



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

SERMOS DOMINGOS DA CONCEIÇÃO

**UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO DO EFEITO
FOTOELÉTRICO PARA O ENSINO MÉDIO.**

REDENÇÃO-CE

2023

SERMOS DOMINGOS DA CONCEIÇÃO

**UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO DO EFEITO
FOTOELÉTRICO PARA O ENSINO MÉDIO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Física, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciado em Ciências da Natureza e Matemática - Habilitação em Física.

Orientador: Prof. Dr. Aurélio Wildson Teixeira de Noronha

REDENÇÃO-CE

2023

Dados da Catalogação na Publicação
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – Biblioteca da
UNILAB

**Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB**

Catalogação de Publicação na Fonte.

Conceição, Sermos Domingos da.C744p

Uma proposta experimental de baixo custo do efeito fotoeletrico para ensino médio / Sermos Domingos da Conceição. - Redenção, 2023.

47f: il.

Monografia - Curso de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Aurélio Wildson Teixeira de Noronha.

1. Física Moderna - Ensino. 2. Efeito fotoelétrico. 3. Experimento de baixo custo. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 539

SERMOS DOMINGOS DA CONCEIÇÃO

UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO DO EFEITO FOTOELÉTRICO PARA O ENSINO MÉDIO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Física, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciado em Ciências da Natureza e Matemática - Habilitação em Física.

Orientador: Prof. Dr. Aurélio Wildson Teixeira de Noronha.

Aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Aurélio Wildson Teixeira de Noronha (Orientador). Professor da universidade da integração internacional da lusofonia Afro-Brasileira -UNILAB.

Profa. Dra. Mylene Ribeiro Moura Miranda (Examinador).
Professora da universidade da integração internacional da lusofonia Afro-Brasileira -UNILAB

Prof. Me. Antônio Luan Ferreira Eduardo (Examinador).
Professor da Secretaria de estado de educação do Ceará- SEDUC.

DEDICATÓRIA

Nesta hora da dedicatória surgem muitas ideias quanto às pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para este momento que é a conclusão do curso. Porém, começo por dedicar ao meu pai senhor Zacarias da Conceição, que me resta apenas dizer: papá meu muito obrigado (TUA SAKIDILA) por tudo que fizeste e fazes por mim e me resta apenas lhe deixar orgulhoso de todos os esforços implementado na minha formação como homem e profissional. A minha mãe senhora Maria Domingos. O que falar da mamã? Vai faltar palavras pra descrever tudo aquilo que significas para mim, mas saiba que todas as noites eu sentia a oração da mamã a pedir a Deus para me guiar e cuidar em todos os passos que eu desse. Aos meus irmãos (Maravilha, Joana, Zanessima e Antônio), só eu sei as dificuldades que vocês passaram pra este dia se tornar uma realidade e felizmente com ajuda de Deus e das vossas orações conseguimos finalizar essa etapa da graduação. A Lúcia Domingos Kiala (In memorian) minha amiga/irmã, sei o quanto estarias feliz com esse feito porque sempre acreditaste no meu potencial e esse trabalho é todo dedicado a ti. Aos meus companheiros de luta que a UNILAB me proporcionou que infelizmente, pela ironia da vida, tiveram que partir tão cedo deste mundo sem antes concretizarem a tão sonhada graduação/Licenciatura Jailson José Mafra (Guiné-Bissau), Sandro Vieira Poxe Dongala (Angola) e Wilma Maria Lourenço Cassambe (Angola) o meu muito obrigado pela bravura e determinação que vocês tiveram de passar o oceano atlântico e virem atrás dos vossos sonhos e que o Ngana Nzambi e os ancestrais continuem a vos cuidar e que aqui sempre faremos o possível de manter as memórias vivas no nosso meio acadêmico. Aos primos, amigos e conhecidos e todas as crianças do meu bairro (CAZENGA-SUCATA) que me têm como referência, foram vocês que me fortificaram em momentos que pensei em desistir porque nada foi fácil, mas vocês mostraram pra mim que nada é impossível. Por isso, essa vitória é no plural porque pertence a todos que meteram um dedo nisso, desde apoio moral ao financeiro. Estamos juntos e nos resta apenas festejar e, em breve, nos veremos para termos aquele momento histórico.

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer a Deus pela oportunidade que me concedeu de ser considerado um homem formado. A UNILAB por me prestigiar uma formação de qualidade e me tornar um profissional pronto a cumprir e pôr em prática todo aprendizado ao longo desses 5 anos que tive dentro dos estabelecimentos dos Palmares, Auroras e Liberdade.

Agradecer aos meus companheiros e amigos de curso que fiz no passar dessa graduação Gaspar Domingos Luís, Mauro Ernesto Jorge e Domingos Fernandes Vicente vos levarei pra vida toda.

Os meus votos de agradecimento vão para pessoas que contribuíram e muito para que esse momento se tornasse uma realidade, Vicente Miúdo Kimbamba, Aragão Fonseca Dos Santos, Hélio Wember Neto Cristóvão, Armindo José, Sebastião Afonso Pinto, Maria Pereira De Jesus, Belarmina Tchissola, Adriana Chianica Joaquim e uma pessoa muito especial que acompanhou a minha reta final a querida Ster Joveth Mukixi, o meu muito obrigado por todos os momentos que vocês proporcionaram para mim.

Ao Álvaro Gonçalves Jaime, pelo companheirismo destes 5 anos que compartilhamos moradia, ao Moniz Neves Manuel, Miguel Manuel Cassoma, Nicolau Das Neves e José Teca Pereira, que de forma direta ou indireta compartilhamos momentos muitos bons.

Ao meu clube de Judô que foi um pilar determinante principalmente na fase da pandemia, ao Manuel Francisco Camenga, Adilson Morgado Cabaça, Leonildo David Toco, Brumar Finda Manuel, Amarildo Gomes Divas, Isabel de Oliveira.

Ao meu orientador Aurélio Wildson Teixeira de Noronha, o meu muito obrigado por aceitar esse desafio e saber me direcionar tão bem nessa etapa da minha graduação, aos demais professores do curso de Física por contribuírem na minha formação. Aos colegas que fizemos uma longa estrada nessa fase:

Evandro Jorge, Osvaldo Betuel da Silva, Junior Inácio Bongua, Vanusa Malungo, Esperança André, Vanilson Costa, Hamilton Nhime, Isia Clara, o meu muito obrigado pelo companheirismo destes últimos anos.

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.
(Albert Einstein)

RESUMO

A física moderna é uma das poucas disciplinas abordadas no ensino médio. A tecnologia tem grandes avanços em várias áreas das ciências. Na Física, a Física Moderna, tem aplicações visíveis no cotidiano, por exemplo, o efeito fotoelétrico cujos conceitos são aplicados no funcionamento de portas automáticas de instituições, na iluminação pública, controle de eletrodomésticos etc. Este trabalho tem como objetivo construir um experimento de baixo custo utilizando LEDs para explicar o efeito fotoelétrico no ensino médio e uma proposta de aula para o professor. A preparação do experimento é dividida em três etapas: a primeira etapa é a reprodução do experimento de referência. Na segunda etapa, foi realizada a construção do experimento de baixo custo com amostragem de valores. E na última, foi desenvolvido a proposta

Palavras chaves: Ensino de Física Moderna, Efeito fotoelétrico, Experimentação.

ABSTRACT

Modern physics is one of the few subjects covered in high school. Technology has made great strides in many areas of science. In Physics, Modern Physics, has visible applications in everyday life, for example, the photoelectric effect whose concepts are applied in the functioning of automatic doors of institutions, in public lighting, control of household appliances, etc. using LEDs to explain the photoelectric effect in high school and a lesson proposal for the teacher. The experiment preparation is divided into three steps: the first step is the reproduction of the reference experiment. In the second stage, the construction of the low-cost experiment with value therapy was carried out. And in the last one, the proposal was developed

Keywords: Modern Physics Teaching, Photoelectric effect, Experimentation.

LISTA DE TABELAS

Quadros

Quadro 1: Estrutura do ensino de Angola.....26

Quadro 2: Tabela dos materiais e os seus valores de aquisição.....32

Tabelas

Tabela 1: A primeira medição dos LEDS.38

Tabela 2: A segunda medição dos LEDS.....38

Tabela 3: A médias obtidas nas medições dos LEDS.....38

Tabela 4: Dados obtidos do LED azul, primeira medida.....39

Tabela 5: Dados obtidos do LED azul, segunda medida.....39

Tabela 6: Médias obtidas do LED azul.....39

Tabela 7: Dados obtidos do LED verde, primeira medida.....39

Tabela 8: Dados obtidos do LED verde, segunda medida.....40

Tabela 9: Médias obtidas do LED verde.40

Tabela 10: Dados obtidos do LED vermelho, primeira medida. 40

Tabela 11: Dados obtidos do LED verde, segunda medida.40

Tabela 12: Médias obtidas do LED vermelho.41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração do dispositivo do efeito fotoelétrico: Uma luz incidente atinge uma placa emissora em um estado de vácuo, os elétrons são ejetados a placa coletora.	17
Figura 2: Corrente (i) em função do potencial (V)	17
Figura 3: Símbolo do LED demonstrando o fio do ânodo e do cátodo.	21
Figura 4: Diferentes tipos de lâmpadas de LED.	22
Figura 5: Cores do espectro visível da luz.	31
Figura 6: A luz emitida por um LED colorido é enviada para outro receptor colorido. A fotocorrente é produzida somente quando a radiação incidente tem um comprimento de onda mais curto do que o relacionado com a cor do receptor que conduziu.....	32
Figura 7: Experimento de aplicação montado 1.....	34
Figura 8: Experimento de aplicação montado 2.....	34
Figura 9: Circuito da montagem do experimento.	34
Figura 10: Realizando medidas do experimento no laboratório.....	35
Figura 11: Realizando medidas do experimento no laboratório.....	35

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	A Importância dos Experimentos Didático no Ensino de Física....	15
2.2	Uma introdução ao efeito fotoelétrico	16
2.3	Explicação do Efeito Fotoelétrico pela teoria Quântica.....	20
2.4	Diodos emissores de luz-LED.....	21
2.5	A Base Nacional Comum Curricular e o Ensino da Física	22
2.6	A estrutura curricular em Angola.	25
3	METODOLOGIA.	30
3.1	Experimento de referencia	30
3.2	Experimento de Aplicação	32
3.3	Montagem do experimento	33
3.4	Proposta de Aplicação na Escola.	36
4	RESULTADOS.	38
4.1	Medições do experimento de aplicação	38
4.2	Proposta de aula	42
5	CONCLUSÃO.	46
6	REFERÊNCIAS.	47

1. INTRODUÇÃO

A Física Moderna (FM) é uma área da Física que envolve as descobertas do século XIX ao século XX, mesmo sendo um assunto recente, esse tema é pouco abordado no ensino médio. O tema é bastante discutido nos tempos contemporâneos com uma grande relevância quanto às suas aplicações no cotidiano, pois, existe uma diversidade tão grande de trabalhos, artigos e muitas propostas de ensino sobre a FM e sua necessidade de ser abordado com maior frequência no ensino médio (EM) pelos professores de Física.

Segundo Domingui (2012), a Física Clássica tem certas limitações para explicar e compreender certos fenômenos, destacando-se a radiação de corpo negro e o efeito fotoelétrico (denominado de catástrofe ultravioleta), tema que interessou certos cientistas no século XIX, como Max Planck e Albert Einstein. A explicação desses fenômenos contribuiu para o surgimento da física moderna. Na contramão do desenvolvimento científico, o ensino de física não aparenta conseguir atualizar sua grade curricular. Atualmente, o ensino de física no ensino médio é focado apenas pelo conteúdo com foco no ensino de mecânica (cinemática, dinâmica, hidrostática e gravitação) termologia (Termometria e calorimetria), óptica geométrica (Fundamentos e reflexão), Eletromagnetismo (Eletrostática, eletrodinâmica e campo elétrico), de modo que a física moderna fica além da compreensão dos alunos.

Paulo (1997), sugere a aplicação ou introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio, pois é importante sua compreensão para formar uma base teórica e prática para a ciência como parte do cotidiano. Sobretudo, sua implementação estimulará a curiosidade dos alunos para compreender e construir relações entre a ciência e o mundo ao seu redor.

A pouca abordagem do Ensino da Física Moderna no Ensino Médio vem levantando várias discussões sobre as explicações de alguns fenômenos físicos por parte de alguns professores, alegando que estes são de difícil compreensão e com uma matemática exigente (DOMINGUI, 2012, p. 3).

Entre os vários assuntos da Física Moderna, um deles é o efeito fotoelétrico. O efeito fotoelétrico, em síntese apertada, é a ejeção de elétrons de um determinado material que se sobrepõe a uma frequência de radiação eletromagnética. Esse fenômeno foi descoberto no século XIX pelo físico alemão Heinrich Hertz através da

realização de vários experimentos que comprovou a existência de ondas eletromagnéticas.

Existem muitos exemplos de aplicações do efeito fotoelétrico no cotidiano, por exemplo, as televisões LCD e plasma, as iluminações urbanas, os painéis solares, os sistemas de seguranças e alarmes, as portas automáticas, controles remotos e infravermelhos, cinemas, interruptores automáticos para iluminação de vias públicas, processo industrial, visão noturna e etc.

Desta forma podemos perceber a importância de considerarmos a urgência de estudarmos o efeito fotoelétrico no ensino médio em função do crescimento exponencial das tecnologias. A FM está bem patente neste desenvolvimento tecnológico, no entanto, pouco apresentado em sala de aula também por causa da falta de equipamento nos laboratórios de ciências exatas no EM, então a recorrência aos experimentos de baixos custos seria uma solução para facilitar a compreensão dos conteúdos por serem materiais de fácil acesso e qualquer professor teria como amenizar as grandes sequelas de ensino.

Este trabalho tem como objetivo geral a contribuição de uma proposta didática para o ensino de Física Moderna, e os específicos, construir um experimento de Física Moderna de baixo custo e produzir uma sequência didática.

Segundo Melo (2010), as aulas práticas não são a única forma de abordar ou melhorar a qualidade do ensino, mas são uma ferramenta relevante nesse processo de ensino, criando possibilidades de compreensão conceitual. Deve-se notar que os experimentos acabam por contribuir para a qualidade do ensino.

A motivação pessoal para este trabalho foi a experiência adquirida nas disciplinas do Estágio Supervisionado e do Programa de Estágio Docente (PRP), fui aluno direto e bolsista, assim pude observar as dificuldades que os professores de ciências tinham em lecionar a maioria das aulas experimentais na ausência de laboratórios bem equipados, observo a necessidade de desenvolver uma proposta de ensino que minimize ou ajude na necessidade e compreensão dos fenômenos naturais para experimentos de baixo custo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.

2.1. A importância do experimento didático no ensino de Física.

A Ciência, desde os tempos primórdios, nos mostra que está em constante evolução, e à medida que as tecnologias, as pesquisas e os métodos de ensino vão surgindo, acabam por contribuir para melhorar a qualidade de aprendizagem da sociedade. A física, como outras ciências naturais, é uma disciplina teórica e prática cujos métodos se baseiam na ocorrência ou observação de fenômenos naturais e na aplicação de experimentos para comprovar teorias.

O Ensino da Física, não é diferente da Física como área de pesquisa. Elas destinam-se a absorção de conhecimento para solucionar um determinado problema e atender as demandas da comunidade científica com teorias inovadoras.

A experimentação é parte importante tanto na Física como no Ensino de Física, porque permite a compreensão de fenômenos e conceitos naturais de maneira mais controlada, tornando-se desafiador e envolvente para a comunidade científica construir conhecimento teórico e prático dos fenômenos cotidianos.

No ensino de ciência, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação. Nesta perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado (GUIMARÃES, 2009, p.198).

O ensino está sempre em mudança, atualmente, mais do que em outras épocas, está em uma fase de transição para abordagens construtivistas e ativas que priorizam a estimulação e a aprendizagem, abordagens que provocam alunos para assumir papel de protagonistas do saber e permitindo que os professores sejam mediadores do processo de ensino. No entanto, em algumas escolas ainda predominam os modelos tradicionais de ensino, com repetida ênfase no conteúdo teórico, expositivo e histórico, enquanto poucas escolas utilizam o ensino participativo, que visa explicar fenômenos experimentalmente que atendem às necessidades dos alunos em seu cotidiano. Além da educação básica, essas metodologias têm sido amplamente divulgadas em universidades do exterior e implantadas em instituições do Brasil (Pereira, 2012).

As experiências laboratoriais proporcionam a possibilidade de medir, analisar e observar informação pouco clara ou nítida nas aulas teóricas, pelo que é muito importante implementar aulas experimentais para obter resultados satisfatórios dentro da compreensão dos alunos.

Araújo e Abib (2003) comentam que, o uso de atividades experimentais estimula o aprendizado e ameniza as necessidades encontradas por professores e alunos. Isso contribui com a conexão entre a teoria e a prática.

Giordan (1999) e Souza (2013) defendem que aulas expositivas, experimentos e atividades de demonstração ajudam a estimular a curiosidade dos alunos com uma abordagem prática de atividades investigativas e o desenvolvimento do pensamento científico e crítico.

No Ensino de Física ainda é pequeno o número de experimentos de Física Moderna, mas, existem alguns trabalhos propostos e experimentais desenvolvidos por alguns autores, a finalidade de serem implementados nas escolas do ensino médio. E muitos desses trabalhos são propostas de experimentos de baixos custos e materiais recicláveis, que simplificam a sua aplicação e fácil de serem desenvolvidos.

Silveira e Girard (2017), desenvolveram um experimento de baixo custo para explicar o efeito fotoelétrico edificando um kit experimental utilizando a plataforma Arduino para interface e controle do computador. Esse experimento foi chamado de Fotoduino. Este é um trabalho de estudo do ensino médio de física moderna que explicou qualitativamente o efeito fotoelétrico.

2.2. Uma introdução ao Efeito Fotoelétrico

O efeito fotoelétrico é um fenômeno descoberto no ano de 1886 pelo cientista alemão Heinrich Hertz durante a produção de um experimento de absorção de ondas eletromagnéticas. E o seu experimento tentou investigar se a teoria ondulatória da luz era válida e de forma curiosa acabou por descobrir o efeito fotoelétrico.

Face a uma produção de descarga elétrica entre duas superfícies metálicas com diferentes potenciais, e eventualmente encontra faíscas entre as superfícies metálicas.

Durante seus experimentos, Hertz acabou percebendo que a faísca em questão não possuía propriedades eletrostáticas, pois a proteção utilizada era feita de

materiais condutores e isolantes, e não havia diferença de luz entre as superfícies metálicas.

Depois que o estudo foi concluído, Hertz apoiou sua teoria de que a luz poderia realmente criar faíscas e concluiu que esse fenômeno de faísca só era possível na luz ultravioleta.

Em 1900, o cientista alemão Karl Max Planck propôs uma nova teoria para explicar o efeito fotoelétrico, que é diferente daquele de Hertz, e chamou a radiação de corpo negro que conhecemos de teoria quântica atualmente.

Mas, foi o cientista, também alemão, Albert Einstein no ano de 1905 que apresentou o estudo do fenômeno dando assim uma explicação teórica baseando-se na teoria de Planck. Palandi (2010) comenta que, o Einstein explicou o efeito fotoelétrico tratando a luz como uma partícula de corpúsculo que ele chamou de fótons.

Os fótons carregam uma energia dada por $h\nu$, onde h é a constante de Planck, e ν é a frequência da luz.

A equação proposta por Einstein relaciona a energia (E) de um elétron emitido de uma determinada superfície com a frequência incidente da luz ν e a função trabalho (ϕ) para uma superfície metálica, que requer energia suficiente para escapar de um material) A conexão é a seguinte:

$$E = h\nu - \phi$$

Onde:

E é a Energia.

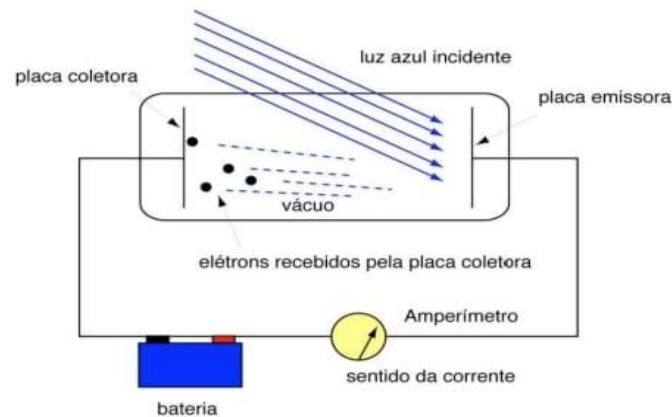
h é a Constante de Planck ($6,63 \cdot 10^{-34} \text{m}^2 \cdot \text{Kg}/\text{s}$)

ν é a Frequência da luz.

ϕ É a Função trabalho do metal.

De acordo com Palandi (2010) o efeito fotoelétrico é a ejeção de elétron de um determinado material que costuma ser metálico sob a incidência de uma radiação eletromagnética. O efeito fotoelétrico tem uma particularidade quanto a sua explicação, que a sua radiação eletromagnética deve ser considerada apenas uma partícula ou fótons como aparece em algumas literaturas e não onda.

Figura 1: Ilustração de um dispositivo do efeito fotoelétrico: Uma luz incidente de frequência (ν) atinge uma placa emissora em um estado de vácuo, os elétrons são ejetados da placa coletora.

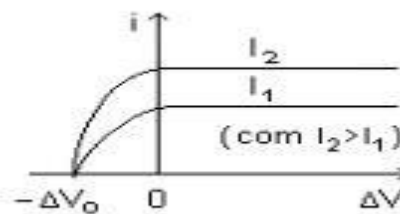


Fonte: COSTA, Bruno Henrique Matos da. Uma aula sobre o efeito fotoelétrico para o ensino médio. 2005.

Inicialmente, no experimento, o circuito está ligado a uma placa metálica coletora e também a uma outra placa emissora, logo, devido a existência de diferença potencial entre as placas. Então, sabe-se que sem a radiação eletromagnética incidente na placa não haverá a existência da corrente elétrica no circuito.

As evidências experimentais do efeito fotoelétrico são: quando incide uma radiação eletromagnética de frequência (ν) na placa emissora, se a energia da radiação incidente ($E=h\nu$) é maior que o potencial da função trabalho do material na placa emissora, é verificado a existência de uma corrente fotoelétrica (i) de ocorrência imediata e a intensidade da corrente elétrica é proporcional a intensidade da fonte luminosa. A figura 2 ilustra a intensidade da corrente fotoelétrica em função da intensidade luminosa da fonte e do potencial, respectivamente.

Figura 2: Corrente (i) em função do potencial (V).



Fonte: PALANDI, Joecir. Física moderna. 2010.

Neste caso teremos a existência da corrente positiva quando o diferencial de potencial ΔV da placa coletora for maior que a da placa emissora ($V_A > V_B$) e corrente

negativa quando o diferencial de potencial da placa coletora for menor que a placa emissora ($V_A < V_B$). Essas afirmações serão verdadeiras até um certo $-\Delta V_0$, logo:

$$V_A - V_B = -\Delta V_0$$

e

$$V_B + \Delta V_0 = \Delta V_A$$

onde ΔV_0 É denominado por diferencial de potencial de corte que permite a interrupção da corrente.

A partir da diferença de potencial os elétrons retirados da placa coletora junto com a energia cinética máxima ganham uma aceleração negativa ao longo do seu movimento com a placa emissora.

Entre as placas existe um trabalho desenvolvido pelo campo elétrico que é igual ao produto das cargas dos elétrons através da diferença de potencial entre as placas obedece a teoria trabalho-energia cinética e que tem a seguinte expressão matemática:

$$W = \Delta K$$

onde:

W- Trabalho

K- Energia cinética.

Então:

$$\begin{aligned} -e\Delta V_0 &= 0 - \Delta K \\ e\Delta V_0 &= \Delta K \end{aligned}$$

Deste modo o diferencial de corte está automaticamente relacionado com a energia cinética máxima dos elétrons que são retirados pelo fenômeno efeito fotoelétrico.

As características observadas por Hertz no experimento foram:

1. A quantidade de elétrons retirados é diretamente proporcional a intensidade da radiação eletromagnética que incide sobre uma determinada placa metálica.
2. O potencial de corte sempre será o mesmo para qualquer intensidade de radiação eletromagnética ocorrida.
3. A energia existente nos elétrons retirados das placas depende apenas da frequência e não da intensidade da radiação eletromagnética ocorrida.
4. Em um determinado instante, não há atraso no momento em que a radiação eletromagnética atinge a superfície da placa e os elétrons são despojados.

2.3 Explicação do Efeito Fotoelétrico pela Teoria Quântica.

Segundo Palandi (2010) a Teoria Quântica apresentada pelo físico Albert Einstein é capaz de explicar as quatro características observadas por Hertz no experimento efeito fotoelétrico. A explicação considera as radiações eletromagnéticas como pacotes discretos de energia (modelo de corpuscular). De forma simples, analisaremos cada característica do efeito fotoelétrico para explicarmos a teoria Quântica do efeito fotoelétrico.

1. A quantidade de elétrons removidos é proporcional à intensidade da radiação eletromagnética que incide sobre o metal.

A teoria Quântica explica essa afirmação baseando-se na intensidade de uma onda que é dada como a quantidade de energia que atravessa uma unidade por tempo em uma superfície perpendicular à direção de propagação da onda. A mesma intensidade dessa radiação eletromagnética é dada por:

$$I = N h \nu$$

onde N é o número de fótons, h a constante de Planck e ν a frequência.

2. O diferencial de corte sempre será o mesmo para qualquer intensidade de radiação eletromagnética ocorrida.

A teoria Quântica explica essa afirmação se somente considerar-se que a corrente fotoelétrica sofre uma interrupção quando a diferença de potencial de corte é da seguinte forma:

$$e \Delta V_0 = \Delta K_{max}$$

Onde $\Delta K_{max} = h\nu - \phi$ é a variação máxima de energia cinética.

Então:

$$e \Delta V_0 = h\nu - \phi$$

Nesse caso a diferença de potencial de corte depende apenas da substância na placa ϕ e não da intensidade da radiação e muito menos do número de fótons incidente numa determinada placa por unidade de tempo e área.

3. A energia existente nos elétrons retirados das placas depende apenas da frequência e não da intensidade da radiação eletromagnética ocorrida.

A teoria Quântica explica essa característica considerando a radiação eletromagnética como uma partícula (fótons) que possuem uma energia.

$$E = h\nu$$

onde ν é a frequência da radiação eletromagnética.

4. Em um determinado instante, não há atraso no momento em que a radiação eletromagnética atinge a superfície da placa e os elétrons despojados aparecem.

A teoria quântica explica essa característica, uma vez que está envolvida a transferência instantânea de energia quando as partículas colidem com certos objetos. Portanto, considerando fótons como partículas, a teoria quântica garante a transferência instantânea de energia para elétrons, também conhecidos como partículas.

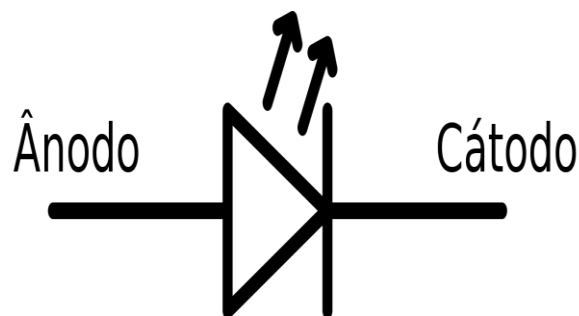
Em suma, a teoria eletromagnética clássica não explica as características observadas do efeito fotoelétrico, sendo assim, apenas a teoria Quântica da radiação eletromagnética explica com bastante precisão as principais características do efeito fotoelétrico.

2.4 Diodo emissor de luz — LEDS.

Um diodo emissor de luz, ou simplesmente LED (Light emitting diode), é um dispositivo semicondutor usado em microeletrônica projetado para emitir luz quando energizado. Diodo é o dispositivo eletrônico mais simples possível feito a partir de um material ligeiramente condutor ou semicondutor que recebeu impurezas (átomos de um outro material semicondutor). (COSTA, 2005).

Eles fazem dezenas de diferentes tarefas em nosso cotidiano e são encontrados nos mais diferentes tipos de dispositivos eletrônicos. Entre outras coisas, eles fazem parte de relógios digitais, transmitem informação por controle remoto, e nos indicam quando os aparelhos eletrônicos estão em operação. Podem ser arrumados para criar imagens ou controlar o tráfego como sinalizadores. (COSTA,2005).

Figura 3: Símbolo do LED demonstrando o fio do ânodo e do cátodo.



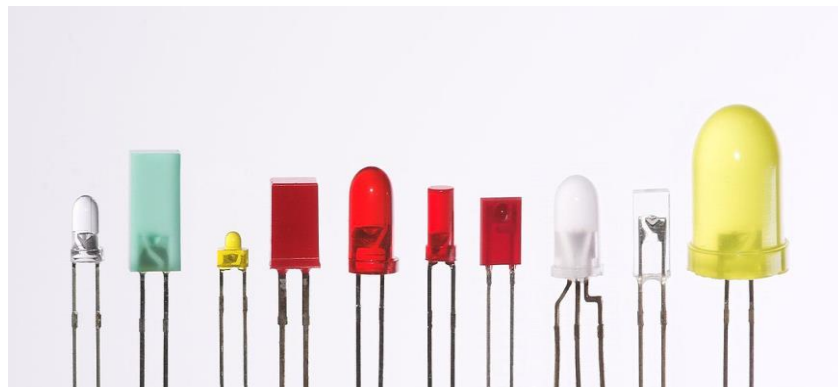
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz#/media/Ficheiro:Simbolo_LED.svg, 2023.

Segundo Costa (2005) a luz emitida pelos LEDs não é monocromática, mas é desenvolvida a partir de um espectro e banda relativamente estreita que produzem interações de elétrons de alta energia.

Portanto, para a fabricação dos componentes, a cor depende apenas das impurezas dopantes e dos cristais. Para LEDs que emitem radiação infravermelho são usados arsenieto de gálio. Quando dopado com fósforo, dependendo da concentração, podemos ter uma emissão vermelha ou amarela. Para fosfato de gálio dopado com nitrogênio, a emissão da luz pode ser verde ou amarela.

Existem outros tipos de materiais que permitem a criação de LEDs que emitem luz azul, violeta ou mesmo até o ultravioleta.

Figura 4: Diferentes tipos de lâmpadas de LED.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz#/media/Ficheiro:Verschiedene_LEDs.jpg. 2023.

O funcionamento dos LEDs é em função da geração de luz através de um meio sólido e maciço diferente das lâmpadas incandescentes que funciona através de um filamento que quando aquecido incandesce. O elemento fundamental para o funcionamento de um LED é o chip semiconductor que se objetiva na geração de luz.

2.5 A Base Nacional Comum Curricular e o Ensino da Física.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo (BRASIL, 2018) ou seja, um conjunto de normas que se aplicam a toda a educação básica, pública ou privada, com o objetivo de estabelecer padrões de ensino entre as escolas, criando um currículo único que atenda às necessidades das escolas de todo o país. Um documento que foi homologado em 2018, mas que já vem sendo

analisado desde a constituição da República Federativa do Brasil de 1988 no seu artigo 210, haverá conteúdos mínimos para ensino fundamental de maneira a assegurar a formação básica comum [...] (BRASIL 1988, art. 210).

Arruda (2022) comenta que a BNCC é um documento cujo objetivo é criar um currículo que toda escola de educação básica deve desenvolver e ensinar de forma diversificada de acordo com sua formação social, cultural, histórica e econômica para atender às necessidades de seus alunos. A BNCC, apesar de se constituir apenas numa base para se fazer e pensar o currículo, tem sido apresentada como uma promessa de regular a educação básica no país e melhorar a qualidade do seu ensino reconhecido como falido. (MOZENA, OSTERMANN, 2016).

Segundo Cássio (2019), a educação básica apresenta certas desigualdades contextuais no currículo de ensino, por isso a BNCC tem um discurso de busca de padronização curricular que considere a contextualização de cada instituição.

[...] é essencial para que a mudança tenha início porque, além dos currículos, influenciará a formação inicial e continuada dos educadores, a produção de materiais didáticos, as matrizes de avaliações e os exames nacionais que serão revistos à luz do texto homologado da Base. (BRASIL, 2018, p. 5).

O currículo da educação básica se impõe há décadas com um ensino descontextualizado e orientado às avaliações e exercícios existentes sem muita necessidade de inovar, pois a implantação da BNCC na educação básica foi pensada para promover o ensino orientado ao conteúdo cartilhas, avaliações e colocação de elementos básicos. educação entre as melhores nos rankings mundiais e em termos de inserção de educação de qualidade.

De acordo com a BNCC, o documento está estruturado para levar em conta as competências e habilidades desenvolvidas durante o tempo de integração dos alunos ao longo da formação básica.

No artigo 35-A da LDB, a BNCC está estruturada ou organizada por área de conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas).

No ensino fundamental a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias possibilita aos estudantes a aprimoração e compreensão dos conceitos fundamentais e visa relacionar o mundo natural e tecnológico e a preservação do meio ambiente sustentável.

Na BNCC no ensino médio as disciplinas como Física, Química e Biologia encontram-se todas agregadas na área de conhecimento Ciências da Natureza e suas tecnologias, onde as suas competências e habilidades estão fundamentadas nas seguintes temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo.

Com relação à disciplina de Física, a última versão do documento configura-se basicamente na apresentação das unidades curriculares que já estavam presentes na primeira versão (movimentos de objetos e sistemas, energias e suas transformações, processos de comunicação e informação, eletromagnetismo, materiais e equipamentos, matéria e radiação – constituição e interações, terra e universo - formação e evolução). (MOZENA, OSTERMANN, 2016).

Na versão final da BNCC não temos a Física, Química e Biologia como disciplinas separadas. Então a área das Ciências da Natureza é considerada como multidisciplinar, porque já não se planifica uma aula desses componentes de forma independente, porém, levar-se-ia em consideração as três disciplinas.

Segundo Mozena e Ostermann (2016), a interdisciplinaridade encontra-se circunscrita na descrição do documento, porém é citada em alguns componentes, mas o documento não apresenta essa afirmação para o componente Ciências da Natureza.

Portanto, de acordo com a BNCC, o ensino de física no ensino médio deve levar em conta relações interdisciplinares que permitam a comunicação ou o diálogo entre disciplinas adjacentes para o aprendizado sem afetar outras disciplinas.

No entanto, o ensino de física no ensino médio tornou-se um pouco mais complicado, pois tanto os profissionais da educação em serviço quanto os em formação foram formados apenas em determinadas áreas do conhecimento, criando assim a necessidade de formação de profissionais para superar a abordagem proposta pela BNCC. A algumas das dificuldades dos métodos de ensino de qualidade e o compromisso de alcançar resultados promissores no ensino fundamental.

Segundo Arruda (2022), a BNCC propõe várias possibilidades de integração da física moderna ao ensino. A BNCC passou por diversas etapas elaboradas e, a cada edição, a física moderna é apresentada de forma diferente, com destaque para a última edição. A física moderna aparece apenas como uma disciplina completa na 1ª edição da BNCC, na 2ª edição há alguns tópicos de física moderna, e na 3ª edição não aparece a terminologia física moderna.

A última edição aborda alguns tópicos da física quântica, mas não o ensino da física moderna. Dessa forma, o ensino da física moderna é um tanto complicado, pois

limita o ensino e a aprendizagem desse campo de estudo e impede que os alunos compreendam o impacto da ciência. O ensino da Física Moderna fica, portanto, restrito ao conteúdo pouco reflexivo e tecnicista do campo, visto como fórmulas matemáticas difíceis, excluindo os questionamentos filosóficos, culturais e científicos que permeiam a teoria quântica. (ARRUDA, 2022).

De Sousa e Parenti (2020), defendem que as escolas precisam criar um mecanismo para integrar o ensino da física moderna e contemporânea em seu currículo para que os alunos tenham a oportunidade de conhecer e aprender sobre a ciência.

Para entender o ensino do efeito fotoelétrico segundo a BNCC na sua página 562 com o código (EM13CNT308) da última versão, o ensino de Física Moderna e contemporânea tem as seguintes habilidades: investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e ou/ eletrônicos e sistema de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais. (BNCC, 2018).

2.6 A estrutura curricular em Angola.

Por falta de informações credíveis e públicas não se pôde obter dados do currículo da Física para a educação básica em Angola.

Angola é um país da África austral com uma extensão territorial de 1.246.700 Km^2 e dividido em 18 províncias com uma população estimada em 29 milhões de habitantes segundo os dados apresentados pelo instituto nacional de estatística (INE, 2018) onde a província de Luanda é a capital. O país tornou-se independente no dia 11 de novembro de 1975 e é culturalmente, economicamente e linguisticamente diverso, e o português é a língua oficial, mas cada província tem a língua principal nacional ou regional que são: Umbundu, Kimbundu, Kikongo, Cokwe e Ngangela.

Segundo Cardoso e Flores (2009), a educação em Angola é um direito a luz da constituição da república, independentemente do sexo, raça, etnia e religião.

O sistema educativo pós-independência em Angola passou por quatro reformas educativas: a primeira de 1978 a 2001, a segunda de 2002 a 2016, a terceira de 2016 a 2020 e a quarta reforma em agosto de 2020. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Educacional (INIDE, 2009), as reformas educacionais

de agosto de 2020 até o presente visam ampliar a rede escolar e melhorar a qualidade do ensino.

Segundo Oliveira (2021), após a implementação da quarta reforma, o sistema de ensino passou a ter a seguinte estrutura:

Quadro 1: Estrutura do ensino de Angola.

Subsistema de Educação escolar	de	1. ^a Etapa: Creche (crianças dos 3 meses aos 3 anos)	
	Pré	2. ^a Etapa: Jardim de infância (crianças dos 3 anos aos 6 anos) Classe de Iniciação dos 5 aos 6 anos	
Subsistema de Ensino Geral	de	Ensino primário	I Ciclo: 1. ^a e 2. ^a classes
			II Ciclo: 3. ^a e 4. ^a classes
			III Ciclo: 5. ^a e 6. ^a classes
	Ensino secundário	I Ciclo: 7. ^a , 8. ^a e 9. ^a classes	
II Ciclo: 10. ^a , 11. ^a e 12. ^a classes			
Subsistema de Ensino Técnico Profissional	de	Formação Profissional Básica	7. ^a , 8. ^a e 9. ^a classes
		Ensino Secundário Técnico-Profissional	1. ^o , 2. ^o , 3. ^o e 4. ^o Ano
	de	Formação média normal	10. ^a , 11. ^a , 12. ^a e 13. ^a classes
			I Ciclo: Alfabetização (1. ^a e 2. ^a classes)

Subsistema de Formação Professores	de	Formação média normal	10. ^a , 11. ^a , 12. ^a e 13. ^a classes
			I Ciclo: Alfabetização (1. ^a e 2. ^a classes)

Subsistema de Educação de Adultos	Ensino primário	II Ciclo: Pós-alfabetização (3. ^a , 4. ^a , 5. ^a e 6. ^a classes)		
	Ensino Secundário	I Ciclo Geral: 7. ^a , 8. ^a e 9. ^a classes		
		Formação Profissional Básica: 7. ^a , 8. ^a e 9. ^a classes		
		II Ciclo Geral: 10. ^a , 11. ^a e 12. ^a classes		
		Ensino Técnico: 10. ^a , 11. ^a , 12. ^a e 13. ^a classes		
Subsistema de Ensino Superior	Graduação	Licenciatura	4 a 6 anos	
	Pós-graduação	Pós-graduação não conferente de grau acadêmico	Especialização (mínimo 1 ano)	
		Pós-graduação		Mestrado (2 a 3 anos)
				Doutoramento (4 a 6 anos)

Fonte: Elaborado por Lourenço (2021), baseando-se no Decreto 32/20, de 12 de agosto – Angola.

De acordo com Quintas, Brás e Gonçalves (2019), com a implementação das primeiras reformas educacionais em 1978, iniciou-se uma formação de professores de âmbito nacional, visando assegurar a era social, política e cultural do país.

O sistema de formação de professores é dividido em duas partes: ensino médio pedagógico e ensino superior pedagógico. A formação de professores do ensino secundário decorre na escola de ciências da educação (Magistério) e oferece duas disciplinas de formação. A formação é de quatro anos (10, 11, 12 e 13 anos). Após a conclusão do ensino secundário e formação com o título de técnico do ensino secundário, o professor está apto a lecionar na primeira fase do ensino secundário (7^o, 8^o e 9^o anos) (MED, 2019).

No ensino médio, os alunos formados em ensino de física estão associados a outra disciplina, neste caso matemática, constituindo assim o curso de matemática-física (Mat-Física).

Oliveira (2019), os formandos a lecionar física/matemática têm um programa de formação de professores do primeiro ciclo do ensino secundário, que inclui: formação geral, formação específica, formação profissional e formação opcional.

A formação de professores no ensino superior em Angola é feita no Instituto Superior de Ciências da Educação (ISCED) ou pela Escola Superior Pedagógica (ESP) e a formação tem uma duração que varia de quatro a cinco anos nos cursos da graduação. E esses profissionais após a formação, são direcionados a atuarem no I e II ciclo do ensino secundário.

A formação de professor no ensino superior está fundida na Lei 32/20, no seu Artigo 4.9º, que conceitua o Ensino Superior Pedagógico como:

um conjunto de processos, desenvolvidos em Instituições de Ensino Superior, vocacionadas à formação de professores e demais agentes da educação, habilitando-os para o exercício da atividade docente e de apoio à docência em todos os níveis e subsistemas de ensino. (DIÁRIO DA REPÚBLICA, 2020, p. 4438).

Segundo Diário da república (2020) existe um perfil de entrada para quem pretende cursar a licenciatura em ensino de Física, é todos estudantes que concluíram os seus cursos no ensino médio com as seguintes especialidades: Matemática/Física, Ciências Físicas e Biológicas, Técnico-profissional: de Eletrônica e Telecomunicações, Eletricidade e Instalações Eléctrica, Informática, entre outros cursos técnicos profissionais. O curso é projetado para desenvolver professores que possam atender às necessidades do sistema de ensino fundamental e médio.

Para o ensino de Física segundo Oliveira (2021), o curso é constituído por três ciclos que definem o percurso todo que são:

- i) O primeiro ano é dedicado ao conhecimento teórico geral, à metodologia de investigação científica e psicopedagógico.
- ii) O segundo e o terceiro ano é dedicado a formação específica que é o ciclo de especialização.
- iii) Quarto e quinto ano, é dedicado ao estágio pedagógico e finalizado com a elaboração do trabalho de conclusão de curso.

Oliveira (2021) comentou ainda sobre a pouca produtividade de trabalhos concernente ao ensino, pesquisa e formação de professores de Física em Angola. Portanto, a formação contínua de professores de Física ou ensino de Física ainda é um trabalho a ser desenvolvido em médio a longo prazo para mudar a situação.

3 METODOLOGIA

É importante ressaltar que a metodologia científica são os passos ou caminhos percorridos para identificar algo e dar credibilidade ao trabalho que está sendo desenvolvido. É um conjunto de abordagens, técnicas e processos utilizados pela ciência para formular e resolver problemas de aquisição objetiva do conhecimento, de uma maneira sistemática. (RODRIGUES, 2007).

Este trabalho tem os seguintes procedimentos metodológicos desenvolvidos:

3.1 Experimento Referência.

3.2 Experimento de Aplicação.

3.3 Proposta de aula.

A modalidade de pesquisa ou procedimental, foi a experimental que se objetiva na explicação de ocorrências de fenômenos. O estudo experimental segue um planejamento rigoroso. As etapas de pesquisa iniciam pela formulação exata do problema e das hipóteses, que delimitam as variáveis precisas e controladas que atuam no fenômeno estudado (TRIVIÑOS, 1987).

Quanto aos objetivos apresentados neste trabalho, utilizou-se a pesquisa explicativa, segundo Rodrigues (2007) e Gil (2007), este tipo de pesquisa visa determinar e identificar a ocorrência de fenômenos.

A abordagem que perpassa este trabalho é a pesquisa qualitativa, que não quantifica os números obtidos, mas deve realizar uma análise indutiva da compreensão dos dados obtidos.

O estudo de caso foi implementado neste trabalho, porque foi feito uma comparação de experimento.

3.1 O Experimento Referência

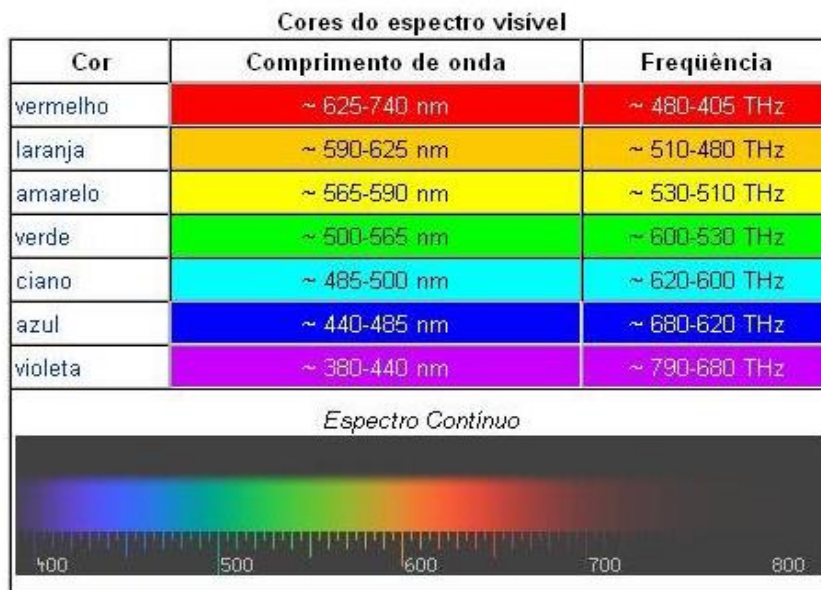
O experimento referência é um do trabalho desenvolvido por três pesquisadores, Spagnolo, Postiglione e De Angelis, que criaram um dispositivo simples para ensinar o efeito fotoelétrico interno. Para realizar este trabalho, eles usaram o diodo emissor de luz (Light emitting diode) ou simplesmente LED, na forma de LEDs, passando de LED em LED, como fontes de luz e alguns também como

fotodetectores, que eles determinaram serem sensíveis a comprimentos de onda iguais ou menores que os principais que eles emitem. O efeito fotoelétrico interno, é onde o fotoelétron é gerado e excitado dentro do semicondutor aumentando a condutividade do material.

O experimento padrão teve como objetivo de estudo entender o espectro eletromagnético dos LEDs utilizados.

E em forma de tabela este trabalho mostrou que a radiação do LED vermelho tem uma frequência baixa e um comprimento de onda maior, seguindo da radiação do LED verde que tem uma frequência maior que o LED vermelho, mas com um comprimento de onda menor. Na radiação do LED azul que tem uma frequência muito maior com relação aos outros LEDs, mas observamos um comprimento de onda menor que os LEDs anteriores.

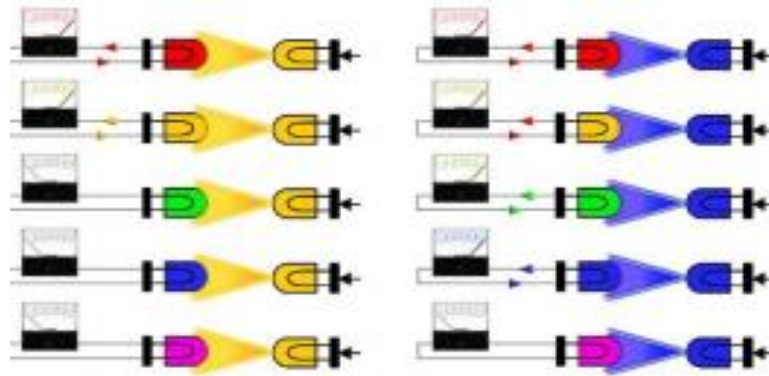
Figura 5: Cores do espectro visível da luz.



Fonte: <http://cor-sensacao.blogspot.com/2010/01/blog-post.html>. 27 de jan de 2023.

Um dos resultados dos autores foi que o LED com menor comprimento de onda e frequência muito maior (Azul) tem a capacidade de transmitir tensão ou seja liga os outros dois LEDs, enquanto que o LED verde transmite apenas tensão ao LED vermelho por ter uma frequência maior e um comprimento de onda menor com relação ao LED vermelho, e quanto ao LED vermelho que tem uma frequência muito menor em relação aos LEDs anteriores, mas com um comprimento de onda maior não transmite tensão ou seja, não liga nenhum dos LEDs anteriores tendo apenas a capacidade de ligar a si mesmo. A Figura 4 ilustra o processo descrito acima.

Figura 6: A luz emitida por um LED colorido é enviada para outro receptor colorido. A fotocorrente é produzida somente quando a radiação incidente tem um comprimento de onda mais curto do que o relacionado com a cor do receptor que conduziu.



Fonte: Spagnolo, Postiglione e De Angelis (2020).

3.2 O Experimento de Aplicação

Para a execução do experimento foram necessários os seguintes materiais apresentados no quadro 2 com os respectivos valores disponíveis no mercado e lojas de materiais.

Quadro 2: Tabela dos materiais e os seus valores de aquisição.

Materiais	Custo aproximados R\$
2 LEDS Vermelho	6
2 LEDS Azuis	6
2 LEDS Verde	6
2 Pilhas	6
25 cm de fio de cobre	10

Pincel vazio	3
Multímetro	20
Total	57

Fonte: Dados da pesquisa.

3.3 Montagem do experimento.

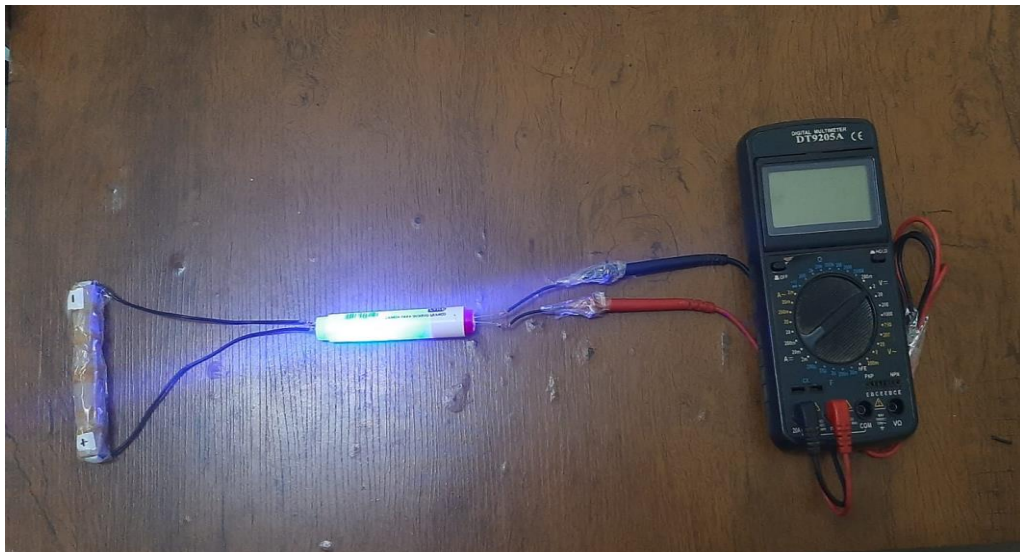
1. Para a montagem do experimento primeiro tivemos que ter uma base que pode ser de madeira ou uma placa dura que vai sustentar o experimento. Utilizou-se um pedaço de papelão.
2. Em seguida, enfileira duas pilhas dentro de um painel e isolamos com uma fita adesiva ou cola apropriada.
3. Anexar os dois fios condutores a cada extremidade das pilhas em série (Positivo e negativo).
4. Anexar um LED nas polarizações dos fios condutores em série sobram.
5. Outro LED é anexado no multímetro e faz a leitura se há passagem de tensão.
6. Faça a leitura das tensões no multímetro levando em consideração a luz ambiente.
7. Anexar o LED transmissor e receptor nas extremidades do pincel perfurado e fazer a leitura da tensão com isolamento da luz.
8. Repita o procedimento, pelo menos três vezes e anote os valores.

Figura 7: Materiais do experimento de aplicação montado 1.



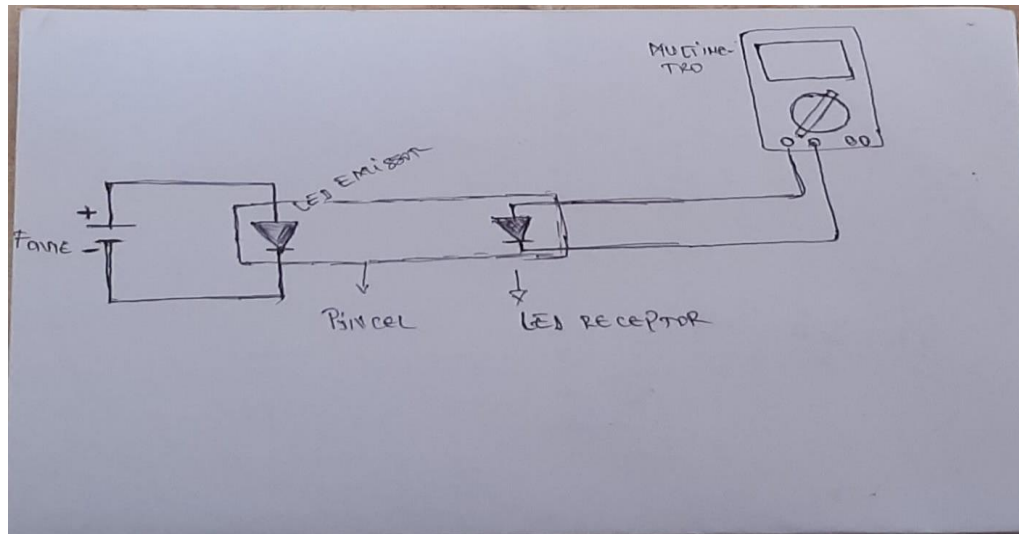
Fonte: O próprio autor (2022).

Figura 8: Experimento de aplicação montado 2.



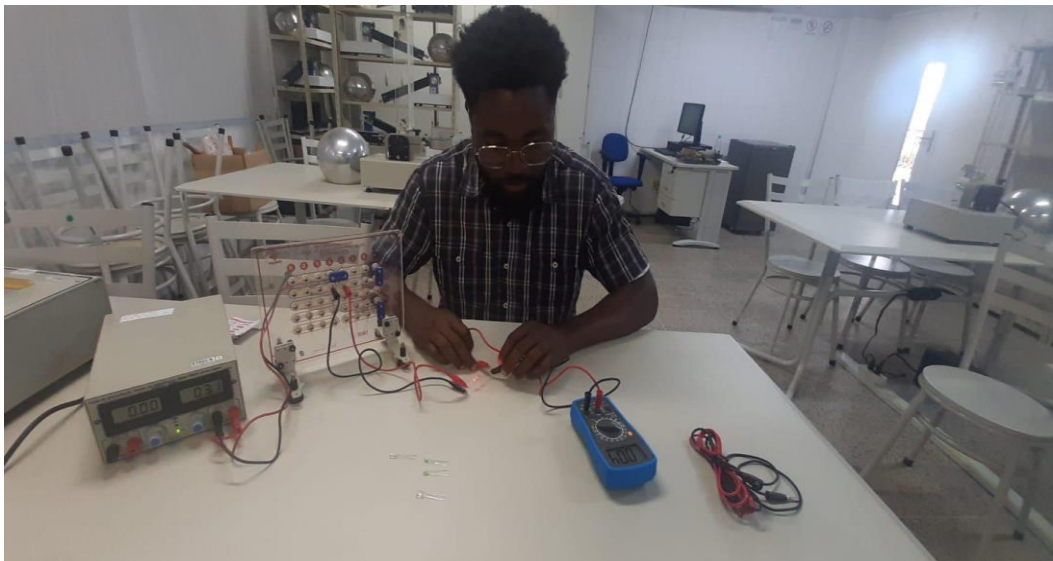
Fonte: O próprio autor (2022).

Figura 9: Circuito da montagem do experimento.



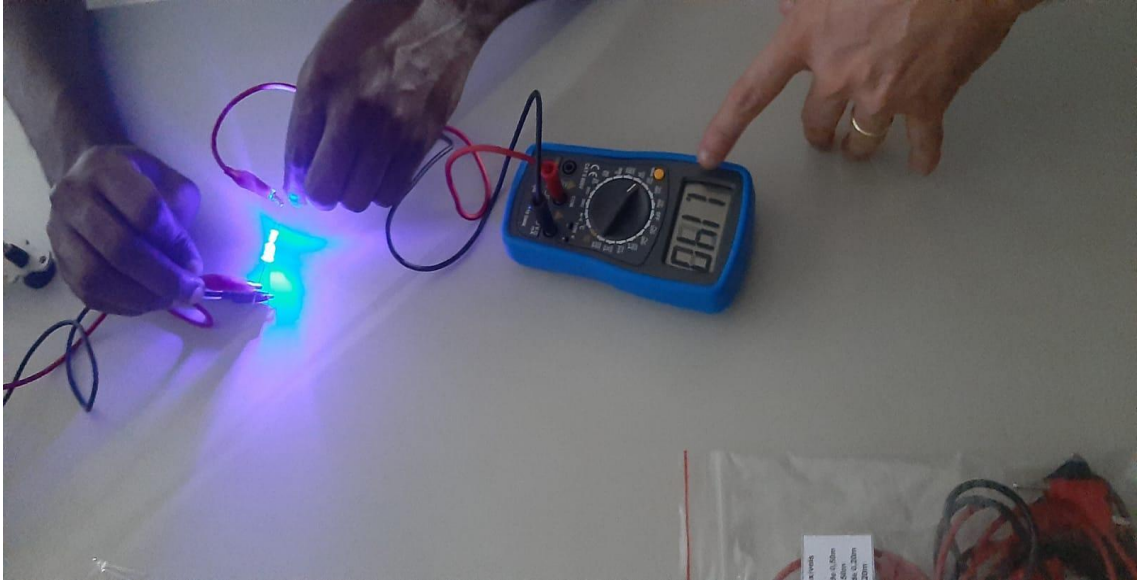
Fonte: O próprio autor. (2023).

Figura 10: Realizando medidas do experimento no laboratório.



Fonte: O próprio autor (2022).

Figura 11: Realizando medidas do experimento no laboratório.



Fonte: O próprio autor (2022).

Um espaço físico é entendido como um local onde a pesquisa é realizada e fornece dados confiáveis para a mesma pesquisa, como escolas, hospitais, laboratórios, etc.

Para este trabalho, o estudo contou apenas com um espaço físico, ou seja, a 1 e a 2 parte do trabalho foram desenvolvidas no Laboratório de Mecânica da UNILAB e a primeira parte experimental com recursos complexos demonstrando a energização dos LEDs utilizados. A segunda parte foi dedicada exclusivamente ao experimento de baixo custo.

3.4 Proposta de Aplicação na Escola.

Conhecida a situação da falta de laboratório de Física/Ciências em algumas escolas de ensino médio, o que impossibilita a realização de aulas práticas, este trabalho serve como proposta pedagógica ou de intervenção no processo de ensino de Física Moderna.

O trabalho foi aplicado na plataforma MEC de recursos educacionais como objeto de estudo. Este objeto educacional tem como objetivo intervir no processo de ensino do Ensino de Física (FM), propor uma abordagem prática para lidar com o conteúdo da aprendizagem em sala de aula, que será realizada por meio da

implementação de oficinas práticas laboratoriais para ampliar os métodos e possibilidades de compreensão do conteúdo, melhorando o estudo. Espera-se também que esta abordagem seja um incentivo para os alunos.

Este projeto pedagógico pode ser implementado em sala de aula ou em laboratório, levando em consideração apenas os recursos humanos (alunos), os materiais a serem utilizados e o professor que vai implementar.

4 RESULTADOS DISCUSSÕES

4.1 Medições do Experimento de Aplicação

A coleta de dados é uma das principais partes da credibilidade da pesquisa e é projetada para fornecer dados para apoiar um estudo específico. Nesse contexto, segundo Marconi (2003), a coleta de dados é entendida como a fase de pesquisa que visa a implementação de técnicas de coleta de dados.

As medidas dos LEDS foram feitas de forma separada levando em consideração a luminosidade ambiente do laboratório e em seguida a luz isolada dos LEDS.

A luz ambiente é considerada a luz emitida dentro do laboratório que pode ser a luz das lâmpadas ou a luz solar que ilumina o laboratório. Enquanto que a luz isolada, é aquela que consideramos quando tapamos o LED e impedimos a entrada de luz externa.

Abaixo seguem os números obtidos nas medições dos LEDS. Foram feitas tres medidas para cada LED com as suas margens de erro a fim de obter-se uma média.

Tabela 1: A primeira medição dos LEDS.

Cor do LED	V (Luz ambiente)	V (Isolado)
Azul	$7,2 \pm 2$ mV	$1,95 \pm 0,05$ mV
Verde	$16,4 \pm 0,2$ mV	$3,4 \pm 0,1$ mV
Vermelho	$3,0 \pm 0,1$ mV	$1,0 \pm 0,1$ mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Tabela 2: A segunda medição dos LEDS.

Cor do LED	V (Luz ambiente)	V (Isolado)
Azul	$7,8 \pm 2$ mV	$1,1 \pm 0,1$ mV
Verde	$24,4 \pm 0,1$ mV	$4,2 \pm 0,2$ mV
Vermelho	$3,0 \pm 0,1$ mV	$1,0 \pm 0,1$ mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Tabela 3: As médias obtidas nas medições dos LEDS.

Cor do LED	V (Luz ambiente)	V (Isolado)
Azul	$7,5 \pm 2$ mV	$1,52 \pm 0,75$ mV
Verde	$20,4 \pm 0,15$ mV	$3,8 \pm 0,15$ mV
Vermelho	$3,0 \pm 0,1$ mV	$1,0 \pm 0,1$ mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Conhecendo os valores médios da luz ambiente e isolada de cada LED, então tivemos que fazer a ligação conforme a figura 8, usando todos os LEDs como transmissor e também como receptor para verificar se os dados correspondem ou não de acordo com o experimento padrão.

Seguindo a lógica do trabalho dos pesquisadores Spagnolo, Postiglione e De Angelis, quando tivermos o LED azul ligado, esperamos que ela acabe por transmitir tensão para os LEDs azul, verde e vermelho por ser o mais energético.

Quando o LED azul está ligado:

Tabela 4: Dados obtidos do LED azul, primeira medida.

LED receptor	V (isolado com o azul ligado)
Azul	$273 \pm 0,1$ mV
Verde	$301 \pm 0,03$ mV
Vermelho	96 ± 1 mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Tabela 5: Dados obtidos do LED azul, segunda medida.

LED receptor	V (isolado com o azul ligado)
Azul	$350 \pm 0,2$ mV
Verde	$456 \pm 0,01$ mV
Vermelho	$36,8 \pm 0,1$ mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Tabela 6: Médias obtidas do LED azul.

LED receptor	V (isolado com o azul ligado)
Azul	$331,5 \pm 0,1$ mV
Verde	$378,5 \pm 0,02$ mV
Vermelho	$66,4 \pm 0,55$ mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Seguindo a lógica do trabalho dos pesquisadores Spagnolo, Postiglione e De Angelis, quando tivermos o LED verde ligado, esperamos que ela acabe por transmitir tensão para os LEDs verde e vermelho e não transmitir tensão no LED azul.

Quando o LED verde está ligado:

Tabela 7: Dados obtidos do LED verde, primeira medida.

LED receptor	V(isolado com o verde ligado)
---------------------	--------------------------------------

Azul	$1,4 \pm 0,1$ mV
Verde	$8,3 \pm 0,1$ mV
Vermelho	$2,6 \pm 0,2$ mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Tabela 8: Dados obtidos do LED verde, segunda medida.

LED receptor	V(isolado com o verde ligado)
Azul	$1,3 \pm 0,1$ mV
Verde	$7,5 \pm 0,2$ mV
Vermelho	$2,8 \pm 0,1$ mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Tabela 9: Médias obtidas do LED verde.

LED receptor	V (isolado com o verde ligado)
Azul	$1,35 \pm 0,1$ mV
Verde	$7,9 \pm 0,15$ mV
Vermelho	$2,7 \pm 0,15$ mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Segundo a lógica do trabalho dos pesquisadores Spagnolo, Postiglione e De Angelis, quando tivermos o LED vermelho ligado, esperamos que ela acabe por transmitir tensão para o LED vermelho e não transmitir tensão nos LEDs azul e verde.

Quando o LED vermelho está ligado:

Tabela 10: Dados obtidos do LED vermelho, primeira medida.

LED receptor	V (isolado com o vermelho ligado)
Azul	$1,5 \pm 0,1$ mV
Verde	$3,2 \pm 0,2$ mV
Vermelho	$3,6 \pm 0,1$ mV

Fonte: O próprio autor

Tabela 11: Dados obtidos do LED verde, segunda medida.

LED receptor	V (isolado com o vermelho ligado)
Azul	$1,4 \pm 0,3$ mV

Verde	$3,3 \pm 0,1$ mV
Vermelho	$3,8 \pm 0,2$ mV

Fonte: O próprio autor (2022)

Tabela 12: Médias obtidas do LED vermelho.

LED receptor	V (isolado com o vermelho ligado)
Azul	$1,45 \pm 0,2$ mV
Verde	$3,25 \pm 0,15$ mV
Vermelho	$3,7 \pm 0,15$ mV

Fonte: O próprio autor (2022).

Em suma, os resultados obtidos suportam a teoria os fundamentos do efeito fotoelétrico interno e o experimento padrão, de modo que podemos ver que um LED azul com uma frequência maior que os dois LEDs e um comprimento de onda menor em relação ao mesmo LED transmite uma forma isolada de tensão para o restante LEDs e em si de $1,52 \pm 0,75$ mV. E o LED verde cujo comprimento de onda é maior que a luz azul é menor que a luz vermelha, e cuja frequência é maior que a luz vermelha que a luz azul, mostra que ele só pode transmitir tensão em LEDs vermelhos e verdes de luz isolada de $3,8 \pm 0,15$ mV, mas não em LEDs azuis. O LED vermelho, porém, tem um comprimento de onda maior que os dois LEDs e tem uma frequência menor que os mesmos LEDs, indicando que só pode transmitir tensão nele e não nos outros LEDs de luz isolada de $1,0 \pm 0,1$ mV.

4.2 Proposta do Plano de Aula

Roteiro para Plano de Aula

<p>I Plano de Aula</p> <p>Título da aula:</p> <p>Data: ___/___/___</p>
<p>II. Dados de Identificação:</p> <p>Escola: _____</p> <p>Professor (a): _____</p> <p>Disciplina: Física Turma/Série:</p>
<p>III. Competência específica:</p> <p>Monte um experimento de baixo custo e use a interpretação do efeito fotoelétrico (interno) para desenvolver um argumento e fazer previsões sobre o funcionamento do experimento.</p>
<p>IV. Habilidades:</p> <p>(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> <p>(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.</p> <p>(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.</p>
<p>V. Conteúdo: efeito fotoelétrico interno.</p>
<p>VI. Desenvolvimento do tema:</p>

Iniciando a aula: O professor terá nos seus primeiros minutos o desafio de procurar instigar e diagnosticar os conhecimentos dos alunos sobre o assunto abordado.

- Aonde já ouviram sobre o efeito fotoelétrico?
- Sabem sobre algumas aplicações do efeito fotoelétrico?

Apresentação do tema:

- Neste momento que o (a) professor(a) tem como objetivo a explanação dos conteúdos em função do tema com base em material didático como livros ou outro material de apoio que sustenta a aula sobre o efeito fotoelétrico.
- É importante ressaltar para os estudantes a história e os cientistas que contribuíram para o estudo do fenômeno efeito fotoelétrico.
- Relatar sobre a aplicação do efeito fotoelétrico no cotidiano.
- De lembrar o que são LEDs e como funcionam e desenvolver o conteúdo sobre o efeito fotoelétrico interno.

Finalizando o tema:

- Neste momento o professor deve apresentar os recursos didáticos e pedir para os estudantes participarem de forma ativa na montagem do experimento.
- Dar uns minutos pra eles tirarem as suas duvidas com a montagem e o fenômeno em causa.
- De seguida o professor explica o funcionamento do experimento de forma detalhada afim de eles entenderem sobre o efeito fotoelétrico interno.

VII. Recursos didáticos:

- 2 LEDs azul
- 2 LEDs verde
- 2 LEDs vermelho

- 2 pilhas
- 25 cm de fio de cobre
- Multímetro
- Pincel vazio

VIII. Anexos:

Texto de apoio:

Efeito fotoelétrico.

O efeito fotoelétrico é um processo de emissão de elétrons por alguns materiais quando iluminados por frequências específicas de ondas eletromagnéticas.

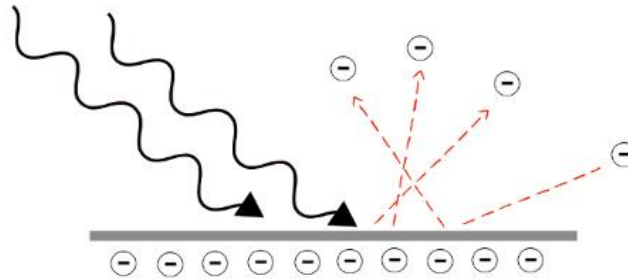
O efeito fotoelétrico é um fenômeno de origem quântica que consiste na emissão de elétrons por algum material que é iluminado por radiações eletromagnéticas de frequências específicas. Os elétrons emitidos por esses materiais são chamados de fotoelétrons."

O efeito fotoelétrico foi descoberto em 1886 pelo físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894). Na ocasião, Hertz percebeu que a incidência da luz ultravioleta em chapas metálicas auxiliava a produção de faíscas. A explicação teórica para o efeito fotoelétrico, entretanto, só foi apresentada pelo físico alemão Albert Einstein, em 1905.

A dúvida que existia na época estava relacionada com a energia cinética dos elétrons que eram ejetados do metal: essa grandeza não dependia da intensidade da luz incidente. Einstein percebeu que o agente responsável pela ejeção de cada elétron era um único fóton, uma partícula de luz que transferia aos elétrons uma parte de sua energia, ejetando-o do material, desde que sua frequência fosse grande o suficiente para tal. Para tanto, Einstein muniu-se das ideias do físico alemão Max Planck (1858-1947).

Planck afirmava que a luz irradiada por um corpo negro era quantizada, isto é, apresentava um valor mínimo de energia, como em pequenos pacotes. Einstein ampliou a ideia para todas as ondas eletromagnéticas e conseguiu resolver o

problema do efeito fotoelétrico. Einstein e Planck receberam mais tarde o prêmio Nobel de Física por suas descobertas relacionadas à quantização da luz."



A injeção de elétrons em uma placa metálica.

A energia de cada fóton depende de sua frequência (f), portanto, existe uma frequência mínima necessária para arrancar os elétrons do material. A energia mínima que cada fóton deve ter para promover o efeito fotoelétrico é chamada de função trabalho. A equação a seguir permite calcular a energia de um único fóton de frequência f :

$$E = hf$$

Na equação acima, h é uma constante física chamada constante de Planck, de valor igual a $4,0 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$. A energia cinética que o elétron adquire após ser atingido por um fóton é determinada pela diferença da energia do fóton com a função trabalho (Φ):

$$E = hf - \phi$$

A função trabalho é uma característica de cada material e depende do quão ligados estão os elétrons no material. Confira uma tabela com valores de função trabalho, em unidades de eV (elétrons-volts - cada eV equivale a $1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$)

Escola Brasil. Efeito fotoelétrico. 2023. Disponível em:
<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-efeito-fotoeletrico.htm#>

Acesso em 04 de fev. 2023.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, apresentamos uma proposta de ensino de Física Moderna (FM) no ensino médio (EM) recorrendo à utilização de experimento de baixo custo como ferramenta de ensino-aprendizado para transpor e melhorar a compreensão das dificuldades proporcionadas pelo histórico que mancha a disciplina de Física como sendo difícil de aprender.

Replicou-se um experimento que consegue visualizar o fenômeno do efeito fotoelétrico interno com material de baixo.

Além disso, uma proposta de aula foi elaborada como uma ferramenta educacional que pode ser utilizada em uma aula de física do ensino médio na modalidade regular e profissional, podendo ser utilizada tanto para análise qualitativa, fornecendo determinados números que justifiquem os objetivos da pesquisa, quanto como análise quantitativa analítica permitindo entender tudo obtenha a complexidade e os detalhes das informações.

A proposta educacional pode somar para atrair os estudantes o magisterio e carreiras científicas ao trazer temas da Física Moderna com equipamentos eletrônicos do cotidiano. Como trabalho futuro seria necessário verificar como proposta de ensino contribuina metodologia de ensino no letramento científico dos estudantes e como processo de montar o experimento pode aumentar o engajamento dos estudantes pelas ciências.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176, 2003.

ARRUDA, R. S. BNCC e ensino de Física: Incógnita do ensino interdisciplinar. Rio Claro (SP) 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm . Acesso em: 14 mai. 2022.

Brasil escola. Efeito fotoelétrico. 2023. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-efeito-fotoeletrico.htm#> . Acessado em: 25 jan 2023

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a Base. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf . Acesso em: 14 mai. 2022.

CARDOSO, E. M. S. FLORES M. A. A Formação Inicial de Professores em Angola: problemas e desafios. In: CONGRESSO INTERNACIONAL GALEGO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA, 10., 2009, Braga. Actas [...]. Braga: Universidade do Minho, 2009. p. 656-666.

CÁSSIO, F. Existe vida fora da BNCC? In: CÁSSIO, F.; CATELLI JR., R. (orgs.). Educação é a base? 23 educadores discutem a BNCC. São Paulo: Ação Educativa, 2019, p. 13-39.

Cores visível da luz. 2023. Disponível em: <http://cor-sensacao.blogspot.com/2010/01/blog-post.html>. Acessado em 27 de jan de 2023.

COSTA, Bruno Henrique Matos da. Uma aula sobre o efeito fotoelétrico para o ensino médio. 2005.

DE SOUSA, Mikael Souto Maior; PARENTE, Wladimir Ferreira. Uma sequência didática com experimentação no ensino do efeito fotoelétrico. **Cadernos do Aplicação**, v. 33, n. 2, 2020.

DIÁRIO DA REPÚBLICA. Órgão Oficial da República de Angola. Lei de Bases do Sistema de Educação. (Lei 13/01 de 31 de dezembro). I Série - N.º 65. 2001.

DIÁRIO DA REPÚBLICA. Órgão Oficial da República de Angola. Lei de Bases do Sistema de Educação e Ensino. (Lei 17/16 de 7 de outubro). I Série - N.º 170. 2016.

DIÁRIO DA REPÚBLICA. Órgão Oficial da República de Angola. Lei que altera a Lei n.º 17/16, de 7 de outubro – Lei de Bases do Sistema de Educação e Ensino (Lei 32/20 de 12 de agosto). I Série - N.º 123. 2020.

Diferentes tipos de lâmpadas de LED. 2023. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz#/media/Ficheiro:Verschiedene_LEDs.jpg . Acesso em 03 de fev. 2023.

DOMINGUINI, L. Física moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, 2012.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

Escola Brasil. Efeito fotoelétrico. 2023. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-efeito-fotoeletrico.htm#> Acesso em 04 de fev. 2023.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. *Experimentação e Ensino de Ciências*, nº 10, 1999.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nova na Escola n.3, p. 198, agosto, 2009.

INIDE. 2009. Informação sobre a Implementação do Novo Sistema de educação. Reforma Educativa do Ensino Primário e Secundário. Inclui a Lei de bases e o Decreto de lei n.º 2/05. Ministério da Educação da República de Angola. Luanda, INIDE.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – INE. Departamento de Informação e Difusão. Objectivos de Desenvolvimento Sustentável Relatório sobre os Indicadores de Linha de Base: Agenda 2030. Luanda: INE. 2018.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed.- São Paulo: Atlas, 2003.

MELO, Júlio de Fátimo Rodrigues. Desenvolvimento de atividades práticas experimentais no ensino de biologia – um estudo de caso. Brasília: UnB, 2010.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MED. Plano Curricular do Ensino Secundário Pedagógico. Luanda: Editora Moderna, 2019. 68 p.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Sobre a base nacional comum curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 327-332, 2016.

OLIVEIRA, Josias da Assunção de Deus. Formação de professores de física em Angola: considerando a pesquisa em Ensino de Física. 2021.

PALANDI, Joecir. Física moderna. 2010.

PAULO, I.J.C.de. Elementos para uma proposta de inserção de tópicos de física moderna no ensino de nível médio. Cuiabá: Instituto de Educação – UFMT, 1997.Diss. Mestr. Educação.

Pereira, R. (2012) Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. Anais do VI Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”, São Cristóvão, 1-15.

QUINTAS, J.; GREGÓRIO, BRÁS, J. G. V.; NEVES, M. G. A Formação de Professores em Angola: reflexões pós-coloniais. Revista TransVersos, [S. l.], n. 15, p. 31-46, abr. 2019. Disponível em: <https://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/transversos/article/view/42032> . Acesso em: 30 mai. 2022. DOI: <https://doi.org/10.12957/transversos.2019.42032>.

RODRIGUES, William Costa et al. Metodologia científica. **Faetec/IST. Paracambi**, p. 2-20, 2007.

Símbolo do LED demonstrando o fio do ânodo e do cátodo. 2023. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz#/media/Ficheiro:Simbolo_LED.svg. Acesso em 03 de fev. De 2023

SILVEIRA, Sérgio; GIRARDI, Mauricio. Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, 2017.

SOUZA, A. C. A Experimentação no Ensino de Ciências: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem. Medianeira, p. 33, 2013.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

SPAGNOLO, Giuseppe Schirripa; POSTIGLIONE, Adriana; DE ANGELIS, Ilaria. Simple equipment for teaching the internal photoelectric effect. Physical Education, vol. 55, no. 5, pg. 055011, 2020.

