

Universidade de São Paulo

Física Moderna I

Crédito Trabalho

Plano de Aula

Tema: Efeito Fotoelétrico

Professor Roberto Vicençotto Ribas

Componentes do grupo:

Fábio Bueno de Oliveira

Francisco Tadeu Fernandes

Marcela de Oliveira

Resumo

Nosso grupo elaborará uma aula expositiva sobre o Efeito Fotoelétrico para alunos da 3ª série do Ensino Médio da rede privada. Faremos esta aula em três etapas, visando o entendimento dos alunos do conceito do Efeito Fotoelétrico, e utilizando parte da metodologia de Demétrio Delizoicov, que é voltada para o ensino de ciências, onde há a problematização inicial do conceito do Efeito Fotoelétrico, fazendo com que os alunos aprendam a se posicionar frente a uma situação problema. E depois a organização do conhecimento, onde há a explicação do Efeito Fotoelétrico e a introdução do formalismo matemático.

Cada etapa terá uma duração de 20 minutos nesta aula, sendo elas:

1ª Efeito Fotoelétrico em uma situação do cotidiano;

2ª Explicação do Efeito Fotoelétrico com associações com os conhecimentos prévios dos alunos;

3ª Introdução do formalismo matemático do Efeito Fotoelétrico e sua posterior aplicação em problemas.

Com isso, pretendemos oferecer aos alunos uma aula onde possa estar contida mais competências além do conceito teórico do Efeito Fotoelétrico, como reflexão e organização frente a uma situação problema e associações de conhecimentos prévios com o efeito fotoelétrico.

Esperamos ter realizado um bom trabalho.

Plano de Aula:

Nosso trabalho terá como tema o Efeito Fotoelétrico, e será elaborada uma aula expositiva para alunos da 3ª série do Ensino Médio da rede privada com esse tema, a escolha desse tema é devida a importância do Efeito Fotoelétrico no estudo de Física Moderna, além de sua aplicação em tecnologias atuais, pode-se dizer que se trata de um conceito fundamental para alunos de Ensino Médio aprenderem no campo da Física Moderna.

Cada etapa terá a duração de 20 minutos nesta aula, e será dividida em três etapas, sendo elas:

Etapa 1: Efeito Fotoelétrico em uma situação do cotidiano;

Etapa 2: Explicação do Efeito Fotoelétrico com associações com os conhecimentos prévios dos alunos;

Etapa 3: Introdução do formalismo matemático do Efeito Fotoelétrico e sua posterior aplicação em problemas.

Para isso utilizaremos uma metodologia que visa a reflexão dos alunos sobre o tema Efeito Fotoelétrico, e enriqueça seu aprendizado sobre este assunto. Utilizaremos a metodologia de Demétrio Delizoicov, mas quem é ele?

É graduado em Licenciatura em Física pela Universidade de São Paulo (1973) e possui doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo (1991). Atualmente é professor associado 4 da Universidade Federal de Santa Catarina e da Pontifícia Universidade Católica. Tem experiência em Educação, com ênfase em Ensino-Aprendizagem.

Usaremos em nosso trabalho parte da metodologia extraída do texto “Problemas e Problematizações” de Demétrio Delizoicov.

Sua metodologia é voltada para o ensino de ciências. E terá os seguintes tópicos:

Etapa 1: Problematização Inicial

Mostra-se uma situação real que os alunos conhecem e que está relacionado ao tema (Efeito Fotoelétrico), em seguida problematiza-se a situação com questões onde possa aguçar a reflexão dos alunos frente a uma situação problema. Primeiramente, problematiza-se para pequenos grupos, por meio de indagações do professor para todos os grupos de alunos e discussão destes com seu grupo, em seguida, reúne-se todos os grupos para apenas um, e apresenta-se a problematização principal.

O intuito nesta etapa é fazer com que os alunos se deparem com uma problematização onde haja a necessidade de uma reflexão para análise e discussão de uma situação problema.

Etapa 2: Organização do conhecimento

Nesta etapa é viável introduzir o conceito pretendido (no nosso caso o Efeito Fotoelétrico), pois os alunos já começaram a desenvolver, nesse

momento, uma intuição sobre o tema, sendo possível uma explicação mais formal.

Além de que nesta etapa é possível a introdução do formalismo matemático, com a fórmula do Efeito Fotoelétrico e sua posterior aplicação em problemas.

Com a utilização desta metodologia, espera-se oferecer aos alunos um ensino onde possa haver a compreensão do conceito de Efeito Fotoelétrico, enriquecendo o aprendizado dos alunos.

Etapa 1: Efeito Fotoelétrico em uma situação do cotidiano

Falaremos de uma situação cotidiana do efeito fotoelétrico para os alunos, com uma breve introdução de questionamentos, problematizando inicialmente a situação. Formamos 6 grupos com 5 componentes em cada grupo, pois supomos que havia 30 alunos na sala de aula. Faremos a seguinte pergunta aos alunos:

“O que faz os postes de iluminação pública funcionarem?”

Com isso, será evidente para nós o grau de conhecimento dos alunos acerca do fenômeno desta situação cotidiana.

A possível resposta que esperamos é “as lâmpadas ascendem a noite”, isso após permitirmos que os alunos reflitam sobre a situação problema, e os instigarem a formularem uma resposta coerente.

Mas vale ressaltar que todos os alunos estão livres para responderem, sendo a resposta correta ou não, o importante é a participação frente a uma situação problema.

Outra pergunta feita por nós é:

“E quando a iluminação pública para de funcionar?”

Esperamos que eles respondam “quando amanhece, e fica claro”.

Caso os alunos não respondam corretamente as perguntas, faremos novas perguntas refinadas que levem a resposta correta.

Temos o objetivo de chegar até o conceito de que o fenômeno físico que ocorre na iluminação pública é o Efeito Fotoelétrico, para, a partir daí,

chegarmos a etapa 2, onde haverá a explicação formal do efeito fotoelétrico.

Fizemos uma nova pergunta:

“ Quais as variáveis contidas na iluminação pública que faz com que a lâmpada ascenda ou permaneça apagada? “

Com essa pergunta, esperamos que eles utilizem seus conhecimentos prévios sobre eletricidade e lógica para relatarem quais as variáveis, esperamos que digam: “corrente elétrica (circuito fechado), ascendimento da lâmpada depende do tipo de luz, etc.

A problematização dessa pergunta foi feita com o intuito de instigarem os alunos a utilizarem seus conhecimentos prévios e como se portar frente a uma situação problema. Neste momento, os 6 grupos de alunos devem discutir e relatarem quais são as variáveis, usando anotações em uma folha de papel e entregues posteriormente ao professor.

Em seguida, se desfaz os grupos e reúne-se todos os alunos em um grande grupo, e faremos a seguinte pergunta:

“ Por que a iluminação pública funciona quando escurece e para de funcionar quando fica claro? “

Está é uma pergunta mais complexa, e exigiria uma resposta mais sofisticada por parte dos alunos, a partir daí entraremos no conceito do Efeito Fotoelétrico, explicando o fenômeno que ocorre na iluminação pública.

Explicaremos que os postes têm sensores* chamados fotocélulas**, que detectam o momento em que a luz do Sol não é suficiente para iluminar o local do sensor. As fotocélulas são caixinhas do tamanho de xícaras com abertura para entrada de luz. Quando o sol se põe, a incidência de luz é menor, e as fotocélulas detectam isso e enviam um sinal para a distribuidora de energia da cidade, então eles ascendem as lâmpadas. Quando amanhece, ocorre o contrário, as fotocélulas detecta os raios de luz e avisa a distribuidora de energia para que as lâmpadas podem ser desligadas.

*É um dispositivo que responde a estímulos físicos (luminosos) e transmite um impulso correspondente.

**Dispositivo que transforma energia luminosa em elétrica.

Etapa 2: Explicação do Efeito Fotoelétrico com associações com conhecimentos prévios dos alunos

Nesta etapa explicaremos o conceito de Efeito Fotoelétrico associando tais conceitos com os conhecimentos prévios que acreditamos que os alunos já possuem, conhecimentos sobre frequência, ondas, fótons e luz.

Iniciaremos explicando que o Efeito Fotoelétrico ocorre quando a luz, proveniente de uma fonte, incide sobre uma superfície metálica, mas o que é a luz?

A luz teve sua natureza descoberta pela experiência de Thomas Young. Ele demonstrou que a luz era uma onda eletromagnética, chegou a esta conclusão em uma experiência onde a luz passava por uma fenda e apresentava difração e interferência, fenômenos esses de um comportamento ondulatório. Portanto a luz é uma onda eletromagnética, sendo que essa onda são combinações de campos elétricos e campos magnéticos.

Campo elétrico existirá, em um local do espaço, quando uma carga q , colocada neste local, for acionada por uma força elétrica.

Podemos dizer que uma carga se movendo cria, em torno dela, um campo magnético que atuará sobre outra carga se movendo também, exercendo nela uma força magnética.

O campo magnético e o campo elétrico se propagam perpendicularmente um em relação ao outro, sendo que essa onda não precisa de um meio material para se propagar, como as ondas sonoras e da água, por exemplo, ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo.

A velocidade dessas ondas foi medida por Maxwell, que estimou um valor próximo de $3 \times 10^8 \text{ m/s}$, sendo este valor constante.

É importante entender que ondas são, por exemplo, quando uma pessoa segura uma corda e movimenta sua mão para cima e para baixo freneticamente, com isso teremos vários pulsos, sendo que o ponto mais

alto da onda é chamado de crista e o ponto mais baixo vale. As ondas se movimentam e carregam energia, mas nada material, podem se caracterizadas por movimento harmônico simples, sendo o movimento vibratório de um corpo, quando este faz movimento de ida e volta, em uma mesma trajetória, podemos dizer que ele está vibrando e oscilando, entre dois pontos, igual a uma mola que está presa a um corpo paralela a um plano horizontal, partindo de seu estado de repouso, é comprimida e solta posteriormente, executando assim um movimento oscilatório.

O número de vibrações que um corpo faz um determinado tempo é chamado de frequência, pode-se dizer que a luz tem frequências diferentes, com cores diferentes quando está na região do visível.

Voltando a explicação do Efeito Fotoelétrico, ao incidir luz sobre a superfície metálica, os fótons (pacotes concentrados de energia, e que estão presentes na luz, não possuem massa de repouso, apenas energia e momento), interage com o elétron que está ligado na superfície do metal, o elétron absorve toda a energia proveniente do fóton e é então ejetado desta superfície.

Mas como isso acontece?

A luz que incidiu na superfície metálica precisaria de uma frequência na região do ultravioleta, pois somente com essa frequência acontece o Efeito Fotoelétrico. A energia fornecida pela luz para o elétron ligado a superfície metálica faz com que ele oscile, realizando assim, oscilações forçadas, sendo que estas acontecem quando uma força externa é continua e periódica, possuindo a mesma frequência da oscilação, haverá ressonância que aumentará a amplitude da carga, ou melhor, do elétron que está ligado a superfície do metal.

É semelhante a um bloco preso a uma mola que está conectada no teto, com a incidência da luz, o elétron vai oscilando de forma que sua amplitude vai aumentando continuamente até um determinado momento, onde retorna a amplitude inicial. Ressonância é quando a amplitude aumenta em um movimento de oscilações livres, quando é acrescentada uma força externa periódica, onde a frequência desta força é igual a frequência natural do elétron, que no nosso caso é quando se incide luz com uma determinada frequência sobre a superfície metálica, fornecendo energia ao

elétron que está ligado ao átomo, fazendo assim o elétron realizar oscilações forçadas.

Com a incidência de luz com frequência na região do ultravioleta sobre a superfície metálica, o fóton contido na luz, será completamente absorvido pelo elétron ligado ao átomo da superfície metálica, e após realizar oscilações forçadas, romperá a ligação com o átomo da superfície, sendo então ejetado, caracterizando assim o Efeito Fotoelétrico. Há ainda a função trabalho φ , que é a energia necessária para que os fotoelétrons sejam ejetados.

Etapa 3: Introdução da equação do efeito fotoelétrico e sua posterior aplicação em problemas

Nesta etapa entraremos no campo do formalismo matemático, onde haverá a introdução da fórmula e de todas suas variáveis, este é o período onde os alunos começam a ter contato com conceitos matemáticos, pois já possuem aptidão para absorver conceitos abstratos.

A fórmula é:

$$E_c = h\nu - \varphi$$

E_c = energia cinética dos fotoelétrons (em Joule ou eV)

h = constante de Planck (com o valor de $6,63 \times 10^{-34}$ J.s)

ν = frequência (em hertz)

φ = função trabalho (em eV)

Relação importante:

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

ν = frequência (em Hertz)

c = velocidade da luz (que tem o valor constante de 3×10^8 m/s)

λ = comprimento de onda (em metros)

Problema demonstração:

A função trabalho do potássio é 2,24 eV. Se o potássio metálico é iluminado com luz com comprimento de onda 330 nm, encontre a energia cinética máxima dos fotoelétrons.

Resolução:

$$E_c = h\nu - \varphi$$

$$E_c = \frac{hc}{\lambda} - \varphi$$

$$E_c = \frac{(6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(3 \times 10^8 \text{ m/s})}{330 \times 10^{-9} \text{ m}} - 2,24 \text{ eV}$$

$$E_c = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \left(\frac{1 \text{ eV}}{1,6 \times 10^{-19} \text{ J}} \right) - 2,24 \text{ eV}$$

$$E_c = 3,76 \text{ eV} - 2,24 \text{ eV}$$

$$E_c = 1,52 \text{ eV}$$

Com isso, esperamos ter oferecido aos alunos da 3ª Série do Ensino Médio uma aula capaz de enriquecer o aprendizado dos alunos sobre o conceito do Efeito Fotoelétrico, com uma aula que aborde disciplinas das mais variadas, entre elas:

- Como lidar com uma situação problema;
- Discussão em grupo;
- Associação de conceitos;
- Resolução de problemas matemáticos.

Esperamos ter realizado um bom trabalho!

Fontes Utilizadas:

Texto “Problemas e Problematisações” de Demétrio Delizoicov

http://disciplinas.stoa.br/pluginfile.php/276013/mod_resource/content/3/Problemas_problematizacao.pdf

Uma atividade experimental investigativa de roteiro aberto partindo de situações do cotidiano

Claudio Luiz Hernandez

Luiz Clement

Eduardo Adolfo Ferrazzan

http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_umaatividadeexperimental.trabalho.pdf

Explicação de como funcionam os postes de iluminação pública

<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-sao-ligadas-as-luzes-publicas>

Significado do termo Fotocélula

www.dicionarioinformal.com.br/fotocelula

Significado do termo sensor

“Significado obtido no google”

Conhecimentos prévios dos alunos

Ondas

Livro “curso de Física” – volume 2

Antônio Máximo

Beatriz Alvarenga

Frequência

Livro “curso de Física” – volume 2

Antônio Máximo

Beatriz Alvarenga

Luz e Fótons

<http://www.infoescola.com/fisica/foton/>

Ondas eletromagnéticas

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>

“curso de Física” – volume 3

Antônio Máximo

Beatriz Alvarenga

Oscilações Forçadas

<http://pt.wikipedia.org/wiki/ressonancia>

Conceito do Efeito Fotoelétrico

“curso de Física” – volume 3

Antônio Máximo

Beatriz Alvarenga

Problema usado como demonstração

Lista 2 – Física Moderna I – Noturno – 2016

Instituto de Física - USP

