



SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA LUZ EM TURMAS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Clayton Antonio Pereira Pires

Sequência didática apresentada à Coordenação de Pós-Graduação da UFJF no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como avaliação da disciplina Estágio Supervisionado.

Orientador:
Prof. Doutor José Roberto Tagliati

Juiz de Fora
Fevereiro/2017

SUMÁRIO

Introdução - Proposta de sequência didática para ensino do estudo da luz.....	3
Aula 1 - Apresentação da proposta.....	5
Aula 2 - 1ª Atividade experimental: Propagação retilínea - parte 1.....	6
Aula 3 - 2ª Atividade experimental: Propagação retilínea - parte 2.....	13
Aula 4 - 3ª Atividade experimental: Reflexão da Luz e cores.....	22
Aula 5 - 4ª Atividade experimental: Lentes e Refração.....	29
Aula 6 - 5ª Atividade experimental: Ondas eletromagnéticas.....	34
Aula 7 -6ª Atividade experimental: Circuito simulando o acendedor de poste.....	40
Aula 8 - 7ª Atividade experimental: Simulando o Efeito Fotoelétrico.....	44
Aula 9 - Avaliação do aprendizado.....	48
Referências Bibliográficas	49

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA LUZ EM TURMAS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL.

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DO ESTUDO DA LUZ

Caro colega professor, este produto consiste em material de apoio para o ensino da Luz, contemplado sua natureza, propagação e interação com a matéria, e foi desenvolvido com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental.

Aqui você encontrará uma proposta de ensino voltada para atividades experimentais de baixo custo e fácil aplicação. O material é planejado para 9 (nove) aulas, mas fica a cargo de sua necessidade a utilização total ou parcial e ainda adaptações que julgar necessárias perante a realidade presente.

Física é a Ciência que se propõe estudar e conhecer o mundo em que vivemos sendo ela uma das formas mais empolgantes de desvendarmos e explicarmos a natureza. Entretanto esse estudo é direcionado muitas vezes de forma cansativa priorizando cálculos em detrimento aos conceitos e fenômenos existentes.

Ao longo da história muitos filósofos, físicos, matemáticos e estudiosos conseguiram desenvolver teorias, experimentos e modelos para auxiliar na construção dessa Ciência. A Física não foi construída apenas em cima de acertos, muitas foram as rupturas de conceitos até se chegar a todo desenvolvimento científico que temos hoje. Muitas das concepções apresentadas por nossos alunos vão ao encontro às ideias de grandes pensadores.

Sabendo que alguns erros não representam apenas uma dificuldade específica em relação ao conceito a ser ensinado, o erro pode ser, portanto interpretado como um conflito de duas teorias, a proposta pelo aluno e a cientificamente aceita.

Nesse sentido, o erro também é fonte de conhecimento, pois representa a forma que o indivíduo interpreta determinado fenômeno. O erro é um modelo alternativo ao modelo científico para determinado fato e não deve ser descartado. Pois funcionam como “âncoras”, propiciando tanto a aprendizagem, quanto o crescimento intelectual. Desta forma, o processo de construção do conhecimento se dá de forma individualizada e correlacionada com o que o sujeito carrega, assim o aprendizado se dá de forma efetiva e duradoura.

Ausubel, psiquiatra norte-americano, que dedicou vinte e cinco anos à psicologia educacional, afirmou que a aprendizagem ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos já presentes nas experiências de aprendizado anteriores e, por isso, o fator mais

importante que influencia na aprendizagem consiste no que o aluno já sabe. É a partir desse ponto de apoio, que deve decorrer a aprendizagem dos novos conceitos.

Segundo David Ausubel em sua obra *Psicologia Educacional*, (1980), “Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos...”

A presente sequência didática tem como proposta a construção de conhecimento sobre a luz a partir da observação de fenômenos cotidianos buscando uma interpretação qualitativa para os fenômenos físicos envolvidos.

AULA 1: APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

A primeira aula tem por finalidade apresentar para os estudantes o que será realizado ao longo das aulas seguintes e o levantamento de suas visões sobre o tema a ser estudado, a Luz: em geral, os alunos apresentam concepções espontâneas para a luz e a visão.

Início da atividade

Convide os alunos a responderem as seguintes questões em seus cadernos:

Imagine que você tivesse que explicar o que é a luz para algum ser que vivesse no fundo do oceano em um “mundo sem Luz”.

O que você lhe diria?

Como você explicaria o que são as cores?

Você consegue imaginar o mundo sem luz?

As explicações dadas servirão de suporte para discutirmos as ideias iniciais do nosso trabalho.

Após as discussões geradas pelas perguntas iniciais propostas, os alunos devem registrar suas respostas no caderno, elas serão retomadas na última aula.

Aporte para o professor

Há muito se tem investigado sobre a natureza da luz. Newton explicou a luz como pequenas partículas, buscando inspiração nos gregos atomistas Leucipo e Demócrito (450 a.C) que explicavam que tudo na natureza era formado por partes menores que se propagavam no vazio. Na mesma época Huygens com suas ideias contrapôs as explicações que Newton dava sobre a natureza da luz, pois para ele a luz era uma onda e precisava de um meio para se propagar. Huygens utilizou a teoria da existência do éter para validar suas ideias, na época, muitos fenômenos foram explicados baseados na possível existência do éter.

Ambos os cientistas conseguiram explicar diversos comportamentos da luz, defendendo com embasamento teórico e alguns experimentos suas concepções. Apesar de termos hoje como comprovadas algumas observações feitas por Huygens a respeito da luz, a teoria do éter não é mais utilizada, pois a mesma foi refutada por Michelson Morley.

AULA 2: PROPAGAÇÃO RETILÍNEA - PARTE 1

Aporte para o professor

Observando os feixes de luz que entram por orifício de um determinado local escuro, verificamos que eles se propagam em linha reta. Sombras projetadas por luz puntiforme ou pontual são claramente definidas, ou seja, tem forma semelhante ao contorno do corpo que as originou, por estes e outros motivos, dizemos que em meios homogêneos e transparentes, a luz se propaga em linha reta. O princípio da propagação retilínea da luz é um dos princípios fundamentais da óptica geométrica.

Figura 1 - Ilustração popular, do Século XIX sobre o experimento de Newton com o prisma, evidenciando a propagação retilínea.



Uma das aplicações da propagação retilínea da luz é a formação de sombra e penumbra, que se dá quando a luz encontra em seu caminho um objeto que não permite a propagação da luz através dele, denominado opaco.

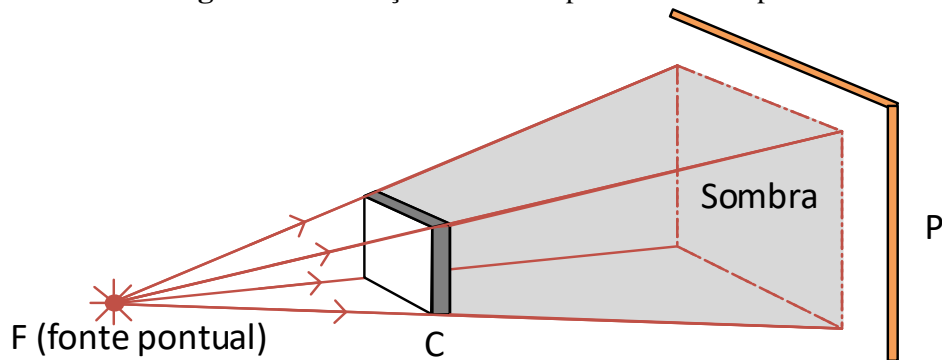
O que determinará a formação de sombra ou sombra e penumbra será a fonte de luz utilizada, que pode ser uma fonte pontual ou extensa; vamos distinguir os dois casos:

1º: Caso **fonte pontual** (fonte de luz com dimensões pequenas em relação ao que vai iluminar):

Na **figura 2**, temos uma fonte pontual F e uma chapa opaca C .

Uma fonte pontual F emite luz em todas as direções. A chapa opaca não permite que a luz se propague e dessa forma os raios luminosos não atingem a região atrás da chapa. Essa região não iluminada é denominada **sombra**.

Figura 2 - Formação de sombra por fonte de luz pontual.



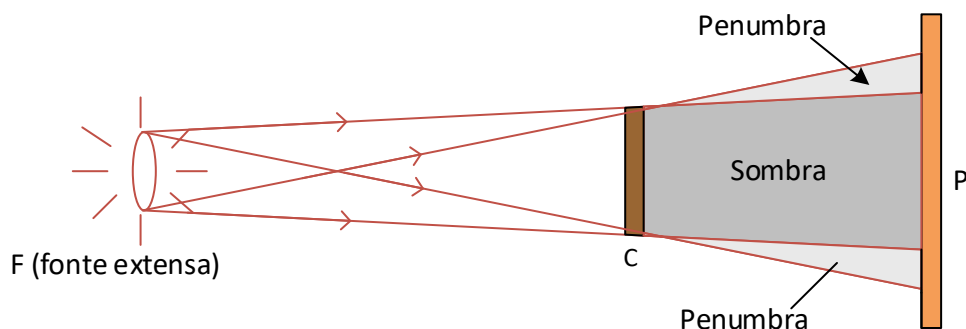
Observe que a fonte F é pequena quando comparada às dimensões da chapa, por isso dizemos que ela é uma fonte pontual ou puntiforme.

2º **Caso fonte extensa** (fonte de luz com dimensões consideráveis em relação ao que vai iluminar):

Agora considere na **figura 3** uma fonte de luz F extensa.

Com a fonte de luz extensa, pode-se observar na figura que existe uma região atrás do objeto opaco que recebe uma pequena intensidade de luz da fonte, não sendo totalmente escura, esta é denominada penumbra.

Figura 3 - Formação de sombra e penumbra por fonte de luz extensa



Logo, **penumbra** é uma região parcialmente iluminada e ocorre quando se tem uma fonte de luz extensa.

Objetivo:

- ✓ Apresentar uma atividade investigativa com o objetivo de observar o princípio da propagação retilínea da luz
- ✓ Entender como uma de suas consequências da propagação retilínea a formação de sombras e penumbras.

Atividade Experimental 1: Propagação retilínea da luz

Materiais utilizados:

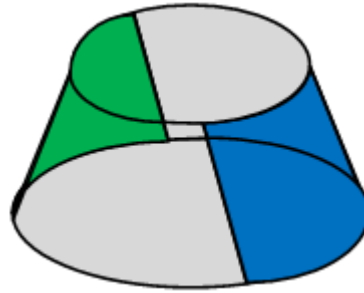
- 2 lâmpadas incandescente 40W
- 2 abajures com cúpula que permitam recorte
- Papel celofane nas cores verde, vermelho e azul
- Pedaco de papel cartão de aproximadamente 10cm x 14cm
- Suporte para o papel cartão
- Barbante
- Palito de churrasco
- Fita crepe
- Tesoura
- Extensão elétrica
- Lanternas tipo tática com fonte puntiforme de luz

Montagem do aparato utilizado no experimento:

Divida a cúpula do abajur em 4 partes. Recorte 2 partes opostas da cúpula, conforme a figura 4. Essa etapa será feita nos dois abajures.

Usando fita crepe, fixe o papel celofane azul em uma das partes recortadas de um dos abajures. Nesse mesmo abajur, fixe o celofane verde, no outro recorte. Está pronto o abajur 1.

Figura 4 - Montagem da cúpula do abajur.



No outro abajur (abajur 2), um dos recortes será preenchido com o celofane vermelho. A outra parte vazada deverá ficar aberta.

Figura 5 – Abajures montados



Para construir o suporte do cartão, corta-se a parte de cima de um frasco de garrafa PET. Fure a tampinha. Cole o papel cartão no palito de churrasco, utilizando a fita crepe. Fixe o palito de churrasco no furo da tampinha da garrafa. Em cada palito, prenda um pedaço de barbante de aproximadamente 2m.

Figura 6 - Aparato experimental: dois abajures, cartão com suporte, barbante e palitos de churrasco.



Procedimento Experimental

Em uma mesa, coloque o abajur 1 afastado aproximadamente 1,60m de uma parede. Essa parede servirá de anteparo para todo o experimento. Distante 40 cm do abajur, coloca-se o papel cartão fixado no suporte. Apague toda a luz da sala. Acenda o abajur 1. Observe a formação da sombra projetada na parede. Questione aos alunos porque na parede temos uma região escura e outra clara.

Figura 7 - Formação de sombra a partir do aparato experimental.



Peça a alguns alunos que utilizando o barbante preso no palito de churrasco, faça uma representação da trajetória da luz.

Figura 8 - Montagem do aparato experimental, com barbante simulando a propagação retilínea dos raios luminosos.



Acenda o abajur 2. Observe que agora há uma região mais escura, a qual denominamos sombra e outra um pouco mais clara, que chamamos de penumbra. A intenção

de utilizar o papel celofane é deixar claro para os alunos que a formação da penumbra aconteceu devido a luz proveniente do abajur verde, que gerou uma região de sombra diferente da região de sombra criada pelo abajur vermelho, por exemplo.

Figura 9 - Formação de sombra e penumbra a partir dos dois abajures, simulando uma fonte de luz extensa.



A penumbra é uma região parcialmente iluminada, ou seja, é uma região de sombra para uma das lâmpadas e uma região iluminada para a outra lâmpada. Pergunte aos alunos o que pode explicar a formação da penumbra na parede.

Disponibilize algumas lanternas para os alunos responderem o questionário.

Após realizar a parte experimental da aula, entregue aos alunos o questionário.

1) Desenhe e explique como a sombra de uma moeda seria formada em nosso experimento. (O desenho deverá conter a lâmpada, a moeda e a sombra projetada na parede.)

2) É possível alterar o tamanho da sombra da moeda colocada à frente da lâmpada? Se sim, explique como o tamanho da sombra se altera.

3) É possível cobrir uma moeda de R\$1 na sombra de uma moeda de 5 centavos iluminada pela lâmpada? Explique como podemos conseguir esse resultado.

4) Existe alguma relação entre os tamanhos das sombras da moeda, e as distâncias entre as moedas e a lâmpada? Se sim explique como funciona a relação. (Se necessário faça um desenho).

5) Quando acendemos as duas lâmpadas, observamos a formação de regiões de sombras mais clara (penumbra), e mais escura (umbra), como você explica este fenômeno?

6) Em um dia ensolarado, você brinca em um quintal e, então, se abriga na sombra de uma grande árvore. Ao fazer isso, o que acontece com sua sombra? Explique.

A avaliação poderá ser feita durante toda a atividade, inclusive utilizando-se o questionário respondido pelos alunos.

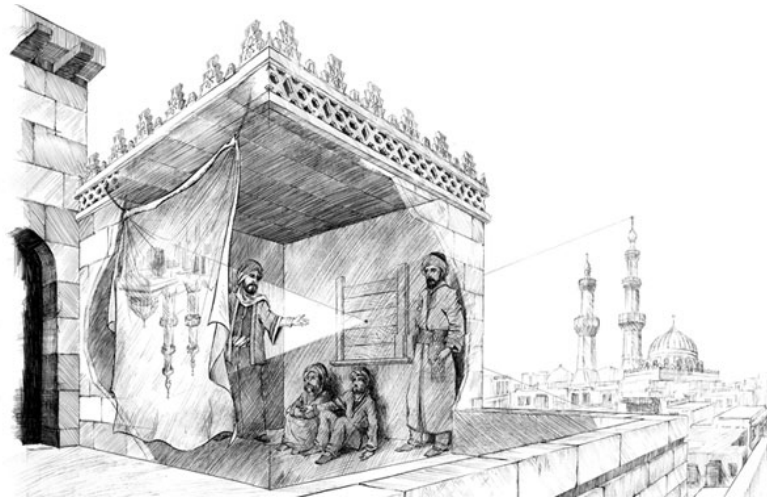
AULA 3: PROPAGAÇÃO RETILÍNEA - PARTE 2

Aporte para o professor

Para melhor compreender a propagação retilínea da luz trabalharemos a câmara escura que é um dispositivo óptico que consiste numa caixa com um orifício em uma das faces, por onde a luz externa entra e atinge um anteparo localizado na face diametralmente oposta, onde conseguimos observar a imagem formada.

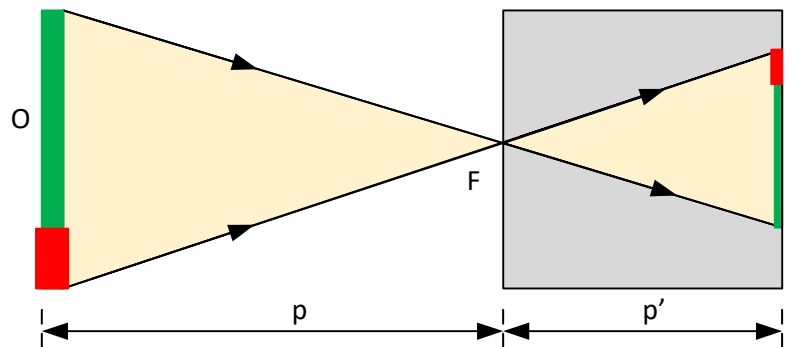
Colocando uma fonte de luz ou um corpo bem iluminado diante da face que tem o orifício, observa-se que os raios luminosos provenientes penetram na caixa pela abertura e atingem a face oposta onde está o papel, dando origem a uma imagem com forma semelhante a da fonte de luz utilizada, porém de orientação invertida. Quanto menor for o orifício da câmara, maior será a nitidez da imagem, entretanto menor luminosidade ela apresentará.

Figura 10 - Imagem de Azalhen, inventor da câmara escura.



As relações entre as dimensões do objeto o e da imagem i podem ser obtidas por meio da semelhança de triângulos, como mostra a figura:

Figura 11 - Relações trigonométricas presentes na câmara escura de orifício.



Pela semelhança entre os triângulos formados, temos:

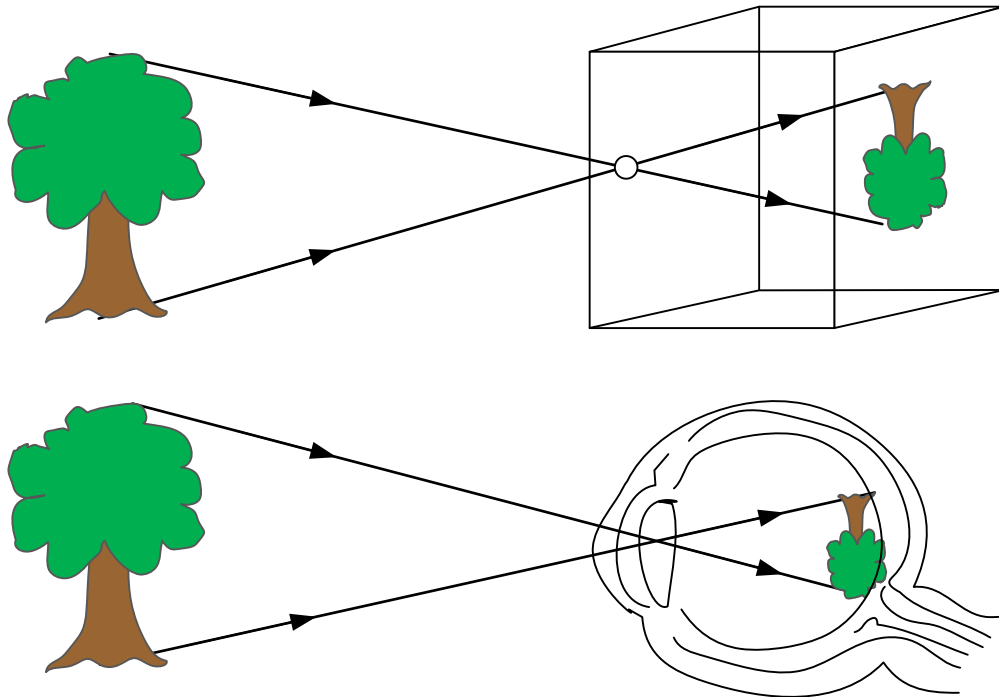
$$\frac{i}{o} = \frac{p'}{p}$$

Sendo p a distância entre o objeto O e o furo F e p' a distância da imagem até o furo.

O olho humano funciona basicamente como a câmara escura. A pupila altera de tamanho de acordo com a iluminação do ambiente, esta pode ser comparada com o buraco da câmara escura, por onde a luz emitida pelo objeto luminoso entra.

No fundo do globo ocular encontra-se a retina. Na retina a imagem é formada invertida, nela encontram-se células que transformam a luz recebida em sinais elétricos que são enviados até nosso cérebro, que processa as informações recebidas reposicionando a imagem que se formou invertida na retina; assim podemos enxergar os objetos da maneira em que se apresentam.

Figura 12 - Analogia entre a câmara escura e o olho humano



Atividade experimental 2: Propagação Retilínea da Luz II

Nesta atividade o professor deverá confeccionar previamente 3 câmaras escuras para disponibilizar para os alunos e propor como atividade em sala de aula a reprodução individual de pequenas câmaras escuras.

Objetivos:

- ✓ Utilizar a câmara escura como aplicação do princípio da propagação de retilínea da luz
- ✓ Estimular os alunos a construir sua própria câmara escura baseada nos conhecimentos adquiridos durante a aula
- ✓ Compreender como ocorre a projeção de uma imagem e o processo de visão.

Montagem da câmara escura disponibilizada aos alunos

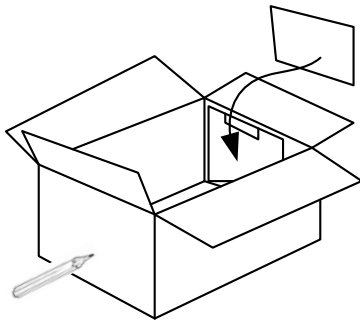
Materiais utilizados

- 3 caixas de papelão de aproximadamente 100cm x 60cm x 60cm
- Papel alumínio suficiente para cobrir as frestas das caixas
- Cartolina branca
- Pano escuro
- Tesoura
- Prego
- Cola
- Fita adesiva

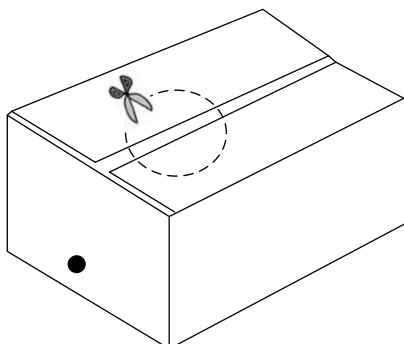
Montagem

Construa três câmaras escuras da seguinte forma:

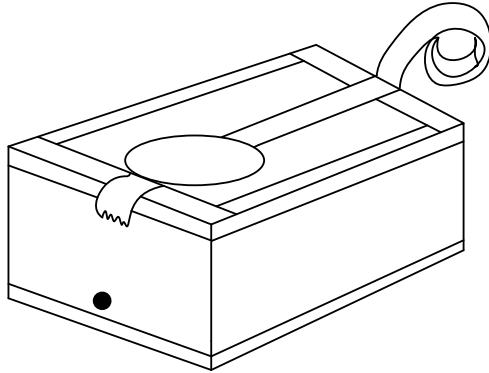
Faça um furo bem pequeno com um lápis em um dos lados da caixa. Cole por dentro da caixa, do lado oposto ao furo, a cartolina branca.



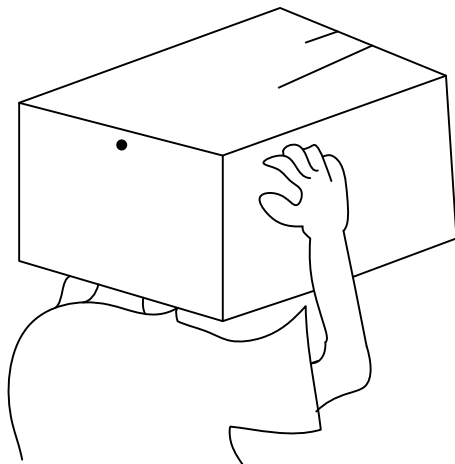
Faça um furo na parte inferior da caixa por onde irá passar a cabeça.



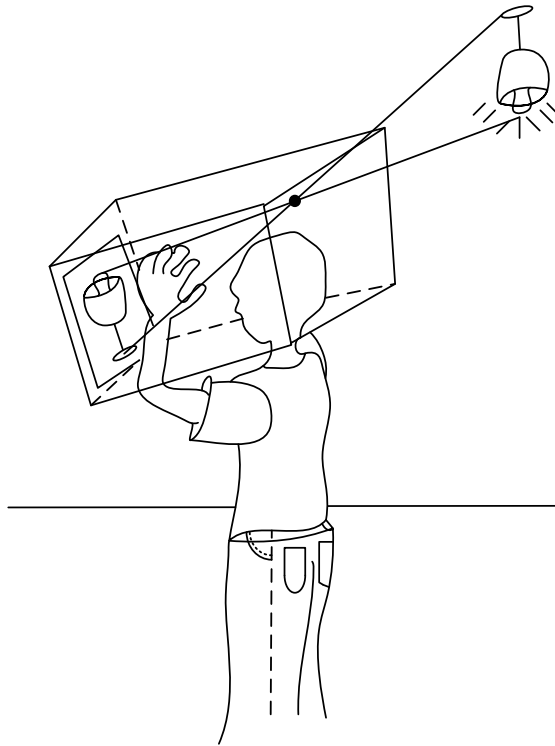
Feche a caixa e vede com fita adesiva todas as aberturas, com exceção dos furos para colocar a cabeça e do feito pelo lápis. Encape a caixa com papel alumínio e cole o pano escuro ao redor do furo por onde passa a cabeça.



Coloque a caixa na cabeça com o furo para trás.



Teste sua câmara escura, mirando de preferência objetos luminosos ou bem iluminados. Se necessário, afaste-se ou aproxime-se do objeto para obter o foco.



Procedimento experimental em sala

Esta atividade deverá ser feita na parte externa da escola, preferencialmente em um dia com sol, para facilitar as observações propostas na atividade.

Os alunos deverão interagir com as câmaras, mirando objetos bem iluminados ou luminosos. Deixe-os brincar livremente e incentive a busca por explicações para a formação da imagem no interior da caixa.

Distribua os seguintes materiais para os alunos:

- Latinhas de refrigerante ou latas do tipo de leite em pó (1 latinha para cada)
- Papel vegetal (1 folha para cada aluno)
- Papel craft preto (1 folha para cada aluno)
- Cola branca
- Fita adesiva
- Pregos pequenos
- Martelo

Peça para que cada aluno construa sua própria câmara escura, baseados na observação do funcionamento da câmara apresentada a eles.

Se necessário disponibilize o roteiro abaixo.

Montagem da câmara escura dos alunos

Passo 1. Na parte inferior da lata de leite em pó, faça um pequeno furo bem no meio com o prego. O furo tem que ser pequeno e estar perfeitamente circular.



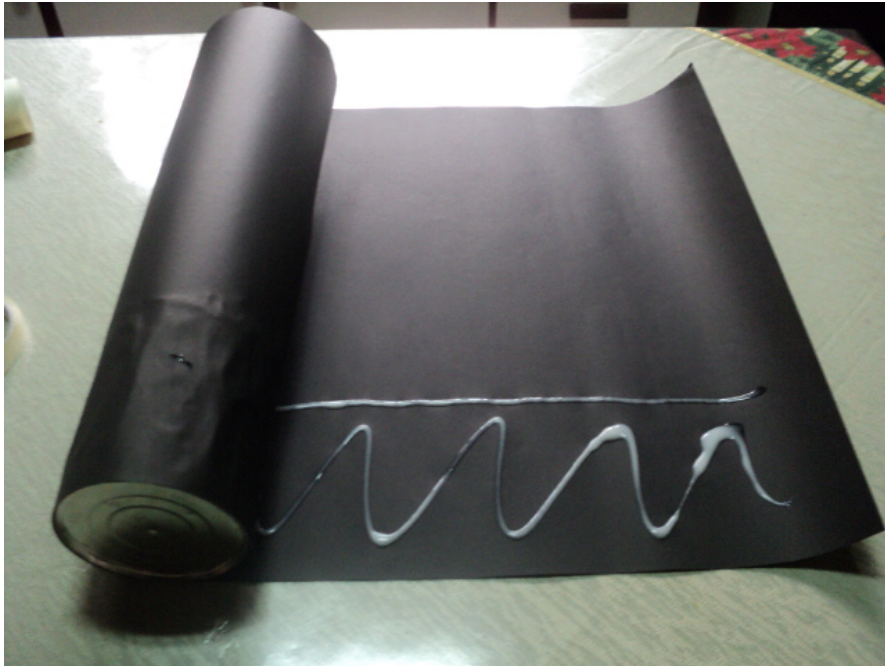
Passo 2. No lugar da tampa da lata, cubra com papel vegetal e cole-o. Cuide para que fique bem esticado e liso, pois será nele que a imagem se formará.



Passo 3. Estenda a cartolina e posicione a parte com furo da lata na borda, a parte coberta pelo papel vegetal deve ficar voltada ao meio da cartolina.

Cole a lata nessa posição e vá formando um cilindro mais comprido que a lata com a cartolina.

Ambas precisam estar bem ajustadas, lembre-se que só o furo da lata pode receber luz, se houver abertura entre a lata e a cartolina a experiência pode não dar certo.



Passo 4. Apontar o orifício feito com o prego para um objeto bem iluminado ou luminoso e observar a imagem projetada no papel vegetal.

Retornando a sala de aula

Discuta com os alunos o funcionamento da câmara escura, fica a critério do professor explorar ou não os aspectos matemáticos mencionados no texto de introdução da aula.

Aproveite o momento para relacionar a câmara escura com o olho humano.

Após peça aos alunos que responda o questionário:

- 1) Olhando para as pessoas e objetos à sua volta usando a câmara escura. Quais as características das imagens observadas?
- 2) Você tem alguma sugestão para melhorar as imagens observadas?

3) Aponte para uma árvore com a câmara escura e faça um desenho mostrando como se formou a imagem dela. Represente o caminho da luz desde a árvore até o papel vegetal.

AULA 4: 3ª ATIVIDADE EXPERIMENTAL: REFLEXÃO DA LUZ E CORES

Aporte para o professor

Os antigos filósofos gregos explicavam a visão de uma forma muito diferente do entendimento que temos hoje. Para eles, os olhos projetavam raios que colidiam com os objetos luminosos, sendo então visualizados. Mas uma questão permaneceu sem explicação: “Porque não enxergamos no escuro”?

Posteriormente, Aristóteles surgiu com outra teoria para explicar a visão. A cada colisão que a luz sofria com os objetos, uma camada bem fina de átomos era retirada do objeto: esses átomos chegam até nossos olhos e por fim, conseguíamos enxergá-los. Algumas questões não foram explicadas por essa teoria, como por exemplo, o não desgaste dos objetos após serem vistos.

Hoje, sabemos que para enxergarmos nossos olhos recebem a luz emitida pelos objetos – corpo luminoso. Os corpos que não possuem luz própria – corpos iluminados – são vistos somente se refletirem a luz proveniente de uma fonte de luz. Assim, por reflexão, a luz chega até nossos olhos.

Os corpos luminosos são conhecidos como fontes primárias de luz e como vimos em aulas anteriores, podem ser classificados, como fontes extensas ou pontuais. Podemos também classificar as fontes de luz como: luz monocromática ou policromática.

Luz monocromática: possui somente uma cor, temos como exemplo, a luz verde, vermelha e azul, emitidas pelos LED RGB.

Luz policromática: resulta da superposição de luzes de cores diferentes. A luz emitida pelo Sol é uma luz branca, que é uma composição de todas as cores de luz do arco-íris. A luz policromática ao incidir sobre a vista de um observador, determina a sensação de uma cor resultante que não coincide, em geral, com nenhuma das cores componentes.

Por outro lado, os objetos visíveis não ‘têm’ cor, propriamente dita; eles têm propriedades químicas e físicas que fazem com que absorvam certas cores de luz e reflitam outras, os quais chegam a nossos olhos.

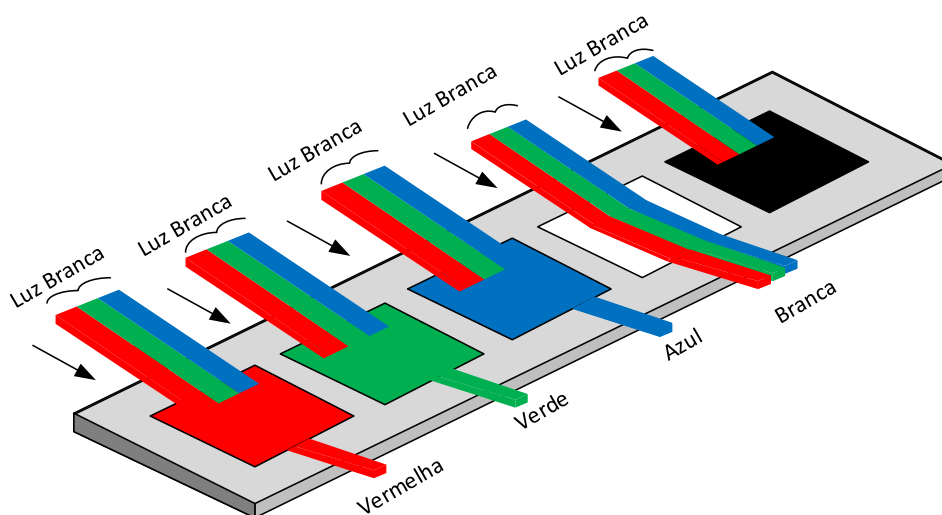
Quando a luz branca incide em um objeto e o enxergamos verde, por exemplo, podemos concluir que a cor verde foi refletida pelo objeto e chegou até nossos olhos e as demais cores que compõe a luz branca, foram absorvidas pelo objeto, por isso não as enxergamos, o mesmo ocorre com as demais cores.

Resumidamente, um objeto que possui somente pigmentos;

- **‘Vermelho’** absorve a luz azul e a verde da luz branca e reflete a vermelha;
- **‘Verde’** absorve a luz vermelha e a azul e reflete a verde;
- **‘Azul’** absorve a luz vermelha e a verde e reflete a azul;
- **‘Branco’** reflete todas as cores;
- **‘Preto’** absorve todas as cores.

As demais cores (secundárias), são enxergadas por reflexão em proporções diferentes das luzes azul, verde e vermelha.

Figura 13 - Absorção e reflexão da luz por diferentes pigmentos



Os objetos brancos refletem todas as cores de luz, isto faz com que eles ao serem iluminados por luzes de cores diferentes sempre se apresentem da cor da luz incidente.

Por meio de um simples experimento Isaac Newton percebeu a dispersão da luz branca, ou seja, conseguiu visualizar que se a mesma incidisse sobre um prisma de vidro, totalmente polido, dava origem a inúmeras outras cores. Foi a partir daí que esse cientista começou seus estudos sobre as cores dos corpos. Muitos anos antes de Newton, já se tinha a ideia de que a luz branca dava origem a um feixe colorido quando atravessava um prisma de vidro. No entanto, nessa época tinha-se a ideia de que o aparecimento das cores a partir da luz branca acontecia em razão das impurezas que a mesma recebia quando incidia sobre o prisma de vidro.

Isaac Newton curioso em descobrir por que tal acontecimento ocorria, pegou um prisma totalmente polido e o colocou frente a um orifício que ele mesmo fizera na janela do seu quarto. Com esse feito, ele percebeu que a luz branca, proveniente do Sol, se dispersava

em feixes coloridos e a esse conjunto de cores chamou **spectrum**. Newton não era a favor da ideia de que esse colorido surgia devido a impurezas existentes no prisma. Assim sendo, realizou novo experimento onde deixava apenas uma cor passar através de um segundo prisma. Com isso, verificou que o mesmo não adicionava nada ao feixe de luz que incidia sobre ele. Dessa forma, o físico lançou a hipótese de que a luz não era pura, mas sim formada pela mistura ou superposição de todas as cores do espectro, e concluiu ainda que a luz se decompõe por causa da refração que sofre ao passar de um meio para outro com índices de refração diferentes.

Além de fazer o estudo sobre a dispersão da luz, Newton teorizou sobre as cores dos corpos. Segundo ele “**as cores de todos os corpos são devidas simplesmente ao fato de que eles refletem a luz de uma certa cor em maior quantidade do que as outras**”. Essa teoria teve grande oposição no meio científico, fato esse que levou Isaac Newton a publicar seus trabalhos sobre a óptica somente muitos anos mais tarde.

Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/newton-as-cores.htm>> Acesso em: 08 maio 2016.

Objetivos:

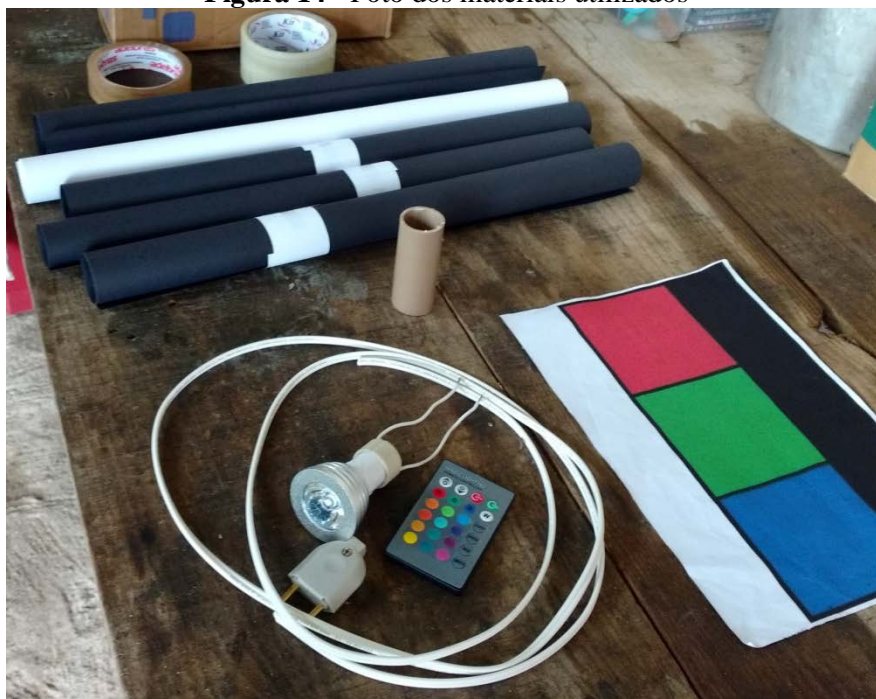
- ✓ Estudar a luz branca e sua dispersão;
- ✓ Entender como enxergamos os objetos;
- ✓ Compreender a reflexão como propriedade da luz que possibilita enxergarmos as cores.

Materiais utilizados

- 8 caixas de papelão de aproximadamente 20cm x 20cm x 30cm
- Papel craft preto ou tinta spray preta
- 4 lâmpadas LED 16 cores RGB com controle de função
- 8m de fio 1mm paralelo
- 4 tomadas macho
- 4 receptáculos para lâmpada LED
- Objetos de cores variadas
- 4 espelhos planos
- 4 espelhos esféricos côncavos

- 4 espelhos esféricos convexos

Figura 14 - Foto dos materiais utilizados

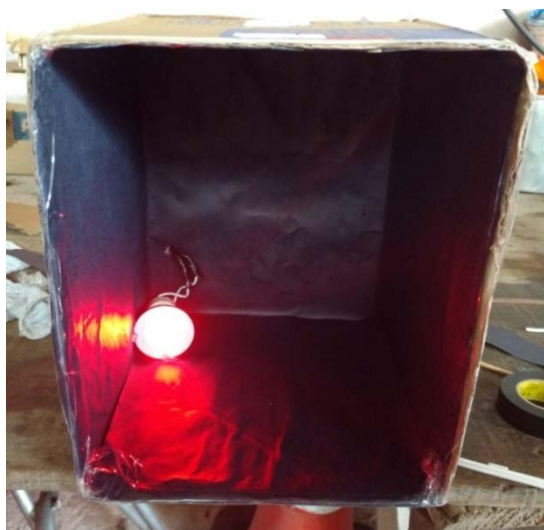


Montagem do aparato utilizado no experimento

Encape ou pinte o interior das caixas utilizando o papel craft preto ou a tinta spray.



Fixe o receptáculo e faça a ligação elétrica e 4 caixas conforme a foto a abaixo.



Procedimento Experimental

Divida a sala em 4 grupos. Cada grupo receberá 2 caixas, sendo uma contendo a lâmpada instalada.

Coloque uma caixa de frente para outra afastadas de aproximadamente 50cm.

Figura 15 - Alunos manipulando o aparato experimental



Escolha um objeto de cor azul escuro. Pergunte aos alunos qual a cor desse objeto. Aguarde as respostas.

Deixe a sala o mais escura possível. Coloque o objeto azul junto com uma folha branca, dentro da caixa escura. Solicite que acendam a lâmpada da caixa que está na frente. Varie a cor da luz que ilumina o objeto azul e a folha branca.

Dedique um tempo da aula para que os alunos possam interagir com o experimento, variando os objetos dentro da caixa e utilizando cores diversas.

Acenda a luz da sala novamente. Peça aos alunos que levantem hipóteses que possam explicar a situação.

As prováveis explicações devem ser anotadas no quadro.

Após o levantamento junto com os alunos julgue as hipóteses e se necessário utilize o experimento para validar ou invalidar as hipóteses levantadas.

É muito importante que o aluno compreenda que a luz branca e a composição de várias cores de luz e ainda a interação da luz em diferentes pigmentos, percebendo que as cores não são propriedades exclusivas dos objetos, em geral, mas que dependem da luz que o ilumina.

Explique aos alunos que enxergamos a cor do objeto dependendo da luz que o ilumina. Quando o objeto de cor azul é iluminado com luz branca, todas as cores são absorvidas pelo material que compõe o objeto, somente a cor azul é refletida e por isso, enxergamos o objeto como azul. Quando colocamos o objeto na caixa e acendemos a luz verde, por exemplo, verificamos que o mesmo se apresenta preto, pois aquele objeto absorveu a luz verde e não houve reflexão alguma.

Lembre-se que enxergamos objetos que não possuem luz própria por reflexão. Também não enxergamos o objeto colorido quando o mesmo foi iluminado por luz amarela. Já quando o objeto for iluminado pela luz azul, toda luz será refletida e conseguiremos enxergá-lo.

Pergunta motivadora:

“Vimos que enxergamos os objetos por reflexão. Vocês conhecem outra situação, no dia a dia, em que a reflexão da luz pode ser evidenciada?”

A partir de resposta dos alunos, o professor deve, após entregar os espelhos planos, côncavos e convexos, construir uma relação entre a reflexão da luz e os espelhos.

Peça aos alunos que cite quais diferenças podem ser notadas entre os espelhos (imagem formada, campo visual e formato do espelho).

AULA 5: 4ª ATIVIDADE EXPERIMENTAL: LENTES E REFRAÇÃO

Aporte para o professor

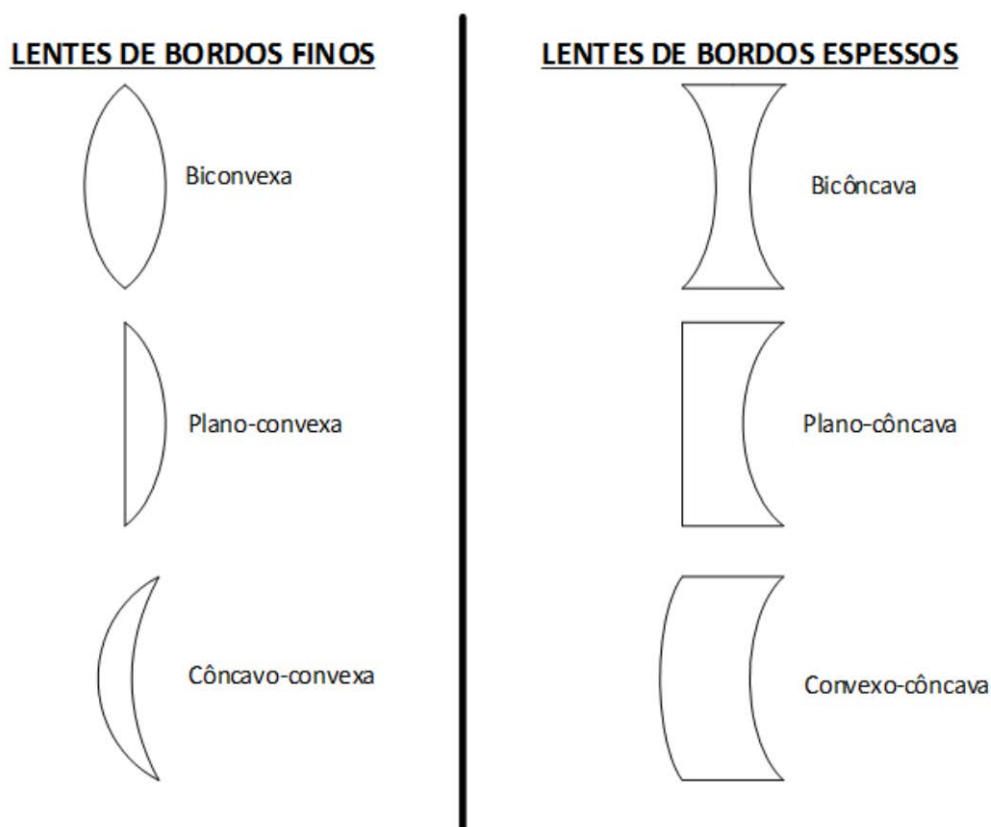
Nas plantações de verduras, em momentos de grande insolação, não é conveniente molhar as folhas, pois elas podem “queimar” a não ser que se faça uma irrigação contínua. Observando as figuras, conclui-se que a “queima” das verduras ocorre, porque as gotas depositadas sobre as folhas planas assumem formatos de objetos ópticos conhecidos como lentes.

Figura 16 - Gotas de água funcionando como lentes convergentes que concentram os raios solares, ocasionando a queima de alguns pontos na folha.



As lentes são muito utilizadas no nosso dia a dia, como nos óculos, nas lupas, nas câmeras fotográficas, nas filmadoras e em telescópios.

Podemos classificar as lentes de acordo com sua forma em lentes de bordos finas e bordos grossas.

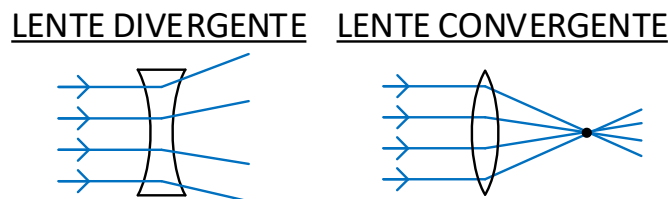
Figura 17 - Classificação das lentes quanto à forma

As lentes podem ser classificadas também de acordo com seu comportamento óptico em lentes convergentes e lentes divergentes.

Lentes convergentes: a luz que incide paralelamente entre si é refratada, tomando direções que convergem a um único ponto. O caso mais comum é o que a lente tem índice de refração maior que o índice de refração do meio externo. No ar, a lente de bordas finas se comporta como lente convergente. No exemplo que citamos no início do texto, temos a gota de água se comportando como uma lente convergente. Os raios solares, ao atravessar a gota de água, mudam de direção, melhor dizendo, concentrando num único ponto, “queimando” a verdura naquela local. Esse ponto é chamado de foco da lente, essa lente é utilizada para correção da hipermetropia – pessoas com dificuldades para enxergar com nitidez objetos próximos.

Lentes divergentes: a luz que incide paralelamente entre si é refratada, tomando direções que divergem a partir de um único ponto. Esta lente é utilizada na correção visual de pessoas que não conseguem ver objetos com nitidez a longas distâncias – miopia.

Figura 18 - Classificação das lentes quanto ao comportamento óptico.



O olho possui uma lente natural, o cristalino, que tem a capacidade de alterar sua forma – acomodação visual, fazendo convergir os raios de luz, provenientes dos corpos que enxergamos, para que a imagem se forme sempre na retina.

As **lentes** são dispositivos ópticos que funcionam por refração da luz. **Mas o que é refração?**

Chamamos de refração da luz o fenômeno em que ela é transmitida de um meio para outro diferente.

Nesta mudança de meios, na maioria dos casos, a sua velocidade é alterada. Com a alteração da velocidade de propagação ocorre um desvio da direção original da luz.

Figura 19 - Refração da luz, ocorrendo em um copo com água, onde é colocado um lápis, dando a impressão de sua quebra.



A refração não implica necessariamente em desvio da luz; dizer que a luz sofreu refração é o mesmo que dizer que ela teve seu meio de propagação alterado. No entanto julgamos que essa discussão seria muito complicada para os alunos.

Objetivos:

- ✓ Estudar qualitativamente o uso de lentes
- ✓ Entender o comportamento geométrico da luz ao passar de um meio

transparente para outro.

Materiais utilizados

- Lupas de 90 mm (Uma a cada 2 alunos)
- Aquário
- Laser
- Folha A4
- Palitos de fósforo
- Água
- Açúcar cristal (1Xicara para cada 2 litros de água colocada no aquário)
- 2 Lentes de óculos para miopia de pelo menos 4°
- 2 Lentes de óculos para hipermetropia de pelo menos 4°

Procedimento Experimental

Esta é uma atividade que deverá ser feita fora de sala de aula em um dia ensolarado.

Divida a sala em duplas, cada dupla receberá uma lupa, uma folha de papel e alguns palitos de fósforo.

Desafio: alguma dupla é capaz de queimar completamente a folha de papel, utilizando somente o material fornecido?

Caso os alunos não consigam realizar o desafio o professor deve auxiliar na execução da atividade.

A medida que as duplas realizarem a queima do papel, disponibilize para os alunos as lentes de óculos e peça para tentarem repetir o desafio.

Retorne com os alunos para a sala de aula.

Pergunte aos alunos com é possível realizar a queima do papel utilizando uma lente, anote as hipóteses no quadro.

Em seguida questione aos alunos porque uma das lentes disponibilizadas não conseguiu queimar a folha, anote as respostas no quadro.

Após o levantamento das hipóteses, julgue-as e construa com os alunos o conceito de refração.

Em seguida apresente formalmente os instrumentos ópticos utilizados, aproveite para chamar a atenção do comportamento óptico de cada lente.

Encha o aquário de água e misture o açúcar. Acenda o laser e direcione o feixe de luz em direção a água, variando a ângulo de incidência (se necessário utilize o aquário para confirmar ou invalidar as explicações dos alunos para o fenômeno).

AULA 6: 5ª ATIVIDADE EXPERIMENTAL: ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Aporte para o professor

Ouçã e “veja” seu controle remoto

Você sabe como funciona uma conexão Wi-Fi? As redes Wi-Fi utilizam ondas de rádio comuns para transmitir as informações da sua conexão de Internet, da mesma forma como acontece nos telefones celulares, televisões e no rádio, por exemplo.

Aliás, a comunicação nesse tipo de rede se parece muito com as usadas nas transmissões de rádio: uma estação fica responsável por converter e transmitir o áudio (os dados) em sinal elétrico, e, posteriormente, uma estação receptora traduz essas informações. A única diferença é que, agora, ambos os equipamentos transmitem e recebem.

Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2011/07/como-funciona-uma-conexao-wi-fi.html>>.

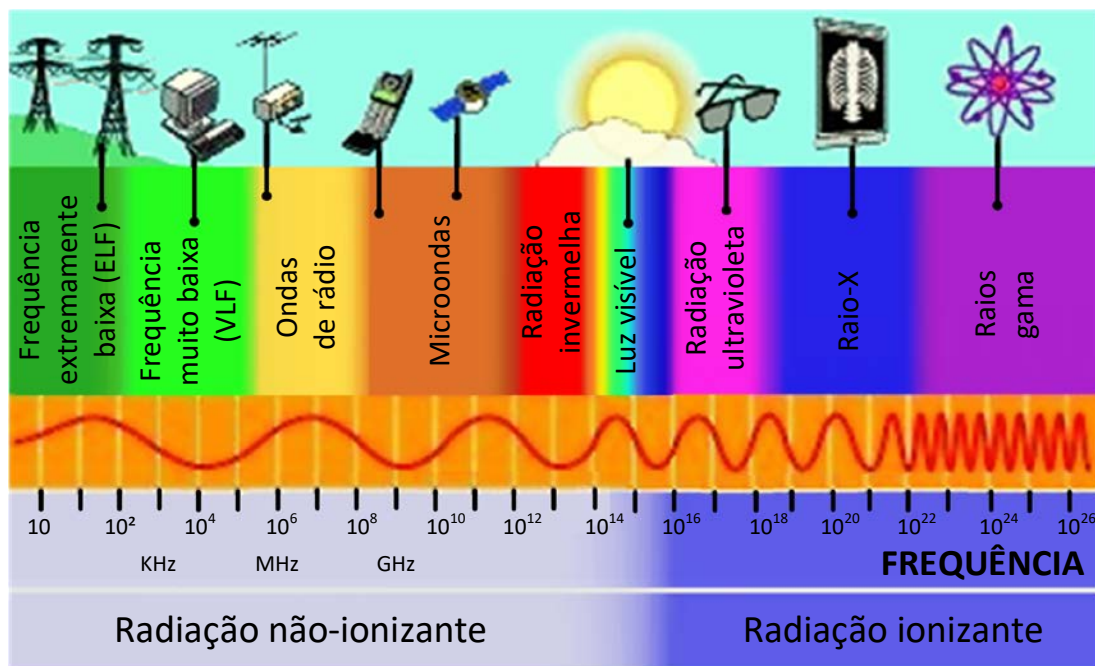
Acesso em: 10 jul 2016.

O que as tecnologias apontadas no texto acima têm em comum com a luz?

As ondas de rádio e WI-FI são ondas eletromagnéticas e são assim chamadas porque são produzidas por cargas elétricas em vibração, que geram um campo elétrico e um campo magnético que se propagam perpendicularmente entre si no espaço. Esse tipo de onda difere de uma onda produzida no mar ou numa corda, por exemplo, estas ondas só se propagam caso tenham um meio material para que ocorra sua propagação. Já as ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio para se propagar, já que a variação do campo magnético gera o campo elétrico e vice e versa.

Cada onda eletromagnética tem vibração diferente, ou seja, possuem frequência diferente. A frequência de vibração de uma onda pode ser conceituada como o número de oscilação das cargas elétricas geradora por unidade de tempo. Quanto maior o número de oscilação, maior a frequência e mais energia a radiação eletromagnética possui. Além das ondas de rádio, são conhecidos outros tipos de ondas que estão organizadas de acordo com sua frequência de vibração no espectro eletromagnético.

Figura 20 - Espectro eletromagnético



Perceba na figura acima que as ondas de rádio possuem frequência entre 10^6 Hz e 10^8 Hz ⁽¹⁾. Podemos notar também que a luz visível, corresponde a uma pequena parte do espectro eletromagnético, além de ser uma separação entre a radiação não ionizante – não causadora de danos imediatos ao ser humano - da radiação ionizante.

Vamos agora conhecer com um pouco mais sobre algumas ondas eletromagnéticas:

Ondas de Rádio

São ondas que são produzidas por vibração de elétrons. Têm uma frequência compreendida em até cerca de 10^8 Hz (hertz). As ondas eletromagnéticas usadas pelas antenas de TV têm as mesmas características das ondas de rádio. Todavia, elas apresentam frequências mais elevadas do que aquelas normalmente usadas nas estações de rádio.

Micro-ondas

Considerando frequências mais elevadas do que as ondas de rádio, encontramos ondas eletromagnéticas denominadas *micro-ondas*. Estas ondas têm frequências compreendidas, aproximadamente, entre 10^8 hertz e 10^{12} hertz. As micro-ondas são amplamente usadas em telecomunicações, transportando sinais de TV ou transmissões telefônicas (por "via satélite").

Radiação Infravermelha

A região seguinte do espectro eletromagnético é constituída pelas *radiações infravermelhas*, que são ondas eletromagnéticas com frequências desde cerca de 10^{11} hertz até 10^{14} hertz. A radiação infravermelha é emitida em grande quantidade pelos átomos de um corpo aquecido, os quais encontram-se em constante vibração.

Radiação Visível

As ondas eletromagnéticas cujas frequências estão compreendidas entre $4,6 \times 10^{14}$ hertz e $6,7 \times 10^{14}$ hertz constituem uma região do espectro eletromagnético de importância excepcional para nós. Estas radiações são capazes de estimular a visão humana, isto é, elas são as *radiações luminosas* (luz). As menores frequências das radiações visíveis dão-nos a sensação de vermelho. Aumentando a frequência das radiações teremos, sucessivamente, as radiações correspondentes às cores laranja, amarelo, verde, azul, anil e, no final da região visível, a radiação violeta. Pode-se perceber, então, que a denominação "infravermelho" foi usada porque as frequências desta radiação estão situadas em uma faixa logo abaixo da frequência correspondente à cor vermelha.

Radiação Ultravioleta

As ondas eletromagnéticas com frequências contidas entre cerca de 10^{16} e 10^{18} hertz são denominadas *radiações ultravioletas*. Esta denominação indica que essas ondas têm uma frequência superior a radiação violeta. Os raios ultravioletas são emitidos por átomos excitados como, por exemplo, em lâmpadas de vapor de mercúrio (Hg) - acompanhado de emissão de luz. Estas radiações não são visíveis, podendo mesmo danificar o tecido do olho humano. Elas podem ser detectadas por outros processos, como por exemplo, ao impressionarem certos tipos de chapas fotográficas. O Sol irradia raios ultravioletas para a Terra, porém, grande quantidade é absorvida pela camada de ozônio (O_3) presente na atmosfera terrestre. Uma grande exposição da pele humana a radiações ultravioleta pode dar origem a ulcerações cancerosas.

Raios X

São ondas eletromagnéticas com frequência contida entre 10^{18} hertz e 10^{20} hertz. Os raios X foram descobertos em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), que recebeu o Prêmio Nobel de Física, em 1901, por essa descoberta. A denominação "raios X" foi usada por Röntgen porque ele desconhecia a natureza das radiações que acabara de descobrir (raios X = raios desconhecidos) Estes raios podem ser produzidos em tubos apropriados (ampolas de raios X). Röntgen verificou que os raios X têm a capacidade de atravessarem, com certa facilidade, materiais de baixa densidade (como tecidos animais). Em virtude desta propriedade, logo após a descoberta dos raios X passaram a ser amplamente usados para obter radiografias. O próprio Röntgen foi o primeiro a fazer uso dessas radiações com esta finalidade, conseguindo obter a radiografia dos ossos da mão de uma pessoa. Modernamente, os raios X encontram um campo de aplicação muito amplo além de seu emprego nas radiografias. Assim são usados no tratamento do câncer, na pesquisa de estrutura cristalina dos sólidos, na indústria e em quase todos os campos da ciência e da tecnologia.

Raios gama

As ondas eletromagnéticas com frequência mais elevada do espectro eletromagnético são denominadas *raios gama*. Têm uma frequência compreendida entre 10^{20} hertz e 10^{22} hertz. Esta radiação é emitida na desintegração de certos núcleos de alguns elementos químicos. Tais elementos químicos são denominados *elementos radioativos*. Os raios gama, assim como os raios X, podem causar danos irreparáveis às células animais.

(1) Hz é abreviatura de Hertz, unidade de frequência no Sistema Internacional de Unidades. $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$

Objetivos:

- ✓ Apresentar para os alunos o espectro eletromagnético e mostrar que a luz visível faz parte de uma pequena faixa deste.

Material Utilizado por experimento:

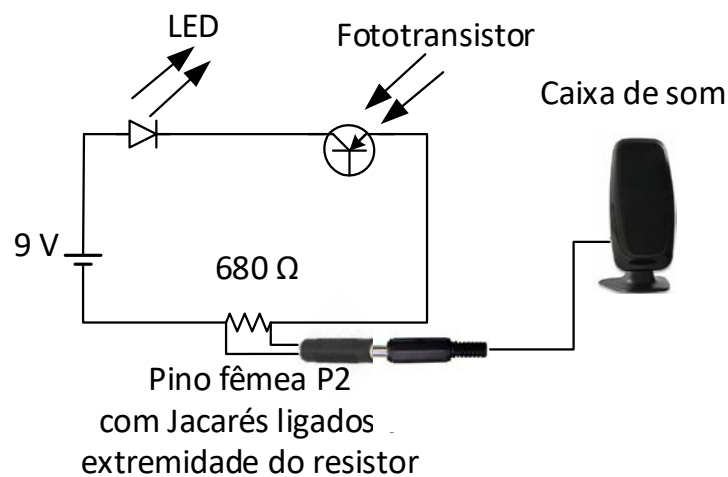
- 1 bateria 9V
- 1 LED Receptor De Infravermelho
- 1 LED de qualquer cor

- 1 pino fêmea P2 com jacarés nos terminais
- 1 resistor de $680\ \Omega$ e $1/8W$
- 1 conector para bateria de 9V
- Fita isolante
- Um controle remoto
- Caixinha de som para computador
- Carregador de celular com conexão USB
- 1 celular com câmara
- Fios para conexão

Montagem

O circuito deve ser montado previamente pelo professor conforme o esquema:

Figura 21 - Esquema de montagem do aparato experimental



Na montagem todos os elementos do circuito devem ser associados em série e os terminais do pino P2 devem ser conectados em paralelo com o resistor para conseguirmos o sinal para a caixa de som.

Procedimento Experimental

Divida a sala em 5 grupos e entregue um experimento previamente montado pelo professor para cada grupo e os deixem interagir.

Os alunos devem apontar o LED do controle remoto para o LED receptor de infravermelho do circuito, e observar o som emitido pela caixa de som enquanto as teclas do controle são acionadas.

Peça aos alunos que liguem a câmera do celular e apontem o LED do controle remoto pressionando uma das teclas do controle e relatem o que ocorre.

Pergunte aos alunos a explicação para tais fenômenos.

Correlacione a luz com o infravermelho. (Há explicação para a correlação no texto de aporte).

Apresente para a turma o espectro eletromagnético e explore as diferentes radiações existentes.

AULA 7: 6ª ATIVIDADE EXPERIMENTAL: CIRCUITO SIMULANDO O ACENDEDOR DE POSTE

Aporte para o professor

As explicações científicas que trabalhamos usando as simulações são modelos que procuram compreender os fenômenos que em geral nos rodeiam. Os modelos têm limites de aplicação e se sofisticam à medida que o estudo sobre o assunto é aprofundado. No entanto com intenções didáticas, muitas vezes simplificamos os complexos modelos científicos, pensando num primeiro contato do aluno com a explicação científica de determinado fenômeno.

O Efeito Fotoelétrico no dia-a-dia

Quando está anoitecendo, os postes de iluminação pública se acendem sozinhos, como isto acontece? O segredo está em um dispositivo chamado LDR (Light Dependent Resistor), que quando exposto a luz, aumenta o número de elétrons livres, assim sua resistência elétrica diminui, permitindo a existência de corrente que atravessa um dispositivo conhecido como relé e apaga a lâmpada; quando o ambiente escurece, o dispositivo recebe menos luz e por isso, conta com menos elétrons livres, aumentando assim sua resistência e por consequência a dificuldade de passagem de corrente elétrica.

O sensor LDR é um tipo de célula fotocondutiva feita de materiais como o sulfeto de cádmio, que possui resistência elétrica grande em ambientes escuros e uma resistência elétrica pequenininha quando o ambiente está claro.

Figura 22 - Sensor LDR

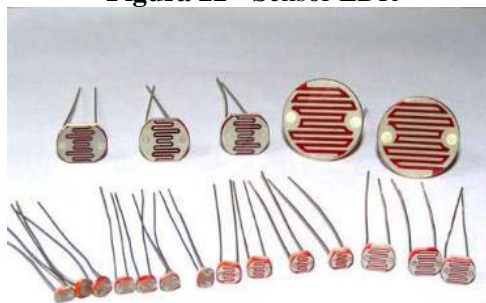
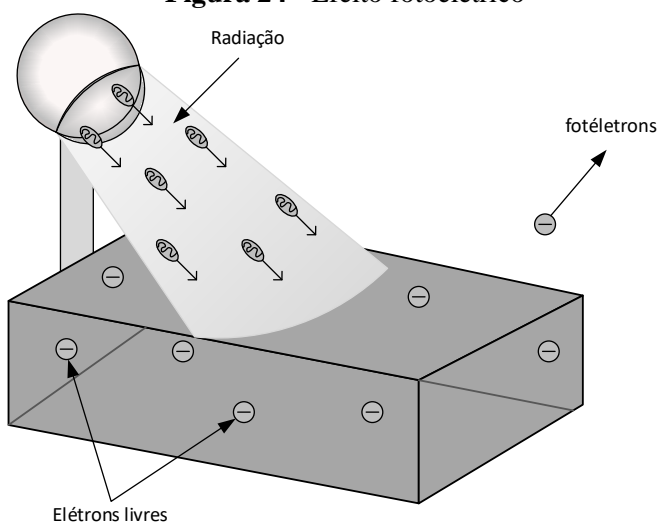


Figura 23 - Sensor utilizado em postes

Pois bem, em cima dos postes de iluminação encontramos esses sensores. O LDR tem seu funcionamento baseado em um fenômeno muito importante explicado por Albert Einstein: o efeito fotoelétrico. Vamos conversar um pouco sobre o ele. O efeito fotoelétrico é a emissão de elétrons livres (os elétrons mais fracamente presos), que ocorre quando materiais condutores e semicondutores são atingidos por radiação eletromagnética – luz!!!! Já vimos que encontramos no espectro eletromagnético vários tipos de radiação. Será que conseguimos observar o Efeito Fotoelétrico utilizando qualquer onda eletromagnética? A resposta é não. Para que o fenômeno ocorra a radiação devem possuir uma determinada frequência. Se escolhermos um tipo de radiação com pequena frequência (baixa energia) não conseguiremos observar o efeito, nem mesmo se aumentarmos a incidência da luz.

Figura 24 - Efeito fotoelétrico

Nos postes não temos a emissão de elétrons, mas observamos um aumento de elétrons livres existentes no sensor LDR, fenômenos semelhantes ocorrem em câmeras digitais e sensores de movimento (utilizando radiação infra vermelha).

Objetivos:

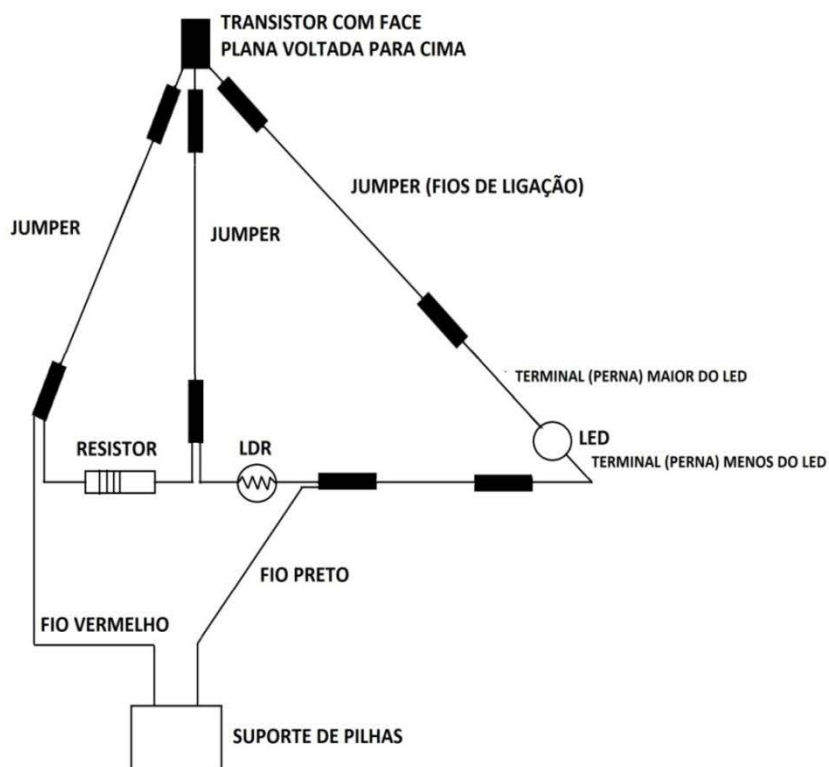
- ✓ Construir um circuito simples, de baixo custo, que possibilite simular o acendedor presente nos postes de iluminação pública.
- ✓ Mostrar aos alunos que a luz tem a capacidade de alterar características da matéria quando nela incide.
- ✓ Relacionar o efeito fotoelétrico com os sensores de luz presente em nosso dia a dia.

Material Utilizado por experimento:

- 1 transistor BC 337-25
- 1 resistor de $1k\Omega$ 1/4 W
- 1 sensor LDR 5mm
- 1 LED de qualquer cor
- 1 suporte para pilhas AA (modelo com 2 pilhas)
- 2 pilhas AA
- 4 cabos jumper 20cm fêmea x fêmea

Procedimento Experimental**TUTORIAL DE MONTAGEM CIRCUITO**

Figura 25 - Tutorial de montagem do circuito que simula um acendedor de poste de iluminação pública



MONTAGEM

- 1º Passo: posicione o transistor com a face plana voltada para cima;
- 2º Passo: conecte jumpers aos três terminais do transistor;
- 3º Passo: conecte ao jumper da esquerda o fio positivo (vermelho) do suporte de pilhas e um dos terminais do resistor de $1k\Omega$;
- 4º Passo: conecte ao jumper do meio o outro terminal do resistor e um dos terminais do LDR;
- 5º Passo: conecte ao jumper da direita o terminal positivo (perna maior) do LED;
- 6º Passo: conecte um jumper ao outro terminal do LED;
- 7º Passo: neste mesmo jumper ligado ao LED conecte, na outra extremidade, o outro terminal do LDR e o fio negativo (preto) do suporte de pilhas.
- 8º Passo: confira todas as ligações e coloque as pilhas no suporte. Pronto, montagem finalizada!!

Agora é só variar a quantidade de luz que chega ao sensor LDR.

Observe que quando há incidência de luz sobre o sensor LDR, observamos a diminuição na luz emitida pelo LED e quando o LDR não recebe iluminação o LED apresenta máxima iluminação.

Relacione o experimento com o efeito fotoelétrico, evidenciando a alteração do número de elétrons livres com a incidência da luz.

AULA 8: 7ª ATIVIDADE EXPERIMENTAL: SIMULANDO O EFEITO FOTOELÉTRICO

O que exatamente é a luz?

Por Rafael Kenski | Edição 3

Na Bíblia, a criação começa pela luz, que inaugura o universo separando o dia da noite. É ela que nos permite enxergar o mundo e, no entanto, é quase impossível visualizar sua verdadeira natureza. Como se não bastasse, tem propriedades tão estranhas e contraditórias que confunde até os físicos mais experientes.

Até o começo do século XX, tudo indicava que a luz não passava de uma onda. Assim como o som ou o movimento do mar, ela é refletida ao encontrar algo como um espelho e sofre interferência ao cruzar com outras ondas de luz. A diferença é que a luminosidade se propaga no vácuo e não precisa ser conduzida por um meio como a água ou o ar.

Mas a concepção da luz como onda não conseguia explicar certos fenômenos, como o chamado efeito fotoelétrico: quando se emite luz contra determinados metais, observa-se que a superfície deles libera elétrons. O enigma começou a se desfazer em 1900, quando o físico alemão Max Planck publicou o primeiro estudo do que viria a ser conhecido como física quântica. Ele descobriu que os átomos não emitem energia de forma contínua, mas em minúsculas partículas chamadas quanta.

Em 1905, Albert Einstein resolveu aplicar essa teoria à luz e percebeu que, se considerássemos que ela também é feita de partículas (posteriormente chamadas de fótons), o efeito fotoelétrico estaria explicado. A física quântica chocou toda a comunidade científica ao propor que a luz é simultaneamente onda e partícula, vibração e matéria - uma ambiguidade considerada absurda, incoerente, impossível. A teoria de Planck e Einstein já foi comprovada diversas vezes em laboratório. Mas ainda resta a pergunta: afinal, a luz é uma onda ou uma partícula? A física abraçou o mistério. "Quem disser que ela é onda está certo e quem disser que ela é partícula também está.

De acordo com o experimento, a luz apresenta características de uma ou de outra", afirma o físico Adriano Natale, da Universidade Estadual Paulista (Unesp). "Não precisamos resolver o enigma. A luz funciona com uma lógica própria, diferente da que estamos acostumados", diz Amir Caldeira, também físico, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/matéria/o-que-exatamente-e-a-luz>>. Acesso em 20 abr 2016.

Em especial, o efeito fotoelétrico é interpretado como a absorção de um fóton pela matéria, levando à ejeção de um elétron.

Os elétrons que giram à volta do núcleo são aí mantidos por forças de atração. Se eles receberem energia suficiente (energia mínima para arrancar o elétron), eles abandonarão as suas órbitas. O efeito fotoelétrico só surge se o metal receber um feixe de radiação com

energia superior à energia mínima de remoção dos elétrons do metal, provocando a sua saída das órbitas.

A energia da radiação, no caso da luz, está relacionada com sua cor (frequência), esta energia é crescente do vermelho para o violeta. A cor que possui fótons menos energéticos é a vermelha e os mais energéticos estão associados à cor violeta.

Essa energia mínima para extrair um elétron da placa metálica é denominada função trabalho e varia com o tipo de metal utilizado, a sobra de energia após a absorção do fóton é transformada em energia de movimento (Energia cinética).

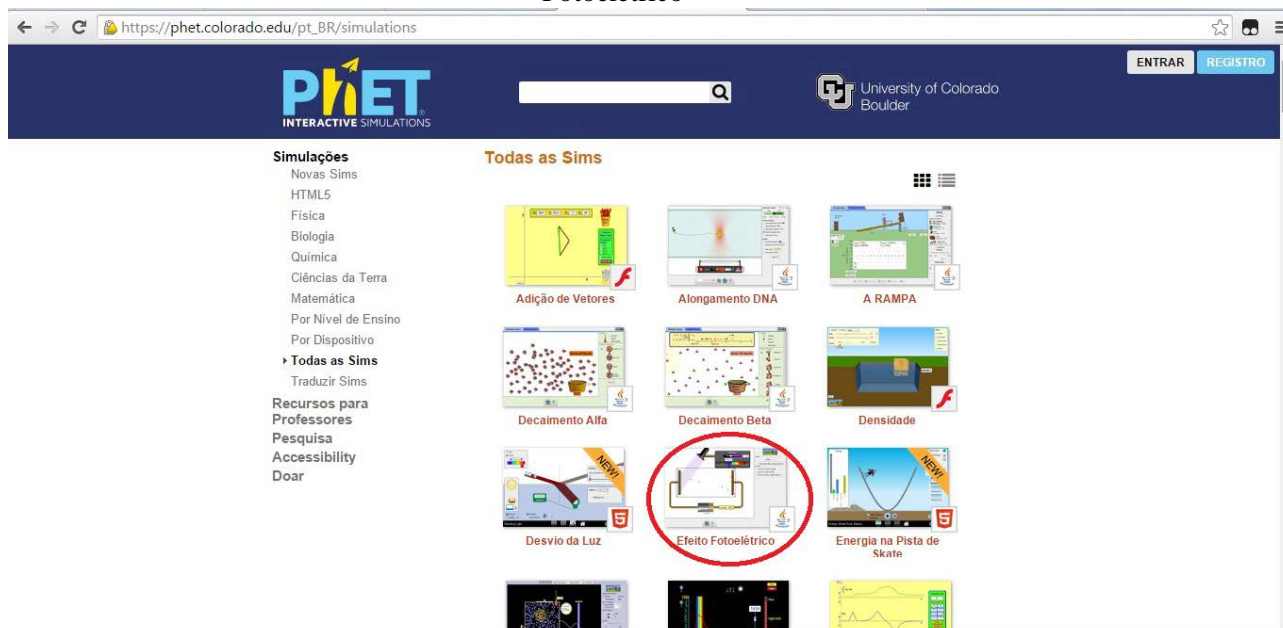
Objetivos:

- ✓ Manipular o software de simulações PHET com a finalidade de visualizar e descrever o Efeito Fotoelétrico
- ✓ Utilizar o simulador para facilitar os processos de ensino e de aprendizagem dos conceitos utilizados que explicam o Efeito fotoelétrico.
- ✓ Observar a interação existente entre a luz e a matéria;
- ✓ Mostrar que o efeito fotoelétrico evidencia a característica corpuscular da radiação eletromagnética.
- ✓ Associar a existência de uma energia mínima para que ocorra o efeito fotoelétrico.

Procedimento experimental

Realizar previamente o download do software de simulações que pode ser feito no link a seguir: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations. Ao abrir a página, selecionar a simulação Efeito fotoelétrico.

Figura 26 - Página de abertura e seleção da simulação Efeito Fotoelétrico

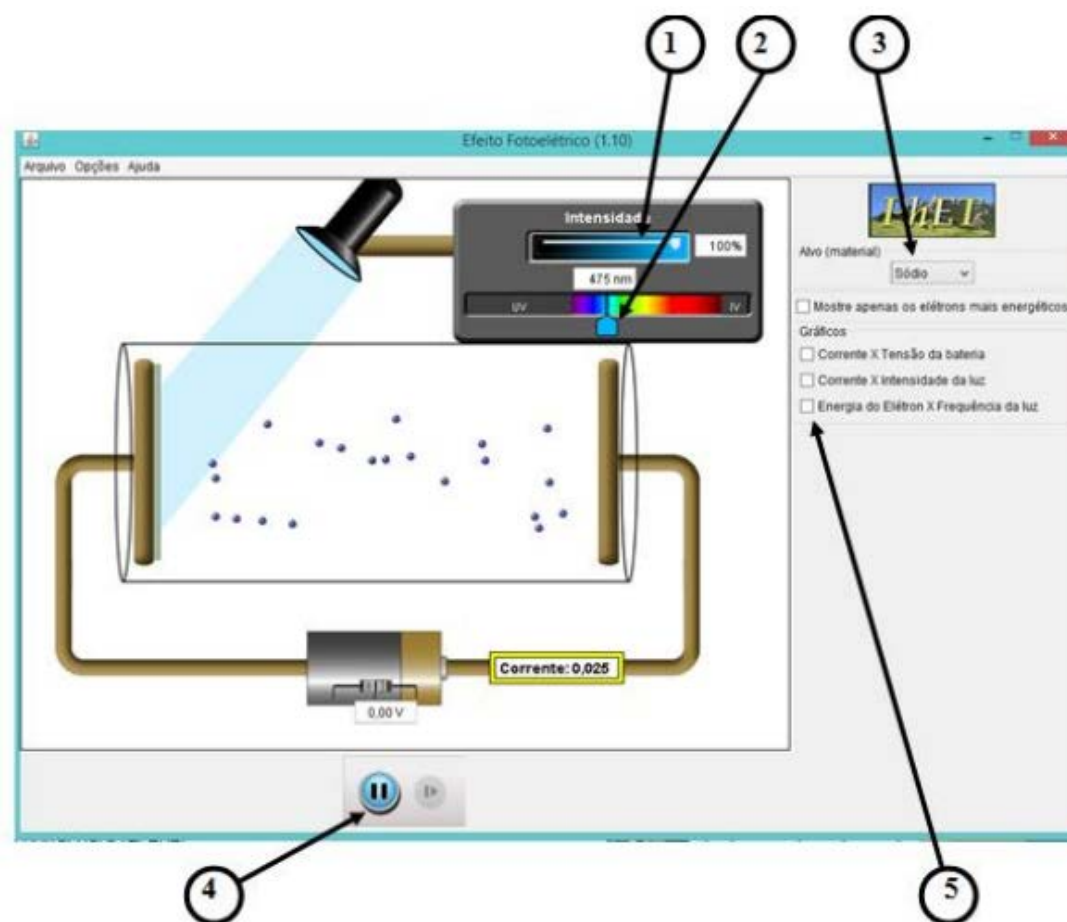


Trata-se de um software livre disponibilizado a alunos e professores onde, variando a frequência e a intensidade da luz verifica-se a ejeção de elétrons de placas metálicas, que também podem ser alteradas, cuja interface está apresentada na Figura 27.

Leve os alunos até a sala de informática.

Divida os alunos em grupos, conforme o número de computadores disponível na sala de informática de sua escola. Uma opção para o fato de não haver computadores disponíveis na escola, é o professor utilizar o recurso usando um projetor em sala de aula.

Figura 27 - Interface do software de simulação do Efeito fotoelétrico



O simulador será explorado de maneira qualitativa. Aos alunos proponha a variação da intensidade da radiação, através do cursor (1) e também, a verificação de mudança quantidade de elétrons ejetados da placa. Variará frequência da radiação através do cursor (2), verificar a partir de qual comprimento de onda da radiação os elétrons são arrancados da placa. Fazendo- se a troca do metal da placa através da janela (3) os alunos repetem os primeiros procedimentos usando os botões (4) para pausar e reiniciar a simulação. O simulador também permite o tratamento quantitativo através de observações de gráfico (5) e da determinação da frequência de corte, função trabalho e do cálculo da energia cinética do elétron ejetado.

AULA 9: AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO

Objetivo:

A última aula tem a finalidade de avaliar a evolução dos alunos sobre o tema que estudamos- A luz.

Procedimento:

Na aula 1, os alunos responderam em seus cadernos a seguinte questão:

Imagine que você tivesse que explicar o que é a luz para algum ser que vivesse no fundo do oceano em um “mundo sem luz”.

O que você lhe diria?

Como você explicaria o que são as cores?

Você consegue imaginar o mundo sem luz?

Retome as mesmas perguntas aos alunos. Agora, após toda aplicação da sequência didática, compare as respostas obtidas e avalie o aprendizado adquirido pelo aluno. Vale a pena, pedir para que algumas respostas sejam lidas para que ocorra o compartilhamento de ideias e conhecimento entre os colegas.

Referências Bibliográficas

[Alvarenga 1993] ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Curso de Física**. 3a ed. São Paulo: HARBRA, 1993.

[Ausubel 1968] AUSUBEL, D.P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

[Ausubel 1980] AUSUBEL, P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

[Bonadiman e Nonenmacher 2007] BONADIMAN, H., NONENMACHER, S. E. B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma proposta Metodológica. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** – SBF: Sociedade Brasileira de Ensino de Física. V. 24, n. 2, agosto de 2007 p. 194 – 223.

[Buchweitz 1993] BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

[Buchweitz 2001] _____. Aprendizagem significativa: ideias de estudantes concluintes do ensino superior. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 6, n.2, 2001. Disponível em: Acesso em: 02 abr. 2016.

[Brasil 1998] BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/ Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

[Eisberg e Resnick 1979] EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas**. 17a tiragem. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1979.

[Freire 1996] FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

[Freire 1997] _____. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

[Gadotti 1989] GADOTTI, Moacir. **Convite à leitura de Paulo Freire**. São Paulo: Scipione, 1989.

[Gomes 2008] GOMES, A. P.; DIAS COELHO, U. C.; CAVALHEIRO, P. O.; GONÇALVEZ, C. A. N.; RÔÇAS, G.; SIQUEIRA-BATISTA, R. A educação médica entre mapas e âncoras: a Aprendizagem Significativa de David Ausubel, em busca da arca perdida. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 32, n. 1, p. 56-59, 2008.

[Gomes 2010] GOMES, Andreia Patrícia; RÔÇAS, Gisele; COELHO, Udson Chandler Dias; CAVALHEIRO, Priscila de Oliveira; GONÇALVEZ, Cristina Angélica

Nunes; BATISTA, Rodrigo Siqueira. Ensino de Ciências: dialogando com David Ausubel. **Revista Ciências & Ideias**. Nº1. Vol. 1, 2010.

[Goulart 1989] GOULART, S. M.; DIAS, C. N.; BARROS, S. L. de S. Conceitos espontâneos de crianças sobre fenômenos relativos à luz: análise qualitativa. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 9-20, abr. 1989.

[Halliday 1995] HALLIDAY, D.; RESNICK, R. WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 4ª ed., v. 4. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1995.

[Hassad 2003] HASSAD, J. Backup of meaningful learning model. **Dear Habermas Current Issue**, v. 17, n. 3, week of june 30, 2003.

[Hessen 2000] HESSEN, J. **Teoria do conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

[Humbert 1976] HUMBERT, Colette. **Conscientização: a experiência e a investigação de Paulo Freire**. Lisboa: Moraes, 1976.

[Jaeger 1995] JAEGER, W. **Paidéia: a formação do homem grego**. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

[Kant 1994] KANT, I. **Crítica da razão pura**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1994.

[Kearsley 2009]. Kearsley, G.. **Subsumption Theory** (D. Ausubel). Disponível em: <<http://tip.psychology.org/ausubel.html>>. Acesso em: 11 out 2016.

[Leonel e Souza 2009] LEONEL, A. A.; SOUZA, C. A. Nanociência e Nanotecnologia para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica. IN: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências**. Florianópolis, 2009.

[Locke 2000] LOCKE, J. **Ensaio acerca do entendimento humano**. Os pensadores. São Paulo: Nova Cultural, 2000.

[Martins 2004] MARTINS, Paulo Roberto. Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente no Brasil: Perspectivas e Desafios. IN: **Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. FALTA A CIDADE**, 2004.

[McGriff 2000] MCGRIFF, S. J. **A position paper and concept map: Philosophy of Education**, 2000. Disponível em: < <http://www.personal.psu.edu/sjm256/>> . Acesso em: 10 abril. 2015.

[Michael 2001] MICHAEL, J. In pursuit of meaningful learning. **Advances in Physiology Education**, v. 25, p. 145-158, 2001.

[Moreira e Masini 1982] MOREIRA, Marco A., MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

[Moreira 1983] MOREIRA, M. A. **Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino da Física**. Porto Alegre, Ed. da Universidade, UFRGS, 1983.

[Moreira 1988] MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. (Texto Adaptado e atualizado, em 1997, de um trabalho com o mesmo título publicado em O Ensino), **Revista Galaico Portuguesa de Sócio Pedagogia e Sociolinguística**, Ponte Vedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, n 23 a 28, p. 87-95, 1988.

[Moreira 1999] MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

[Novak e Gowin 1999] NOVAK, J. D. e GOWIN, D. Bob. **Aprender a aprender**. (2a ed.), Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.

[Novak e Gowin 1984] _____. **Learning how to learn**. New York and Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

[Ostermann e Moreira 1988] OSTERMANN, F. e MOREIRA, M. A.; Tópicos de Física Contemporânea na Escola Média: um Estudo com a Técnica Delphi; In: **Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física**, 6, 1998, Florianópolis. Atas... Florianópolis, Imprensa Universitária da UFSC, 1998.

[Pelizzari 2002] PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

[Péres 2000] PÉREZ, D. G.; ALÍS, J. C.; DUMAS-CARRÉ, A.; MAS C. F.; GALLEGO, R.; DUCH, A. G.; GONZÁLEZ, E.; GUIASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSSA, J.; CARVALHO, A. M. P.; SALINAS, J.; TRICÁRIO, H. VALDÉS. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica. **Enseñanza de la ciencia**, v.18, n.1, 2000.

[Piaget 1975] PIAGET, J. A equilibração das estruturas cognitivas. **Problema Central do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

[Pinto e Zanetic 1997] PINTO A. C. & ZANETIC J. (1997) É Possível Levar a Física Quântica para o 2o Grau? Trabalho apresentado no **V Simpósio de Iniciação Científica da USP**, Pró- Reitoria de Pesquisa, Volume 2, Exatas e Engenharia, 1997.

[Terrazan 1992] TERRAZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

[Terrazan 1994] _____. **Perspectivas para inserção da Física Moderna na escola média**. Tese de doutorado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

[Tipler 1995] TIPLER, P. A. **Física para cientistas e engenheiros**. v. 4, 3a ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1995.

[Vigotsky 1930] VIGOTSKY, L. **Mind and Society**. Harvard University Press, 1930.