo LED, foi observada. A explicação dada foi que a câmera consegue captar a luz emitida pelo LED infravermelho e exibi-la através de luz visível na tela, pois possui um *chip charger-coupled device* (CCD) que é sensível a luz e usa os princípios do efeito fotoelétrico, onde cada pixel da câmera (*chip*) funciona como uma célula fotoelétrica (sensor). O circuito foi comparado a um controle remoto que emite pulsos de radiação infravermelha curtos e longos, representando um código binário, enquanto o aparelho controlado possui um pequeno chip que contém células fotoelétricas (assim como a câmera) para este tipo de radiação, ao detectar os pulsos de luz, decodifica o sinal, assim pode-se realizar a tarefa correspondente.

Para o experimento da figura 2, foi observado que o voltímetro indica uma diferença de potencial e a explicação dada foi que a lâmpada emite fótons de frequências diferentes promovendo a presença de elétrons livres na superfície metálica do interior do LED, podendo formar uma corrente fotoelétrica similar as placas fotovoltaicas usadas para transformar luz solar em energia elétrica.

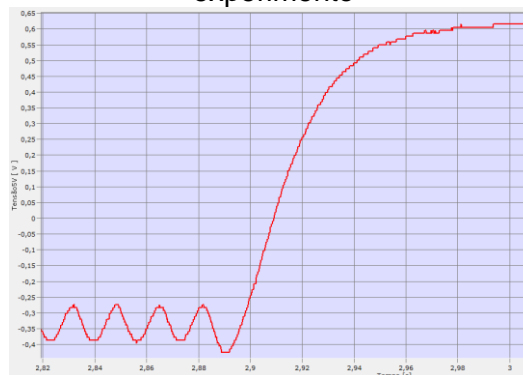
O LED tem a função principal de emitir luz, ou seja, fótons. Essa emissão ocorre nesses diodos por causa da corrente elétrica que atravessa sua junção p - n. Devidamente polarizada os elétrons saltam de um lado para o outro e, quando chegam preenchem os lugares com carência de elétrons chamados de buracos e assim nesse instante uma energia é liberada em forma de fóton para cada elétron que ocupa um buraco. O inverso acontece quando a junção absorve energia em forma de fótons provenientes da lâmpada ligada (HALLIDAY, 2016).

Devido a isso, quando a junção absorve energia, instantaneamente o voltímetro digital acusava mudança de tensão ($6,0 \times 10^{-1} \text{V}$), lembrando que o efeito fotoelétrico é instantâneo, sendo que inicialmente estava indicando uma diferença de potencial aproximadamente igual a zero nos terminais do diodo. Em local escuro e o

LED sendo infravermelho também é possível identificar variação da tensão pela aproximação de corpos com temperatura acima da temperatura do ambiente, pois estes emitem radiação infravermelha.

Na Figura 5 mostramos o gráfico de tensão em função do tempo medido na interface USB em intervalos antes e depois de ligar a lâmpada. Os dados obtidos por ambas as maneiras (com o voltímetro comum e o outro USB) entraram em coerência apresentando uma precisão satisfatória. A voltagem varia aproximadamente entre $-4,3 \times 10^{-1}$ V e $6,2 \times 10^{-1}$ V de acordo com o gráfico, e a curva se estabeleceu em um intervalo de tempo médio de $1,1 \times 10^{-1}$ s até ficar com valor constante na tensão máxima atingida.

Figura 5: Gráfico da tensão em função do tempo nos terminais do LED do segundo experimento



Fonte: Os autores (2023).

Realizando o experimento das figuras 3 e 4, onde ao incidir luz no LDR o LED emissor de luz visível apaga e ao cessar a incidência de luz visível no LDR o LED acende. A explicação dada foi que o LDR possui uma fina película de sulfeto de chumbo ou de cádmio (semicondutores) entre os terminais para condução da corrente elétrica, seu intervalo de sensibilidade em relação ao comprimento de onda da luz, varia conforme a fabricação desse sulfeto (GTA, 2022; FARNELL, 2022). Elétrons dos átomos desse material entre os terminais do componente podem absorver fótons e promover elétrons a níveis de energia diferentes, ou seja, promovê-los a serem elétrons livres aumentando o número de elétrons de condução da corrente elétrica. Portanto a resistência elétrica diminui na incidência de luz e aumenta na ausência dela. Essa absorção da energia (E) dos fótons dada por $E = hf$ depende da frequência (f) e só promoverá esses elétrons quando $E = hf > \Phi$, sendo Φ (função

trabalho) uma energia mínima que varia com tipo de material e a constante de Planck ($h \cong 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg} / \text{ s}$).

Diversas são as aplicações de automatização através do LDR: em sistemas de segurança, sensores de presença, alarmes com feixe de laser, controle de aquisição de dados por meio de máquinas industriais, portas, iluminação pública e controle intensidade de luz em telas de aparelhos (tabletes) com base no ambiente. O mesmo foi utilizado para explicar o princípio de funcionamento de diversos dispositivos do nosso cotidiano (o próprio LDR), tudo isso explicado a partir de embasamento na FMC experimental.

Conclusões

Verificamos um maior engajamento e interesse dos alunos de forma que consideramos viável e proveitoso lecionar FMC experimentalmente com a metodologia proposta. Esperamos dessa forma que nossa proposta possa contribuir significativamente como uma ferramenta aos docentes que queiram ensinar FMC e aos estudantes do Ensino Médio. Sugerimos a partir desse trabalho o incentivo da transposição didática de Física Moderna através de experimentos de baixo custo como meio viável e alternativo, que relaciona a FMC com o cotidiano através da explicação do funcionamento de dispositivos comuns nos lares dos estudantes.

Referências

AZEVEDO, H.L.; JÚNIOR, F.N.M.; SANTOS, T.P.; CARLOS, J.G.; TRANCREDO, B.N. O uso do experimento no ensino da Física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, (2009).

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC (1999).

BRASIL. **Coleção Explorando o Ensino: Física**. MEC (2006).

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

FARNELL. **Data sheet, NORPS-12, CdS Photocell** (características técnicas: LDR). Disponível: em. <<http://www.farnell.com/datasheets/491819.pdf>> Acesso em 02/2/2022.

FREITAS, Bento Filho de Sousa. **Análise de um plano de ensino sobre física de partículas no ensino médio**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/D.81.2018.tde-07072017-144515. Acesso em: 2023-02-07.

GTA. Grupo de Teleinformática e Automação da UFRJ. **Constituição do LDR**. Disponível: em. <http://www.gta.ufrj.br/grad/01_1/contador555/ldr.htm> Acesso em 02/2/2022.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Óptica e Física Moderna**. LTC. Rio de Janeiro (2016).

MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; FILHO, J. B. B. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e a formação de professores: desencontros com a ação comunicativa e a ação dialógica emancipatória. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/135134>>.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v.5, n. 1, p 23-48, 2000.

SANTO, S.C.E.; PIRES, M.O.C. Proposta de uma UEPS para o ensino de semicondutores e funcionamento do LED. In: **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Carlos, São Paulo, 2017.

TAVOLARO, C.R.C.; CAVALCANTE, M.A. **Física moderna experimental**. Editora Manole Ltda. São Paulo (2007).

TERRAZZAN, E.A. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º Grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. V.9, n. 3, p. 209-214, 1992.

VALADARES, E.C.E; MOREIRA, A.M. Ensinado Física Moderna no segundo grau: Efeito Fotoelétrico, Laser e Emissão do Corpo Negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.15, n.2, p. 121-135, 1998.

VELOSO, J.C.; SOUSA, M.V.S.; MACÊDO, H.R.A. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio: uma breve revisão bibliográfica. **EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação**, [S. l.], v. 9, p. 1–27, 2022. DOI: 10.26568/2359-2087.2022.6151. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/article/view/6151>. Acesso em: 29 jan. 2023.