



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE
INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS - IFAM
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 04

SOETÂNIA SANTOS DE OLIVEIRA

PRODUTO EDUCACIONAL

O ENSINO DO EFEITO FOTOELÉTRICO EM SITUAÇÕES DO
COTIDIANO ATRAVÉS DE JOGOS E MODELAGEM

MANAUS – AM
2024

SOETÂNIA SANTOS DE OLIVEIRA

O ENSINO DO EFEITO FOTOELÉTRICO EM SITUAÇÕES DO COTIDIANO ATRAVÉS
DE JOGOS E MODELAGEM

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: Modelagem e Jogos Avaliativos Como Ferramentas para o Aprendizado do Efeito Fotoelétrico em Situações do Cotidiano dos Alunos, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 04 – UFAM/IFAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Antonio Xavier Gil

Manaus – AM
2024

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

O48e Oliveira, Soetânia Santos de.
O ensino do efeito fotoelétrico em situações do cotidiano através de jogos e modelagem / Soetânia Santos de Oliveira. – Manaus, 2024.
45 p. : il. color.

Produto educacional proveniente da dissertação - Modelagem e jogos avaliativos como ferramentas para o aprendizado do efeito fotoelétrico em situações do cotidiano dos alunos (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Xavier Gil.

1. Ensino de física. 2. Efeito fotoelétrico. 3. Aprendizagem significativa. 4. Jogos avaliativos. I. Gil, Antonio Xavier. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Universidade Federal do Amazonas. IV. Título.

CDD 570.03

Agradecimentos

A Deus, pela alegria de viver e continuar aprendendo constantemente.

Aos meus pais, Maria de Lourdes S. Oliveira e Francisco Carlos de Oliveira, por terem apoiado todas as decisões que tomei e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus irmãos, Suetônio e Suênio, pelo incentivo e por se fazerem sempre presentes.

Ao meu orientador, Dr. Antonio Xavier Gil, pelas orientações valiosas.

Aos amigos e familiares que torceram pelo meu sucesso e compreenderam minha ausência em alguns momentos.

Aos amigos que fiz ao longo do curso de Mestrado, por compartilharem tantos momentos de aprendizagem, angústia, alegria e boas risadas, em especial a José Carlos, José Victor e Tiago.

A E.E. Ângelo Ramazzotti, em especial a gestora Ivana Borges, aos colegas e a turma do 2º 3 Matutino 2023, por acolherem e contribuírem com a realização do meu projeto.

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM), ao Instituto Federal do Amazonas (IFAM) e ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela oportunidade de realizar este curso.

Aos professores do MNPEF polo 04, cujo empenho em transmitir conhecimento de forma clara facilitou bastante meu aprendizado ao longo do curso.

Aos membros da banca examinadora, pela colaboração na melhoria e engrandecimento deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro - código de financiamento 001- e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão de bolsa.

Enfim, muitas foram as pessoas que me ajudaram, direta e indiretamente, na realização deste trabalho, citar todas não seria possível, porém deixo aqui registrada a minha profunda gratidão a todas elas.

Sumário

Apresentação	6
1. Introdução	7
2. Fundamentação Teórica.....	8
2.1 Efeito Fotoelétrico	8
2.1.1 Aplicações do efeito fotoelétrico no cotidiano	13
3. Metodologia de ensino	17
3.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS	21
3.1.2 Esquema da sequência didática	21
3.1.3 Descrição da sequência didática	23
4. Considerações Finais	27
Referências	28
Apêndices	30
1. Roteiro experimental – PhET EFE	30
2. Sequência Didática	32
3. Jogos desenvolvidos	35
3.1 Quiz	35
3.2 Jogo avaliativo.....	38

Apresentação

Prezados professores,

É com satisfação que lhes apresento a proposta de ensino intitulada “O Ensino Do Efeito Fotoelétrico Em Situações Do Cotidiano Através De Jogos E Modelagem”. Essa proposta foi elaborada com a finalidade de trabalhar o conteúdo sobre o efeito fotoelétrico e suas aplicações de forma mais dinâmica e atrativa para os alunos.

Este documento traz a descrição detalhada da sequência didática a ser seguida para trabalhar o efeito fotoelétrico no novo ensino médio. De acordo com a grade curricular do novo ensino médio, o estudo do efeito fotoelétrico faz parte dos conteúdos que devem ser abordados em Física na 2ª série.

O professor, como mediador do processo de ensino aprendizagem, poderá realizar as alterações nessa sequência de ensino que forem necessárias de acordo com o ambiente e seu público, mas sem desfocar do objetivo principal que é ensinar o efeito fotoelétrico e suas aplicações, potencializando a aprendizagem significativa.

Acredito que o material proposto será de grande utilidade no processo de ensino aprendizagem dos alunos para o conteúdo que se propõe. Acredito também que este pode vir a ser fonte de inspiração para propostas futuras. Desejo sucesso a todos que se dispuserem a utilizá-lo e coloco-me a disposição para sanar eventuais dúvidas que possam surgir quando da aplicação deste produto.

Cordialmente,

Prof. Soetânia Santos de Oliveira

1. Introdução

Diariamente fazemos uso de tecnologias desenvolvidas graças aos conhecimentos decorrentes de estudos realizados na área de Física Moderna e Contemporânea (FMC), porém poucos fazem essa associação. Daí a importância de se abordar conteúdos de FMC ainda no EM.

Lecionar física, de maneira geral, no Ensino Médio (EM) em particular, é desafiador por vários motivos. Um deles é a necessidade de despertar e manter a curiosidade do aluno durante a aula. Outro grande desafio é quebrar a imagem que muitos alunos têm que a Física é uma disciplina em que eles estudarão um monte de fórmulas e as usarão apenas para passar nas provas.

Entende-se, portanto, que os conteúdos de FMC no NEM devam ser abordados de forma contextualizada, para que o aluno consiga fazer as relações entre a teoria e a sua aplicabilidade prática, o que estimulará o seu interesse e tornará a sua aprendizagem mais concreta. Assim, dentre os conteúdos estudados em FMC, optou-se por abordar o efeito fotoelétrico, uma vez que ele encontra várias aplicações tecnológicas, que estão presentes no dia a dia dos alunos, e fazer parte dos conteúdos que devem ser abordados em Física na 2ª série.

A proposta de ensino apresentada fundamenta-se na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, e tem a intenção de facilitar a abordagem e a compreensão desse fenômeno, por meio da produção de material potencialmente significativo. Além da contextualização, a metodologia adotada utiliza jogos educacionais sobre o efeito fotoelétrico, que conciliam a aprendizagem à diversão, alegria, felicidade e a um momento de aprendizagem mais dinâmico, e associada à utilização da plataforma PhET para modelagem do efeito fotoelétrico.

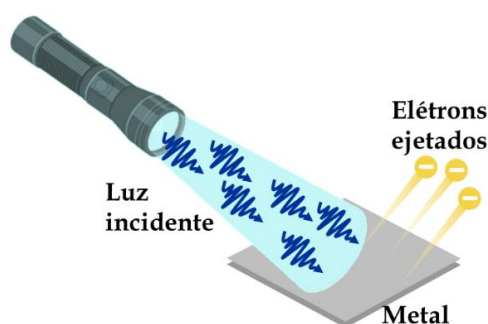
2. Fundamentação Teórica

Neste capítulo serão apresentados esclarecimentos acerca do tema a ser trabalhado, assim como um breve resumo de obras relevantes que tratam sobre o ensino do efeito fotoelétrico a nível de ensino médio.

2.1 Efeito Fotoelétrico

O fenômeno do Efeito Fotoelétrico (EFE), ilustrado na Figura 1, consiste na liberação de elétrons pela superfície de um metal, após absorção da energia proveniente da radiação eletromagnética incidente sobre ele, de tal modo que a energia da radiação é parcialmente transformada em energia cinética dos elétrons expelidos (CARUSO e OGURI, 2016, p. 320).

Figura 1 - Esquema do Efeito fotoelétrico.

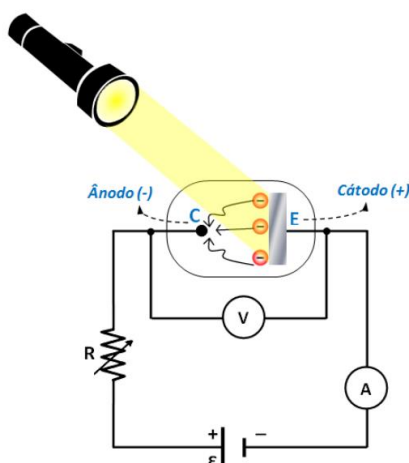


Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Entre os anos de 1886 e 1887, o físico Heinrich Hertz confirmou experimentalmente a existência das ondas eletromagnéticas (oscilações formadas por campos elétricos e magnéticos variáveis, que se propagam tanto no vácuo quanto em meios materiais) e, por conseguinte, a teoria de Maxwell sobre a propagação da luz. De maneira inusitada, Hertz observou em seus estudos experimentais que uma descarga elétrica entre dois eletrodos ocorria mais facilmente quando havia a incidência sobre esses eletrodos de luz ultravioleta (COTINGUIBA, 2022, p. 38). Por este motivo seu trabalho é considerado por muitos como sendo a primeira verificação experimental para o que atualmente denominamos efeito fotoelétrico. Porém, segundo Soares (2016, p. 20), embora Hertz tenha observado experimentalmente o fenômeno e tenha fornecido grandes contribuições para seu estudo, ele não se interessou pelo assunto ao ponto de explicá-lo, pois este não era seu intuito.

Após as observações de Hertz, o EFE passou a ser estudado por vários cientistas, utilizando aparatos experimentais projetados especialmente para isso. Na Figura 2 tem-se o esquema da montagem do experimento do EFE, onde (ε) é a força eletromotriz - *fem*, (A) é o amperímetro e (R) a resistência. Numa experiência típica, os eletrodos ficam dentro de uma ampola de quartzo evacuada, transparente à luz ultravioleta, estabelecendo-se entre eles uma diferença de potencial (V) e iluminando-se o catodo com luz de determinada frequência (ν) e intensidade (I_0), passando-se então a aferir a corrente elétrica (i) produzida com a utilização de um amperímetro (NUSSENZVEIG, 2002, p. 250).

Figura 2 - Montagem experimental do Efeito Fotoelétrico.



Fonte: JESUS (2011, p. 40).

Em 1902, Philipp Eduard Anton von Lenard, discípulo de Hertz, publica seu trabalho sobre o efeito fotoelétrico, no qual apresenta as leis do efeito fotoelétrico, oriundas das experiências que haviam sido realizadas, concluindo que a velocidade máxima com que os elétrons são ejetados por luz ultravioleta independe da intensidade luminosa (SOARES, 2016, p. 23), ou seja, independe da potência de radiação luminosa emitida pela fonte em uma certa direção (NISKIER e MACINTYRE, 2000, apud OSS, 2019, p.20).

De acordo com Klassen, (2009b, apud SOARES, 2016, p. 24), Lenard começou a investigar a natureza do efeito fotoelétrico ainda mais profundamente e descobriu que mesmo que os elétrons fossem emitidos, pois eram afetados pela intensidade da luz, nada acontecia com a energia cinética. Ele então constatou que a energia dos elétrons dependia do comprimento

de onda da luz incidente. Assim, a luz que possuísse comprimento de onda mais curto ejetava elétrons mais rapidamente.

De acordo com Caruso e Oguri (2016, p. 320), dentre os principais resultados observados por Lenard destacam-se:

- O fato da emissão de elétrons não depender da intensidade da luz incidente;
- Havendo emissão, e mantendo-se constantes a frequência e o potencial retardador, a corrente é proporcional à intensidade da luz;
- A ocorrência da emissão depende da frequência da luz;
- Para cada metal há um limiar de frequência, abaixo do qual não há emissão;
- Para uma determinada frequência, o potencial de corte independe da intensidade da luz;
- A energia cinética dos elétrons e o potencial de corte crescem com a frequência da luz.

Os trabalhos de Lenard de 1902 e 1906 são considerados grandes marcos para a evolução da Física, por contribuírem para os estudos acerca do efeito fotoelétrico (SOARES, 2016, p.24).

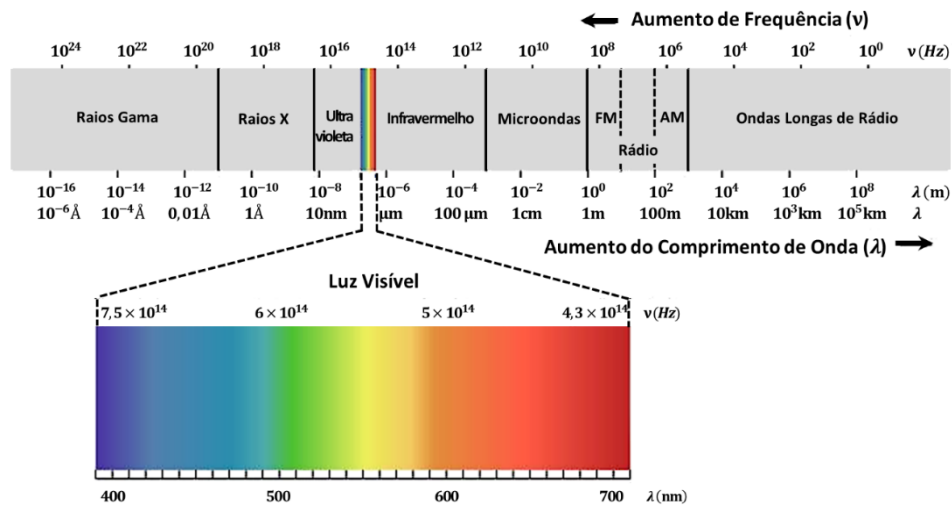
Em termos históricos o EFE tem sua raiz na ideia da quantização da energia proposta por Planck em 1900 para explicar o espectro de radiação de corpo negro (denominando de catástrofe do ultravioleta) (GOMES, 2011, p.24). Em 1905, Einstein explica os resultados de Lenard admitindo que a luz é quantizada. Partindo dos seus estudos sobre a constituição atômico-molecular da matéria ele propôs um modelo em que a luz se comportaria como pequenos pacotes de energia, os chamados quanta de luz (SILVA, 2018, p. 8). Assim, a luz de frequência (ν), em sua interação com a matéria, deveria ser constituída por quanta de luz de energia (ϵ) dada por:

$$\epsilon = h\nu \quad \text{Eq. 1}$$

em que h é uma constante de proporcionalidade denominada constante de Planck, cujo valor é $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s. A Figura 3 ilustra a distribuições de frequências das ondas eletromagnéticas. Nesta Figura é possível também perceber a relação inversa que existe entre o comprimento de onda (λ) e a frequência (ν). Esta relação inversa entre o comprimento de onda e a frequência é confirmada matematicamente por meio da equação fundamental das ondas ($v =$

$\lambda \cdot \nu$), a partir da qual verifica-se que quanto maior for o comprimento de onda menor será a frequência e vice-versa ($\lambda = c/\nu$).

Figura 3 - Distribuição da frequência (ν) das ondas eletromagnéticas



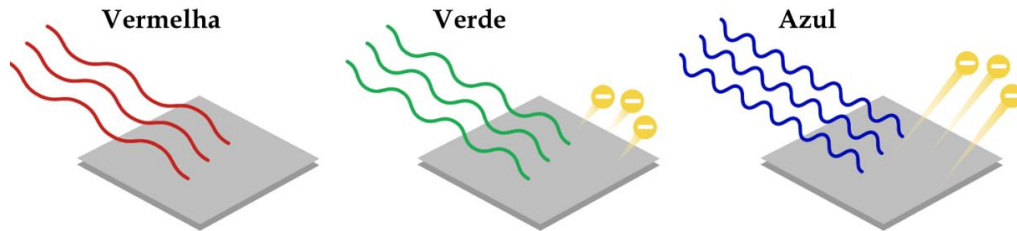
Fonte: <http://dan-scientia.blogspot.com/2010/03/relacao-da-frequencia-com-o-comprimento.html>

Segundo Einstein, ao interagir com o elétron do metal o fóton transmite-lhe toda a sua energia. Porém, para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada função trabalho (ϕ). Assim, a luz com comprimento de onda suficientemente pequeno incidindo em um determinado metal pode provocar a emissão de elétrons desse metal (Figura 4), o que caracteriza o EFE (JESUS, 2011, p. 39). Os elétrons que escapam do metal emergem com uma energia cinética máxima ($K_{m\acute{a}x}$), dada por (CARUSO e OGURI, 2016, p. 320):

$$K_{m\acute{a}x} = h\nu - \phi \quad \text{Eq. 2}$$

Analisando a equação 2, percebe-se que a energia cinética máxima não depende da intensidade da luz e sim de sua frequência, que se for maior que um valor específico de cada material, chamado frequência de corte (ν_0), poderá emitir um fóton (JESUS, 2011, p. 41).

Figura 4 - Placas de um mesmo metal (mesma função trabalho) iluminadas por fontes monocromáticas de frequências diferentes.



Fonte: Adaptado de: <https://pt.khanacademy.org/science/physics/quantumphysics/photons/a/photoelectric-effect>.

A equação anterior (Eq. 2) é compatível com o fato de que, ao se aumentar a intensidade da luz incidente, aumentando o número de fótons incidentes, aumenta-se também o número de elétrons emitidos e, portanto, a corrente, mas não a energia cinética máxima que cada elétron pode adquirir. Sendo assim, o potencial de corte (V), necessário para deter o fluxo de elétrons, é determinado pela condição de que a energia potencial elétrica (eV) deva ser igual à energia cinética máxima do elétron ejetado, ou seja (CARUSO e OGURI, 2016, p. 321),

$$eV = h\nu - \phi \quad \text{Eq. 3}$$

Segundo Jammer (1966, p. 35), as primeiras comprovações para o efeito fotoelétrico foram realizadas por A.L. Hughes no ano de 1912 e, posteriormente, por O.W. Richardson e K.T. Compton. Porém, as equações de Einstein só foram validadas, tendo sua confirmação exata, com os trabalhos por Millikan, desenvolvidos entre os anos de 1914 e 1916 (KUHN, 1978, p. 222). Millikan utilizou essa expressão para determinar a constante de Planck (h) em 1914, após uma sucessão de medidas.

Vale salientar que a comunidade científica levou mais de dez anos para reconhecer a validade do trabalho de Einstein e a necessidade de introduzir rupturas nas teorias clássicas (GUTMANN e OLIVEIRA, 2002, p. 3). Em 1921 Einstein recebeu o Prêmio Nobel de Física devido as suas explicações sobre o efeito fotoelétrico.

Essas informações podem ser compartilhadas com alunos do ensino médio, buscando-se fazer com que eles compreendam a importância que tais descobertas tiveram no processo de desenvolvimento tecnológico, vivenciado pela nossa sociedade.

2.1.1 Aplicações do efeito fotoelétrico no cotidiano

Apesar das polêmicas teóricas suscitada pelas explicações do efeito fotoelétrico, a indústria eletrônica utilizou o fenômeno para desenvolver uma série de componentes sensíveis à luz, os elementos fotossensíveis, baseados em dois processos distintos: emissão fotoelétrica e quebra de ligações covalentes em semicondutores devido à ação dos fótons. Dentre os componentes eletrônicos criados estão válvulas fotomultiplicadoras, válvulas captadoras de imagem e células fotoelétricas (CARUSO e OGURI, 2016, p. 321).

O entendimento sobre o EFE tornou possível sua aplicação em nosso cotidiano, trazendo melhorias e avanços significativos para a sociedade como um todo. Atualmente, existem vários objetos que utilizam como tecnologia o efeito fotoelétrico, como por exemplo, sistemas de alarmes, sistema de iluminação, portas automáticas, painéis solares, TV de LCD (*Liquid Crystal Display*) e Plasma, aparelhos de controle de contagem, máquinas industriais, sensores etc. (SILVA, 2018, p. 12).

Pode-se distinguir o EFE em dois tipos:

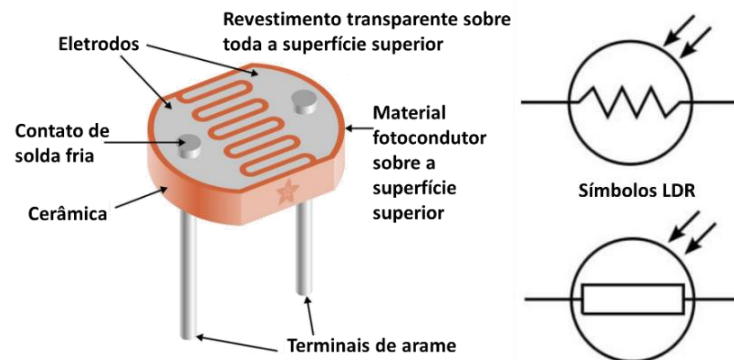
- O EFE externo, ou seja, o EFE propriamente dito, que consiste na emissão de elétrons pela matéria sob a ação da luz; e
- O EFE interno, próprio dos semicondutores¹, que consiste na transformação de energia elétrica, de forma direta, em energia luminosa, sendo este bastante usado nas resistências fotoelétricas.

Graças ao EFE tornou-se possível o cinema falado, assim como a transmissão de imagens animadas (televisão). De acordo com Sousa Jr (2017, p. 2), aparelhos cujos funcionamentos se assentam no aproveitamento do EFE controlam o tamanho das peças melhor do que pode fazer qualquer operário, permitem acender e desligar automaticamente a iluminação de ruas, dos faróis etc. Tudo isso se tornou possível devido à invenção de aparelhos especiais, chamados células fotoelétricas, em que a energia da luz controla a energia da corrente elétrica ou se transforma em corrente elétrica.

Um exemplo de dispositivo cujo funcionamento baseia-se no efeito fotoelétrico são as células fotocondutoras, conhecidas como LDR (*Ligth Dependent Resistor* - Resistência Dependente da Luz, em tradução livre). O LDR é um resistor cuja resistência elétrica varia com a intensidade da luz que incide sobre ele (SILVA, 2016, p. 43). A figura 5 traz uma ilustração de um LDR, assim como os símbolos utilizados para representá-lo.

¹ Semicondutores são materiais de estrutura geralmente cristalina com propriedades elétricas intermediárias entre as dos condutores e as dos isolantes.

Figura 5 – Dispositivo LDR.



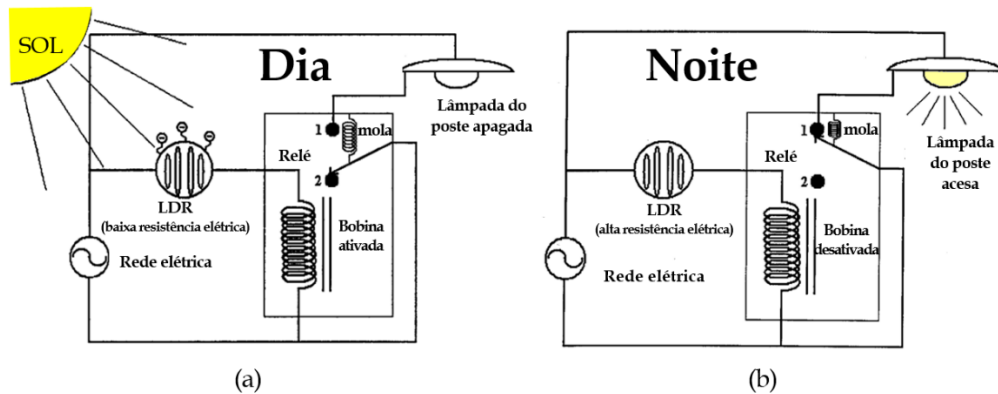
Fonte: Adaptado de: <https://albertoroura.com/controlando-un-led-con-un-ldr-en-arduino/>

O LDR constituído a partir de material semiconductor com alta resistência elétrica em sua constituição, ao ser iluminado tem a sua resistência elétrica reduzida, pois com a incidência de luz, de frequência suficiente, os elétrons absorvem a energia dos fótons, favorecendo à quebra de ligações covalentes², e, conseqüentemente, o aumento da quantidade de elétrons livres. Tal fenômeno melhorará a condutividade do material, diminuindo a resistência e facilitando a fluidez da corrente elétrica no circuito. Na ausência de luz incidente sobre o dispositivo, a resistência do LDR aumentará, em virtude da diminuição da quantidade de elétrons livres na banda de condução do material (SILVA, 2016, p.44-45).

Esta propriedade do LDR é empregada nos dispositivos controladores do sistema de iluminação pública (Figura 6), que produzem corrente elétrica quando expostos à iluminação, e acionam a bobina que produz um campo magnético, desligando o relé e abrindo o circuito da rede, não acendendo a lâmpada, mas à noite, não havendo corrente produzida por incidência de luz, não haverá um campo magnético produzido pela bobina, e o relé não é desligado; desta forma a corrente da rede elétrica acende a lâmpada (VALADARES e MOREIRA, 1998, p. 124-125).

² Em uma ligação covalente os elétrons da camada mais externa (valência) são compartilhados pelos átomos.

Figura 6 - Esquema do princípio de funcionamento do sistema de iluminação pública: arranjo do circuito durante (a) o dia e (b) durante a noite.



Fonte: Adaptado de VALADARES e MOREIRA (1998, p.124-125).

Além do sistema de iluminação pública, o LDR está presente em várias tecnologias do dia a dia, como por exemplo, em sistemas de alarme, detectores de presença, portas automáticas, portas de elevadores, esteiras de supermercado, controles remotos, entre outros. No caso da porta do elevador, por exemplo, um feixe de luz, ao ser interrompido, aciona um sistema automático que impede a porta de fechar. Esta situação é ilustrada na Figura 7.

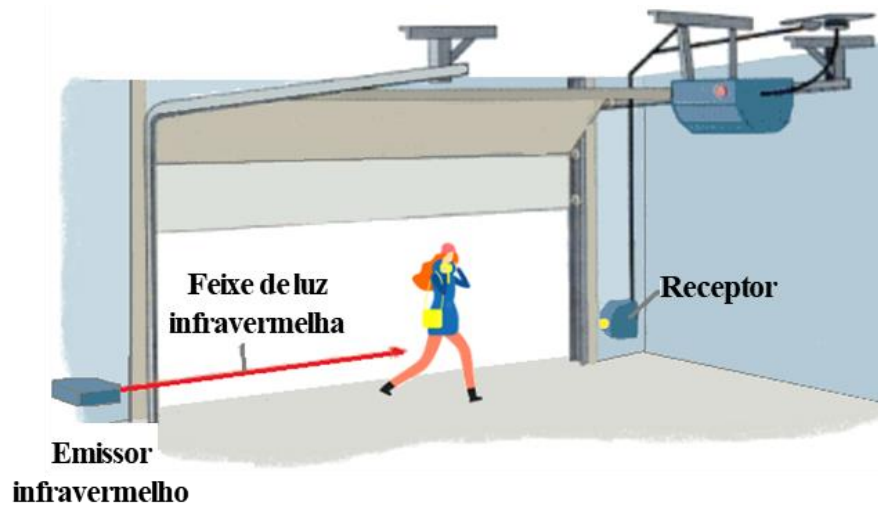
Figura 7 - Esquema de funcionamento da porta de elevadores.



Fonte: Adaptado de: <https://www.facebook.com/Prodesp/posts/2670693089643914/>

As portas automáticas, como aquelas presentes nas entradas de shoppings, têm funcionamento semelhante a porta do elevador (Figura 8). Neste caso, um feixe contínuo de luz infravermelha é emitido em direção a uma placa metálica, que está ligada em um circuito, fazendo com que o sistema mantenha a porta fechada. Quando uma pessoa passa na frente do feixe bloqueando-o, o circuito para de funcionar. Isso faz com que a porta se abra, voltando à posição de repouso (SOUSA JR, 2017, p. 4).

Figura 8 - Esquema de funcionamento de portas automáticas.



Fonte: SOUSA JR (2017, p. 4)

De acordo com Silva (2016, p. 44), o material mais utilizado na confecção do LDR é sulfeto de cádmio (CdS), pois tem uma sensibilidade à luz semelhante à do olho humano (faixa de luz visível). Para o uso em outras faixas de frequência, diferentes da visível, outros materiais são utilizados, como o arseneto de gálio para o infravermelho. Ainda segundo Silva (2016, p. 46), o funcionamento básico do LDR é o seguinte: quando o resistor é iluminado ou quando tem o feixe de luz que o iluminava interrompido, respectivamente, permite ou impede a passagem de corrente pelo circuito onde está acoplado, provocando o acionando ou a desativação de um sistema eletroeletrônico.

3. Metodologia de ensino

A metodologia empregada fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, uma vez que para seu efetivo desenvolvimento serão cumpridas etapas que envolvem simulações computacionais e jogos, portanto, um material didático atrativo para os alunos, e cuja aplicação proporcionará a interação entre os alunos e a utilização do conhecimento prévio que eles têm sobre o tema para, então, haver a consolidação do conhecimento científico.

Despertar o interesse dos alunos tem sido um desafio constante enfrentado pelos professores. Várias pesquisas têm mostrado que na sociedade atual torna-se cada vez mais importante a utilização de diferentes estratégias para melhorar o ensino-aprendizagem, especialmente de em áreas como o ensino da Física, que segundo Gomes (2019, p. 47), por ser uma ciência experimental e que muitas vezes se refere ao campo microscópico, necessita de especial atenção para melhorar os aspectos relacionados à aprendizagem.

Diante do exposto, elaborou-se uma sequência didática do tipo UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas) a ser desenvolvida em cinco etapas: 1) Jogo Avaliativo para coleta das percepções iniciais dos alunos; 2) Exibição de um vídeo de experimento do EFE, com estratégia de experimento investigativo. Tal recurso conta com algumas potencialidades que podem ser visualizadas na Figura 9, nesta etapa serão explorados os conteúdos conceituais; 3) Utilização do *softwares* educacional PhET do EFE, com estratégia de ensino por descobertas através da modelagem, onde os alunos utilizarão a modelagem computacional no *software* de simulação PhET do EFE, mudando as variáveis e descobrindo novos resultados que o fenômeno físico proporcionar, nesta etapa serão explorados os conteúdos procedimentais; 4) Aplicação de um jogo sobre o EFE com estratégia de ensino por jogos lúdicos, nesta etapa serão explorados os conteúdos atitudinais; 5) Jogo Avaliativo para coleta das percepções finais dos alunos.

Figura 9 - Potencialidades do experimento investigativo no ensino de física.



Fonte: CABRAL (2015, p. 40).

De acordo com Cabral (2015, p. 41), o experimento investigativo representa uma estratégia onde os alunos participam mais ativamente do processo de construção do saber. A ideia é fazer com que os alunos explorem todas as etapas de investigação dos conceitos, interpretação e possíveis soluções para o problema oferecendo-lhes oportunidades de analisar situações problemas relativas ao seu cotidiano, e com isso formular hipóteses, testá-las e tirar suas próprias conclusões. Nesse contexto, o papel do docente será levantar o debate e inspirar questionamentos que levem o aluno a argumentar sobre o fenômeno, e assim, refletindo sobre essas argumentações o aluno poderá construir os conceitos que a prática proporciona.

Como mencionado anteriormente, a busca por recursos que tornem as aulas mais dinâmicas e, conseqüentemente, a aprendizagem mais significativa, é uma constante na vida dos professores. Todos os dias o professor trava uma batalha com várias fontes de distração para o aluno, sejam elas conversas paralelas sobre assuntos que em nada acrescentam à aula, seja o uso do celular para acessar as redes sociais, jogos online etc. Com isso vem a necessidade de os professores estarem sempre inovando em sua sala de aula a fim de torná-las mais agradáveis. Assim, o uso da modelagem computacional e de jogos têm se mostrado ferramentas eficientes no auxílio da aprendizagem, não só na compreensão de conceitos, mas também por despertar o interesse dos alunos pelas aulas de física.

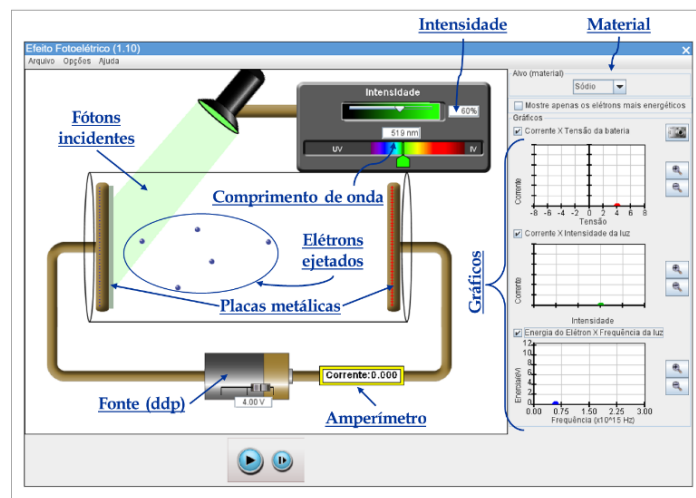
Softwares educacionais, a exemplo do PhET (*Physics Education Technology*)³, têm sido apontados como uma poderosa ferramenta no ensino de conteúdos conceitualmente difíceis, uma vez que oferecem a possibilidade de alterar valores e manusear as variáveis de forma interativa. De acordo com Bulegon (2011, p. 35), essa interação potencializa a aprendizagem,

³ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

tornando-a mais significativa para os alunos. Assim, a utilização desse simulador se mostra uma excelente solução para apresentar o EFE de forma dinâmica em sala de aula.

O PhET apresenta algumas vantagens que foram cruciais para nossa escolha, dentre as quais destacamos o fato deste ser um *software* livre, ter uma versão em português, além de oferecer um simulador sobre o conteúdo de EFE (Figura 10), onde se pode visualizar gráficos, a luz como onda e fótons, além de fácil manuseio.

Figura 10 - Tela do Simulador do Efeito Fotoelétrico do PhET.



Fonte: Adaptado de FREITAS (2017, p. 9).

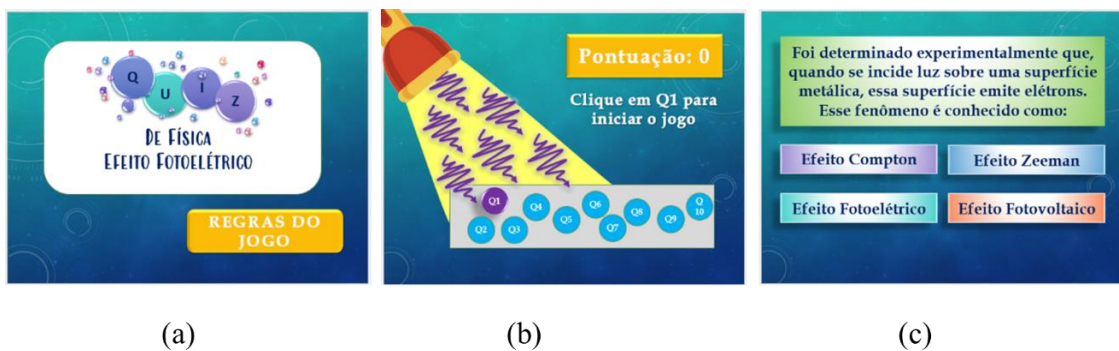
Desenvolvido pela Universidade do Colorado em 2002, o PhET oferece diversas simulações relacionadas ao ensino de física, biologia, química e matemática. Este produto busca auxiliar os professores de Física a trabalharem este conceito proposto nos livros didáticos apenas de forma conceitual, por meio de uma abordagem experimental com o uso de simulação (FREITAS, 2017, p. 8).

Sendo o jogo um convite tentador a diversão para jovens e um recurso didático poderoso usado no auxílio à aprendizagem, propõe-se nesta pesquisa a construção de um jogo educativo utilizando o editor de apresentação *Powerpoint* 2016 e os recursos nele disponíveis. Crivelli e Gama (2015, p. 1), acreditam ser viável a utilização do *PowerPoint* como uso de ferramenta pedagógica para atividades educacionais, uma vez que proporcionam ao educador desenvolver suas próprias aulas de forma mais atrativa.

O editor *PowerPoint* foi desenvolvido com a finalidade de permitir a criação de slides e apresentações de imagens, multimídias e seus recursos básicos. No entanto, os recursos do editor possibilitam uma gama de projetos, incluindo a criação de jogos educativos, uma vez que

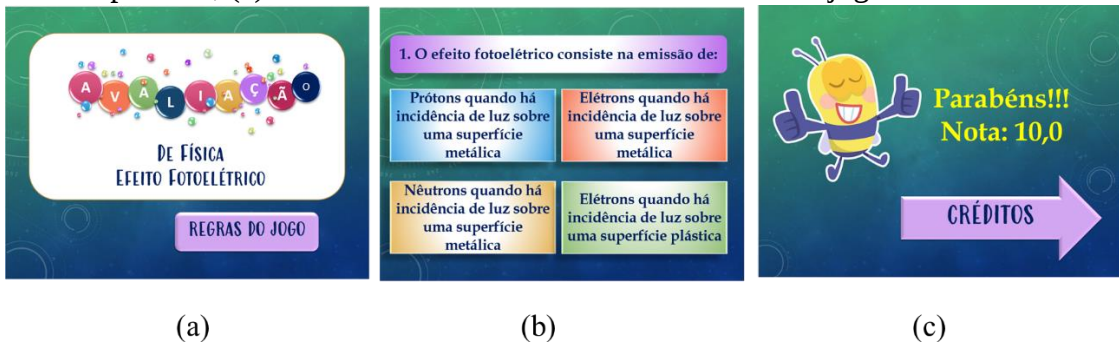
permite a utilização de botão de ação, navegação através de hiperlinks, sons, efeitos etc. Utilizando os recursos disponíveis no *PowerPoint*, foram desenvolvidos dois jogos educativo. Inicialmente foi criado um Quiz contendo dez questões sobre o efeito fotoelétrico. Posteriormente, mais um jogo foi desenvolvido, desta vez um jogo avaliativo contendo cinco questões sobre o assunto, cada questão valendo dois pontos. Alguns trechos desses jogos podem ser visualizados nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 - Esboço do Quiz elaborado: (a) tela inicial, (b) tela exibindo o progresso do aluno no jogo, (c) modelo de questão a ser respondida.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 12 - Esboço do jogo avaliativo elaborado: (a) tela inicial, (b) modelo de questão a ser respondida, (c) tela exibindo a nota do aluno ao finalizar o jogo.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais também incentivam o uso dos jogos e apontam como uma das vantagens proporcionadas por esse recurso, o desafio proposto ao discente, o que faz com que os alunos sintam mais interesse e prazer em apresentar os conteúdos trabalhados na disciplina (BRASIL, 2006). Nesse sentido, os jogos podem funcionar como recursos fundamentais para a melhoria da qualidade do ensino nas escolas, o que se refletirá em uma sociedade com indivíduos capazes de buscar soluções, enfrentar desafios, criar estratégias e serem críticos. (ABREU e ANDRADE, 2020, p. 118).

3.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS

A sequência didática do tipo UEPS deverá ser desenvolvida em cinco etapas: 1) Jogo Avaliativo para coleta das concepções iniciais dos alunos; 2) Exibição de um vídeo de experimento do EFE, com estratégia de experimento investigativo. Tal recurso conta com algumas potencialidades que podem ser visualizadas na Figura 10, nesta etapa serão explorados os conteúdos conceituais; 3) Utilização do *software* educacional PhET do EFE, com estratégia de ensino por descobertas através da modelagem, onde os alunos utilizarão a modelagem computacional no *software* de simulação PhET do EFE, mudando as variáveis e descobrindo novos resultados que o fenômeno físico proporcionar, nesta etapa serão explorados os conteúdos procedimentais; 4) Aula expositiva e dialogada sobre o EFE e suas aplicações e utilização de jogo sobre o EFE com estratégia de ensino por jogos lúdicos, nesta etapa serão explorados os conteúdos atitudinais; 5) Jogo Avaliativo para coleta das concepções finais dos alunos.

As cinco etapas (Figura 13) poderão ser realizadas ao longo de quatro aulas de 48 minutos cada. As aulas deverão ser conduzidas de modo a levar o aluno possa relacionar o tema estudado com situações vivenciadas por ele diariamente. A seguir, serão apresentadas a proposta da estrutura da sequência didática e uma breve descrição do que pode ser realizado em cada aula.

3.1.2 Esquema da sequência didática

A sequência didática se guiará com base na seguinte estrutura:

Aula 01 – duração: 48 min

1ª Etapa: Coleta das concepções iniciais dos alunos.

Neste primeiro momento será utilizado um jogo avaliativo para a coleta das concepções iniciais dos estudantes (10 min). Onde os alunos vão jogar e receber uma pontuação inicial.

2ª Etapa: Apresentação do projeto e experimento investigativo.

No segundo momento, será exibido um vídeo demonstrando o experimento sobre o efeito fotoelétrico (10 min). Ao término, do mesmo, será realizado um levantamento dos questionamentos de pesquisa acadêmica e divisão dos grupos (18 min), com discussão e revisão no final sobre o que foi pesquisado e revisado sobre o EFE (10min).

Aula 02 – duração 48 min

3^a Etapa: Realização de simulações utilizando a plataforma PhET.

No terceiro momento, o professor, inicialmente demonstrará como utilizar a plataforma PhET (05min), dando as instruções necessárias para seu manuseio. Em seguida, os alunos formarão grupos para realizar as modelagens e anotar os resultados (20 min). Os grupos seguirão um roteiro de atividade⁴ previamente elaborado, e ao final, apresentarão suas conclusões a partir dos resultados observados (15 min). O fechamento da atividade será dado pelo professor, sanando-se as dúvidas e explicações sobre o EFE (8 min).

Aula 03 – duração 48 min

4^a Etapa: Aula expositiva e dialogada e utilização de jogo educativo.

No quarto momento, após aula expositiva sobre as aplicações do EFE no cotidiano, os alunos irão participar brincando em um jogo educativo sobre o EFE (de 10 a 15 min), e depois o professor tirará dúvidas dos alunos sobre as questões corretas e/ou incorretas (15min), e a aula seguirá tratando-se sobre como o EFE mudou o nosso modo de vida (18 min).

Aula 04 – duração 48 min

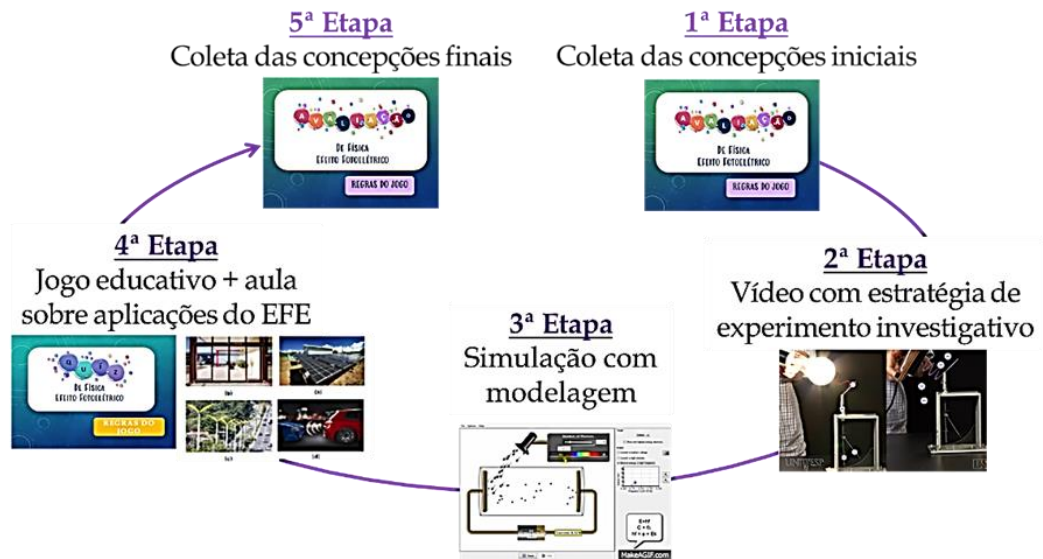
5^a Etapa: Coleta das concepções finais dos alunos.

Neste quinto momento, os alunos irão jogar novamente o jogo avaliativo para realização de avaliação de aprendizagem (48 min), e assim verificar se a sua pontuação comparada com a inicial, melhorou ou não após aplicação da sequência didática.

Por fim, o esquema metodológico da sequência didática, utilizando-se os jogos educativos desenvolvidos pela autora, pode ser visto na Figura 13.

⁴ Disponível no Apêndice: 1. Roteiro experimental – PhET EFE

Figura 13 - Sequência didática sugerida.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

3.1.3 Descrição da sequência didática

As aulas devem ser planejadas buscando-se utilizar estratégias que levem os alunos a fazerem *links* entre o fenômeno do efeito fotoelétrico e suas aplicações no cotidiano. A seguir, uma breve descrição do que se propõem a ser realizado em sala de aula.

Aula 01. Coleta das concepções iniciais dos alunos e experimento investigativo

Inicialmente, na primeira aula, será realizada uma avaliação diagnóstica, a fim de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o fenômeno a ser estudado. Tal avaliação será realizada através de um jogo avaliativo com perguntas objetivas sobre o EFE e sua utilização em nosso cotidiano. Como o jogo foi desenvolvido utilizando o *software PowerPoint* o ideal é que os alunos acessem o jogo a partir de um computador. No entanto, eles poderão acessá-lo usando seus aparelhos celulares. Nesse caso, faz-se necessário ter instalado no aparelho o *office* ou um leitor de *PowerPoint*. Então, após apresentada as regras do jogo, os alunos terão um tempo para jogar.

Para a coleta do desempenho inicial dos alunos sobre o tema a ser trabalhado, isto é, o EFE e suas aplicações, os alunos receberão um cartão resposta (Figura 14 a), e deverão ser instruídos a preenchê-lo com as respostas que acreditam serem as corretas. Em seguida, o professor deverá recolher os cartões resposta para futuras comparações.

Figura 14 - Cartão resposta para coleta do desempenho (a) inicial e (b) final dos alunos.

Projeto EFE - MNPEF Prof. Soetânia Oliveira Desempenho inicial				
Aluno(a):				
Questões	A	B	C	D
Q1				
Q2				
Q3				
Q4				
Q5				

(a)

Projeto EFE - MNPEF Prof. Soetânia Oliveira Desempenho final				
Aluno(a):				
Questões	A	B	C	D
Q1				
Q2				
Q3				
Q4				
Q5				

(b)

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Em seguida, a turma deverá ser dividida em grupos (4 ou 5 alunos). Logo após, ocorrerá a realização do experimento investigativo, que consta da exibição de um trecho de um vídeo⁵ no qual o professor Me. Cláudio Furukawa demonstra o EFE. Inicialmente, esse trecho do vídeo será exibido sem áudio. Na sequência, será solicitado aos grupos que formulem explicações sobre o fenômeno visualizado no vídeo e as apresentem. Posteriormente, o vídeo será passado na íntegra e com áudio de modo que eles terão acesso a explicação sobre o fenômeno visualizado, o efeito fotoelétrico. Por fim, o professor fará uma revisão sobre o que foi visto e esclarecerá as possíveis dúvidas que ficarem após exibição do vídeo.

Aula 02. Realização de simulações utilizando a plataforma PhET

A segunda aula será utilizada para realização das simulações computacionais com o PhET. Na ocasião, será apresentado o simulador PhET e dada as instruções para manuseio. Esta aula deverá ser realizada no laboratório de informática e dependendo da quantidade de computadores disponíveis, poderão ser mantidos os grupos formados na aula anterior. Então, os grupos serão instruídos a seguir um roteiro de atividade (Apêndice 1) previamente elaborado e ao final responderão algumas questões que os conduzam a identificar as relações entre as grandezas envolvidas, a exemplo da relação entre a frequência da luz incidente e a quantidade de elétrons ejetado. O encerramento da aula será dado pelo professor, momento oportuno para que ele possa sanar as dúvidas que ficaram após realização da atividade.

Para realizar a atividade no tempo planejado, ou seja, um tempo de aula de 48 minutos, sugere-se que o roteiro experimental tenha o número de passos e questões reduzido.

⁵ O vídeo pode ser encontrado no *link*: <https://www.youtube.com/watch?v=VVka6Mp5vyA>

Adicionalmente, dependendo da quantidade de alunos, o ideal é ter alguém para auxiliar a orientá-los durante a atividade além do professor. Outra ideia para a execução dessa atividade, caso a escola não disponha de computadores suficientes, é o próprio professor realizar a simulação, enquanto os alunos acompanham o passo a passo da atividade através da projeção desta em um Datashow. Deste modo, os alunos terão mais tempo para responder os questionamentos, mantendo sua atenção apenas na observação dos resultados simulados.

Aula 03. Aula expositiva sobre o EFE e suas aplicações e utilização de jogo educativo

A terceira aula será uma aula expositiva e dialogada para apresentar as aplicações do EFE em nosso cotidiano. Na oportunidade, deverão ser explicados o funcionamento do sistema de iluminação pública, a abertura e fechamento de portas automáticas, sistemas de alarme etc. Nessa aula, a fim de ilustrar o funcionamento básico do sistema de iluminação pública poderá ser exibido um vídeo⁶ demonstrando o funcionamento do relé fotoelétrico quando há incidência de luz sobre este. Essa alternativa poderá ser utilizada diante da impossibilidade de manter o ambiente de sala de aula com iluminação suficientemente baixa para ativação/desativação do relé fotoelétrico. Adicionalmente, um arranjo experimental (Figura 15) composto por uma lâmpada, um soquete com célula fotoelétrica e fios condutores poderá ser utilizado para demonstrar na prática a aplicação do EFE para o funcionamento de sensores. Na ocasião, os alunos irão testar o conhecimento adquirido através de um jogo educativo (Quiz) sobre o EFE (Figura 11), elaborado pela autora, contendo dez questões sobre o tema abordado na aula.

Figura 15 - Aula 03: arranjo experimental.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

⁶ Fonte: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=QIHSIRFTP74>

Aula 04. Coleta das concepções finais dos alunos

Por fim, na quarta e última aula será realizada a avaliação da aprendizagem. Para isso, será utilizado novamente o jogo avaliativo (Figura 12) aplicado na primeira aula. Vale salientar que ao final de cada aula o professor deverá enviar aos alunos, por meio de aplicativo de mensagem instantânea ou outro meio que desejar, um resumo da aula para que eles possam revisar o conteúdo abordado em sala.

Mais uma vez, os alunos serão instruídos a registrar a pontuação obtida ao final do jogo no cartão resposta (Figura 14b). Feito isso, os cartões deverão ser recolhidos para análise do professor no que diz respeito ao desempenho dos alunos após aplicação da UEPS.

É interessante que esta aula aconteça no laboratório de informática, onde os jogos que deverão estar instalados nos computadores, pois caso ocorra alguma eventualidade (aluno sem celular, jogo não funcionar no celular etc.), nenhum aluno presente deixará de participar da atividade. No entanto, caso a escola não disponha de laboratório de informática, o professor poderá fazer uso de Datashow tanto para coleta do desempenho dos alunos na primeira como na última aula. Para isso basta exibir as questões do jogo avaliativo e instruir os alunos a registrar suas respostas no cartão resposta.

Durante vários momentos ao longo do desenvolvimento desta pesquisa os alunos trabalharão em grupo, o que possibilitará a socialização entre eles e o compartilhamento de ideias. Novak (1981, apud ZOMPERO e LABURÚ, 2010, p. 15) enfatiza que em um fenômeno educativo algo é aprendido trocando significados com alguém, interagindo, seja com colegas, professores, através de livros, computadores, dividindo conhecimento e multiplicando ideias. Desse modo, a elaboração de atividades de ensino que possam ser realizadas em grupos, proporcionando a participação e cooperação entre os alunos, contribui positivamente para a aprendizagem significativa, por conta da troca de significados que se estabelece em tais situações (ZOMPERO e LABURÚ, 2010, p. 15).

Ao professor caberá avaliar o desempenho dos alunos ao longo das aulas, bem como comparar os resultados obtidos na primeira e segunda aplicação do jogo avaliativo, a fim de averiguar se houve indícios de aprendizagem significativa pelos alunos do tema abordado. De forma complementar, o professor poderá solicitar a construção de um mapa conceitual/mental sobre o EFE com base nas aulas realizadas.

4. Considerações Finais

A aplicação da UEPS descrita acima, foi pensada para tornar as aulas de física mais dinâmicas e atrativas aos alunos. A realização de aulas utilizando metodologias diferentes das costumeiras, de modo a sair um pouco da rotina do tradicional quadro e pincel, faz diferença na forma como os alunos encaram o aprendizado de conteúdos de física.

A utilização de vídeos com estratégia de experimento investigativo, faz com que os alunos interajam, trocando ideias sobre as causas prováveis para ocorrência do fenômeno físico que está sendo estudado. A modelagem computacional tem se mostrado uma ferramenta bastante eficiente no auxílio da aprendizagem, não só na compreensão de conceitos, mas também por despertar o interesse dos alunos pelas aulas de física.

A prática da experimentação em sala de aula, por mais simples que seja o experimento realizado, é bastante apreciada pelos alunos e, portanto, é algo que deve estar presente sempre que possível no cotidiano das aulas. Com relação ao jogo, sendo este um convite tentador a diversão para jovens e um recurso didático poderoso usado no auxílio à aprendizagem, sua utilização em sala de aula pode proporcionar situações de ensino-aprendizagem que aumentam a construção do conhecimento, introduzindo atividades lúdicas e interessantes para os alunos, desenvolvendo a capacidade de iniciação, imaginação e motivação.

Neste contexto, defende-se que a utilização dos recursos acima citados podem e devem ser empregados pelos professores como estratégias para fugir da mesmice das aulas tradicionais tão presentes em nossas escolas. Portanto, com a metodologia sugerida nessa sequência didática, espera-se contribuir para melhorias no processo ensino-aprendizagem da Física, uma vez que, além de utilizar recursos digitais presentes na vida do aluno, pode mostrar-lhes que é possível aprender conceitos Físicos de forma divertida.

Adicionalmente, espera-se que, ao final dessa jornada, alunos e professor tenham a oportunidade de compreender a fundo o que quis dizer Confúcio a falar que “A essência do conhecimento científico é a sua aplicação prática”.

Referências

- ABREU, E. E.; ANDRADE, F. J. **Formação Continuada De Professores Para Criação De Jogos Didático No PowerPoint. E-Book: Objetos virtuais de aprendizagem na formação e prática docente.** Ideia, João Pessoa, 2020.
- BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+).** Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.
- BULEGON, A. M. **Contribuições dos objetos de aprendizagem, no ensino de física, para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.** 2011. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- CABRAL, J. C. **Efeito Fotoelétrico: uma abordagem a partir do estudo de circuitos elétricos.** 2015. Dissertação (Mestrado profissional em Física) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- CARUSO, F.; OGURI, V. **Física Moderna: Origens clássicas e fundamentos quânticos.** 2ª ed. Rio de Janeiro, LTC, 2016.
- COTINGUIBA, J. R. R. O. **O efeito fotoelétrico: uma demonstração de que a experiência não leva ao conhecimento da “verdade”.** 2022. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2022.
- CRIVELLI, L. O. F.; GAMA, A. S. A Produção De Jogos No PowerPoint: Explorando Possibilidades Com Alunos Portadores De Necessidades Especiais. **Revista Funec Científica - Educação**, v.1, n.1, p. 15-29, 2015.
- FREITAS, F. F. O Uso da Plataforma PhET para o Ensino do Efeito Fotoelétrico. 2017. **Produto educacional** (Mestrado Profissional Em Ensino De Ciências) - Universidade Federal De Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.
- GOMES, L. B. A. **Uso de jogos no ensino de Física: da aprendizagem à avaliação.** 2022. TCC (Graduação em Física) – UFF, Niterói - RJ, 2019.
- GOMES, V. C. **O Uso De Simulações Computacionais Do Efeito Fotoelétrico No Ensino Médio.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.
- GUTMANN, F.; OLIVEIRA, N. Roteiro experimental: Estrutura da Matéria I: Experimento 1 – Efeito Fotoelétrico. UFBA, 2002.
- JAMMER, M. **The Conceptual Development of Quantum Mechanics**, McGraw-Hill, New York, 1966.
- JESUS, M. A. **A Inserção Da Física Moderna No Ensino Médio: Uma Proposta Metodológica.** 2011. Monografia (Graduação em Física) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes-RO, 2011. Disponível em: https://repositorio.unifaema.edu.br/bitstream/123456789/428/5/Marco%20Aur%c3%a9lio%20de%20Jesus_TCC.pdf. Acesso 16 jan 2023.
- KLASSEN, S. The photoelectric effect: Reconstructing the story for the physics classroom. **Science & Education**, v.18, p. 593-607, 2009b.

KUHN. T. **Black body theory and the quantum discontinuity 1894-1912**. The University of Chicago Press. Chicago & London, 1978.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira, 1981.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**, v.4, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 2002.

SILVA, D. D. A. **Confecção e aplicação de uma placa fotoeletrônica como ferramenta para mediar projetos pedagógicos sobre o efeito fotoelétrico no século XXI**. 2019. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SILVA, R. S. **Física moderna e contemporânea na educação básica: propostas de atividades experimental e lúdica para ensino do efeito fotoelétrico**. 2016. Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2016.

SOARES, J. M. S. **Análise da história do efeito fotoelétrico em livros didáticos de física para graduação**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

SOUSA JR, F. A. L. **Estudando o efeito fotoelétrico**. 2017. Produto educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – IFRJ, 2017.

TIPLER, P. A.; LIEWELLYN, R. A. **Física Moderna**. 6ª edição, LTC, Rio de Janeiro, 2019.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando Física Moderna no segundo grau: Efeito fotoelétrico, Laser e Emissão de Corpo Negro. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135. 1998. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6896>. Acesso em: 03 jan 2023.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 12-19, Buenos Aires, 2010.

Apêndices

1. Roteiro experimental – PhET EFE

Para realizar a simulação na Plataforma PhET você deverá seguir as instruções abaixo e ao final de cada passo responder à(s) questão(ões) de acordo com suas observações.

1º passo:

- Selecione o material da placa para Sódio;
- Ajuste o comprimento de onda para 720nm ($f = 4,16 \cdot 10^{14}$ Hz, correspondente à cor vermelha);
- Ajuste a intensidade para 0%, em seguida vá aumentando-a até 100%;

Questão 1: Houve ocorrência do efeito fotoelétrico?

() Sim () Não

2º passo:

- Mantenha o material da placa em Sódio e a intensidade em 100%;
- Ajuste o comprimento de onda para 530nm ($f = 5,66 \cdot 10^{14}$ Hz, correspondente à cor verde);

Questão 2: É possível observar o efeito fotoelétrico?

() Sim () Não

3º passo:

- Ajuste o comprimento de onda para 450nm ($f = 6,66 \cdot 10^{14}$ Hz, correspondente à cor azul);
- Mantenha o material da placa em Sódio e a intensidade em 100%;

Questão 3: O que você observou em relação à quantidade de elétrons ejetados em comparação aquela observada no passo 2 (cor verde)?

Questão 4: O que acontece se você diminuir a intensidade de 100% para 20%?

4º passo:

- Ajuste o comprimento de onda para 230nm ($f = 1,30 \cdot 10^{15}$ Hz, região do ultravioleta - UV);
- Mantenha o material da placa em Sódio e a intensidade em 100%;
- Reduza a intensidade de 100% para 60%, e depois para 20%.

Questão 5: O que você observou em relação à quantidade de elétrons ejetados em comparação aquela observada no passo 3 (cor azul)?

5º passo:

- Mantenha a intensidade em 100% e o comprimento de onda em 230nm;

Questão 6: O que se observa ao variar o material da placa?

Questão 7: Tome como base as observações realizadas do passo 1 ao 5 e faça um breve relato sobre os fatores que interferem no efeito fotoelétrico.

2. Sequência Didática

Nome da Escola

Disciplina: Física

Prof.:

Série: 2ª

Turma:

Turno:

Tema: Efeito Fotoelétrico e suas aplicações

Conteúdo:

- Efeito fotoelétrico e suas aplicações.
- Os conteúdos conceituais serão trabalhados a partir da exibição de vídeo sobre o EFE, com estratégia de ensino por experimento investigativo.
- Os conteúdos procedimentais serão trabalhados através da utilização de *softwares* educacionais como, por exemplo, o PhET do EFE, com estratégia de ensino por descobertas através da modelagem. Nesse caso, os alunos utilizarão a modelagem computacional do PhET, alterando as variáveis e observando os resultados que o fenômeno proporcionará a cada mudança.
- Os conteúdos atitudinais serão trabalhados a partir da aplicação de um jogo sobre o EFE, com estratégia de ensino por jogos lúdicos, em que os alunos deverão trabalhar em equipe e cumprir as regras estabelecidas no jogo.

Habilidades (BNCC):

- (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.
- (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- (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.

Tempo da sequência didática:

4 aulas de 48 minutos cada.

Material necessário para sequência didática:

- Quadro, pincel, Datashow, computadores/tablets/celulares com acesso à internet, papel, lápis.

Aula 01 – duração: 48 min

A primeira aula terá dois momentos distintos, especificados a seguir.

- Coleta de dados iniciais sobre as concepções dos alunos. Para isso, será utilizado um jogo avaliativo. Onde os alunos vão jogar e receber uma pontuação inicial (10min).
- Apresentação do projeto e experimento investigativo: No segundo momento, será exibido um vídeo demonstrando o experimento sobre o efeito fotoelétrico (10 min). Ao término, do mesmo, será realizado um levantamento dos questionamentos de pesquisa acadêmica e divisão dos grupos (18 min), com discussão e revisão no final sobre o que foi pesquisado e revisado sobre o EFE (10min).

Aula 02 – duração 48 min

- Realização de simulações utilizando a plataforma PhET: Inicialmente, o professor demonstrará como utilizar a plataforma PhET (05min), dando as instruções necessárias para seu manuseio. Em seguida, os alunos formarão grupos para realizar as modelagens e anotar os resultados (20 min). Os grupos seguirão um roteiro de atividade⁷ previamente elaborado pelo professor e ao final, apresentarão suas conclusões a partir dos resultados observados (15 min). O fechamento da atividade será dado pelo professor, sanando-se as dúvidas e explicações sobre o EFE (8 min).

Aula 03 – duração 48 min

- Jogo educativo: Nessa aula, os alunos irão participar brincando em um jogo educativo (quiz) sobre o EFE (de 10 a 15 min), e depois o professor irá tirar dúvidas dos alunos sobre as questões corretas e/ou incorretas (15min), e a aula seguirá tratando-se sobre como o EFE mudou o nosso modo de vida (18 min).

⁷ Disponível no Apêndice: 1. Roteiro experimental – PhET EFE

Aula 04 – duração 48 min

- Coleta das percepções finais dos alunos: Na última aula, os alunos irão jogar novamente o jogo avaliativo, para verificar se a sua pontuação comparada com a inicial, melhorou ou não (48 min).

Finalização da sequência

A aprendizagem dos alunos poderá ser verificada através da comparação entre as percepções inicial e final, utilizando-se para isso a pontuação obtida em cada etapa. O professor também poderá acompanhar o aprendizado dos alunos através das discussões realizadas ao longo das aulas.

Para aqueles alunos que não conseguirem obter a nota mínima na avaliação, deverá ser realizada aula de revisão sobre o assunto, e após isso, os alunos terão oportunidade de jogar novamente no jogo avaliativo.

3. Jogos desenvolvidos

3.1 Quiz

DE FÍSICA
EFEITO FOTOELÉTRICO

REGRAS DO JOGO

1

REGRAS DO JOGO:

1 - O JOGO CONTÉM 10 QUESTÕES
2 - CADA QUESTÃO VALE 10 PONTOS
3 - O JOGO SÓ AVANÇA MEDIANTE RESPOSTA CORRETA

IR PARA O JOGO

2

Quanto você sabe sobre o efeito fotoelétrico?
Preparado para testar seus conhecimentos?

SIM NÃO

Fonte: <https://www.twinkl.com.br/>

3

PONTUAÇÃO: 0

Clique em Q1 para iniciar o jogo

Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Q8 Q9 Q10 Metal

4

Foi determinado experimentalmente que, quando se incide luz sobre uma superfície metálica, essa superfície emite elétrons. Esse fenômeno é conhecido como:

Efeito Compton Efeito Zeeman
Efeito Fotoelétrico Efeito Fotovoltaico

5

OPS!!!
Algo não está certo.

TENTE NOVAMENTE!

Fonte: <https://www.vectrasy.com/>

6

Parabéns!!!
Você acertou e ganhou 10 pontos.

AVANÇAR!!!

Fonte: <https://www.vectrasy.com/>

7

PONTUAÇÃO: 10

Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Q8 Q9 Q10 Metal

8

O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com a adoção de um modelo corpuscular para a luz.

Verdadeiro Falso

9

Resposta Errada.

TENTE NOVAMENTE!

10

Você acertou, Parabéns!!!
Vá para próxima questão.

AVANÇAR!!!

11

PONTUAÇÃO: 20

Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Q8 Q9 Q10 Metal

12

O efeito fotoelétrico (Figura) contribuiu para a descoberta da:

Dualidade onda-partícula da luz. Energia de ionização dos metais.
Emissão contínua de radiação por um corpo aquecido.
Descrição da ligação química entre elementos metálicos.

13

Hum... Não foi dessa vez. Continue tentando.

TENTE NOVAMENTE!

14

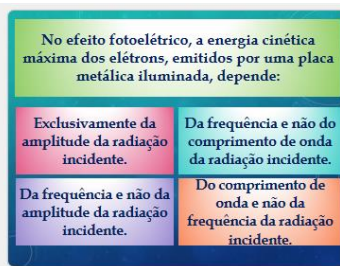
É isso aí!!!
Você ganhou mais 10 pontos

AVANÇAR!!!

15



16



17



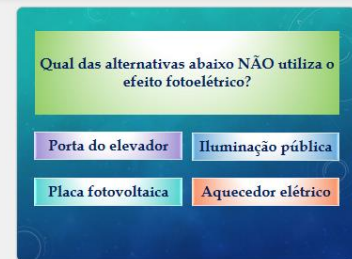
18



19



20



21



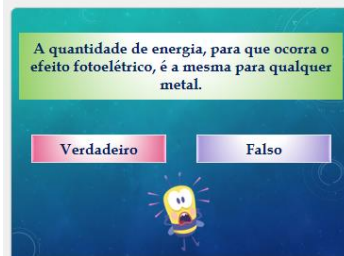
22



23



24



25



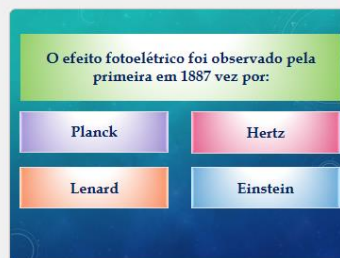
26



27



28



29



30

Aí sim, hein!!
Ganhou mais
10 pontos.



AVANÇAR!!!

31

PONTUAÇÃO: 70



Q18
Metal

32

★

No efeito fotoelétrico, o elétron deve receber uma energia mínima suficiente para sua emissão da placa metálica.

Verdadeiro Falso



33

Não foi dessa vez.



TENTE NOVAMENTE!

34

Resposta correta!!!!
Vá para próxima questão.



AVANÇAR!!!

35

PONTUAÇÃO: 80



Q19
Metal

36

★

Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função deslocamento Função energia

Função trabalho Função metálica

37

Ah!!
Errou, continue tentando



TENTE NOVAMENTE!

38

Arrasou!!!
Você está quase no fim, continue.



AVANÇAR!!!

39

PONTUAÇÃO: 90



Q20
Metal

40

★

Um fóton emitido por uma lâmpada que irradia luz na cor laranja-amarelada, $\nu = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, apresenta uma energia de, aproximadamente:
(Dados: $E = h\nu$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$)

1,1.10⁻³⁹ J. 2,2.10⁻²⁹ J.

3,3.10⁻¹⁹ J. 4,4.10⁻⁹ J.

41

Ahhhh!!!
Errado.



TENTE NOVAMENTE!

42

Parabéns, você finalizou o jogo e ganhou 100 pontos!!!



CRÉDITOS

Fonte: <https://www.vectreazzy.com/>

43

Tudo bem.
Estude um pouco mais e volte quando sentir que está pronto.



CRÉDITOS

Fonte: <https://www.pngwing.com/>

44

Mestranda
Soetânia S. de Oliveira
e
Dr. Antônio Xavier Gil

JOGAR NOVAMENTE

SAIR

45

★

3.2 Jogo avaliativo

1

REGRAS DO JOGO:

- 1 - O JOGO CONTÉM 5 QUESTÕES.
- 2 - CADA QUESTÃO VALE 2,0 PONTOS.
- 3 - ATENÇÃO NA HORA DE CLICAR NA RESPOSTA, POIS NÃO É PERMITIDO VOLTAR À QUESTÃO ANTERIOR.
- 4 - A SOMA DAS QUESTÕES CORRETAS SERÁ SUA NOTA.

IR PARA O JOGO

2

1. O efeito fotoelétrico consiste na emissão de:

Prótons quando há incidência de luz sobre uma superfície metálica	Elétrons quando há incidência de luz sobre uma superfície metálica
Nêutrons quando há incidência de luz sobre uma superfície metálica	Elétrons quando há incidência de luz sobre uma superfície plástica

3

4

5

2. O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com a adoção de um modelo corpuscular para a luz.

Verdadeiro	Falso
------------	-------

6

2. O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com a adoção de um modelo corpuscular para a luz.

Verdadeiro	Falso
------------	-------

7

8

9

10

11

3. Qual das alternativas abaixo NÃO utiliza o efeito fotoelétrico?

Porta do elevador	Placa fotovoltaica
Aquecedor elétrico	Iluminação pública

12

3. Qual das alternativas abaixo NÃO utiliza o efeito fotoelétrico?

Porta do elevador	Placa fotovoltaica
Aquecedor elétrico	Iluminação pública

13

3. Qual das alternativas abaixo NÃO utiliza o efeito fotoelétrico?

Porta do elevador	Placa fotovoltaica
Aquecedor elétrico	Iluminação pública

14

3. Qual das alternativas abaixo NÃO utiliza o efeito fotoelétrico?

Porta do elevador	Placa fotovoltaica
Aquecedor elétrico	Iluminação pública

15

 Acertou!!! 6,0 AVANÇAR!	 Eita!!! Deu ruim. 4,0 AVANÇAR!	 Acertou!!! 4,0 AVANÇAR!												
16	17	18												
 Eita!!! Deu ruim. 2,0 AVANÇAR!	 Acertou!!! 4,0 AVANÇAR!	 Eita!!! Deu ruim. 2,0 AVANÇAR!												
19	20	21												
 Acertou!!! 2,0 AVANÇAR!	 Eita!!! Deu ruim. 0,0 AVANÇAR!	4. No efeito fotoelétrico, a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende: <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.</td> </tr> <tr> <td>Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.</td> </tr> </tbody> </table>	Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.	Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.								
Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.													
Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.													
22	23	24												
4. No efeito fotoelétrico, a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende: <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.</td> </tr> <tr> <td>Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.</td> </tr> </tbody> </table>	Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.	Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.	4. No efeito fotoelétrico, a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende: <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.</td> </tr> <tr> <td>Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.</td> </tr> </tbody> </table>	Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.	Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.	4. No efeito fotoelétrico, a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende: <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.</td> </tr> <tr> <td>Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.</td> </tr> </tbody> </table>	Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.	Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.
Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.													
Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.													
Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.													
Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.													
Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.													
Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.													
25	26	27												
4. No efeito fotoelétrico, a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende: <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.</td> </tr> <tr> <td>Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.</td> </tr> </tbody> </table>	Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.	Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.	4. No efeito fotoelétrico, a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende: <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.</td> </tr> <tr> <td>Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.</td> </tr> </tbody> </table>	Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.	Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.	4. No efeito fotoelétrico, a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende: <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.</td> </tr> <tr> <td>Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.</td> </tr> </tbody> </table>	Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.	Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.
Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.													
Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.													
Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.													
Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.													
Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.													
Exclusivamente da amplitude da radiação incidente.	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.													
28	29	30												

4. No efeito fotoelétrico, a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende: <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.</td> <td>Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.</td> </tr> <tr> <td>Exclusivamente da amplitude da radiação incidente</td> <td>Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.</td> </tr> </tbody> </table>	Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.	Exclusivamente da amplitude da radiação incidente	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.	 Aí sim, hein!! 8,0 AVANÇAR!	 Poxa, resposta Errada. 6,0 AVANÇAR!
Da frequência e não da amplitude da radiação incidente.	Da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.					
Exclusivamente da amplitude da radiação incidente	Do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.					
31	32	33				
 Aí sim, hein!! 6,0 AVANÇAR!	 Poxa, resposta Errada. 4,0 AVANÇAR!	 Aí sim, hein!! 6,0 AVANÇAR!				
34	35	36				
 Poxa, resposta Errada. 4,0 AVANÇAR!	 Aí sim, hein!! 4,0 AVANÇAR!	 Poxa, resposta Errada. 2,0 AVANÇAR!				
37	38	39				
 Aí sim, hein!! 6,0 AVANÇAR!	 Poxa, resposta Errada. 4,0 AVANÇAR!	 Aí sim, hein!! 4,0 AVANÇAR!				
40	41	42				
 Poxa, resposta Errada. 2,0 AVANÇAR!	 Aí sim, hein!! 4,0 AVANÇAR!	 Poxa, resposta Errada. 2,0 AVANÇAR!				
43	44	45				



Aí sim, hein!!
2,0

AVANÇAR!

46



Poxa, resposta Errada.
0,0

AVANÇAR!

47

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

48

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

49

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

50

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

51

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

52

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

53

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

54

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

55

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

56

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

57

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

58

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

59

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada:

Função energia	Função deslocamento
Função metálica	Função trabalho

60

5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada: Função energia Função deslocamento Função metálica Função trabalho	5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada: Função energia Função deslocamento Função metálica Função trabalho	5. Para um elétron abandonar a superfície do metal, ele necessita de uma quantidade de energia denominada: Função energia Função deslocamento Função metálica Função trabalho
61	62	63
 Parabéns!!! Nota: 10,0 CRÉDITOS	 Parabéns!!! Nota: 8,0 CRÉDITOS	 Parabéns!!! Nota: 8,0 CRÉDITOS
64	65	66
 Parabéns!!! Nota: 6,0 CRÉDITOS	 Parabéns!!! Nota: 8,0 CRÉDITOS	 Parabéns!!! Nota: 6,0 CRÉDITOS
67	68	69
 Parabéns!!! Nota: 6,0 CRÉDITOS	 Ops!!! Nota: 4,0 CRÉDITOS	 Parabéns!!! Nota: 8,0 CRÉDITOS
70	71	72
 Parabéns!!! Nota: 6,0 CRÉDITOS	 Parabéns!!! Nota: 6,0 CRÉDITOS	 Ops!!! Nota: 4,0 CRÉDITOS
73	74	75

