

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE FÍSICA “GLEB WATAGHIN”

F609A – Tópicos de Ensino de Física I

Relatório Final: Experimentos sobre  
as primeiras lâmpadas e as atuais

ALUNO: Altemir Antonio Pereira Junior  
e-mail: aapjunior@yahoo.com.br  
ORIENTADOR: Profa. Dra. Ines Joekes  
e-mail: ines@iqm.unicamp.br  
COORDENADOR: Prof. Dr. José Joaquin Lunazzi



2ºSemestre 2009  
Campinas - SP - Brasil

## **Agradecimentos:**

Deixo aqui minha gratidão à professora Inês Joekes que prontamente atendeu ao meu pedido de orientação para este projeto em F\_609 e ao professor José Joaquim Lunazzi que ajudou-me a escolher dentre tantos assuntos este aqui presente e ainda indicou complementos interessantíssimos. À minha família e amigos, meu muito obrigado.

“No princípio criou Deus os céus e a terra. A terra era sem forma e vazia; e havia trevas sobre a face do abismo, mas o Espírito de Deus pairava sobre a face das águas. Disse Deus: haja luz. E houve luz. Viu Deus que a luz era boa; e fez separação entre a luz e as trevas. E Deus chamou à luz dia, e às trevas noite. E foi a tarde e a manhã, o dia primeiro.”

(Gênesis 1:1-5)

## **Objetivo:**

O objetivo deste é relatar sobre o desenvolvimento da viagem ao longo da história da luz sobre o ponto de vista tecnológico (iluminação artificial), desde o uso de espelhos nas pirâmides, ou mesmo de fogo nas cavernas, para obter iluminação de interiores até o uso das lâmpadas elétricas incandescentes, fluorescentes, de *laseres* e diodos (LEDs – *Light Emissor Diodes*). O objetivo didático dessa experiência é demonstrar a importância, influências e transformações que a luz proporcionou à vida humana ao longo da história além de promover alguns experimentos simples sobre lâmpadas, lanternas e produção artificial de luz em geral.

## **Importância:**

A luz é indispensável para a manutenção da vida, seja pela realização da fotossíntese ou pela simples iluminação local de um ambiente. Sem luz (e água) não existiria a vida como a conhecemos.

Além das fontes luminosas naturais existentes no universo (sol e as demais estrelas), a sociedade humana necessita de outras fontes, artificiais no caso, para poder dar continuidade às diversas atividades que pratica nos períodos noturnos. Assim, é fundamental se conhecer a origem desse benefício para uma possível compreensão de como sua utilidade e aplicação afetam o cotidiano, a cultura e o cérebro humano.

## **Lâmpadas e suas tecnologias**

As lâmpadas foram usadas para espalhar a luz desde a idade avançada, mesmo antes que a eletricidade estivesse inventada, e a iluminação foi dada um significado novo. O uso das lâmpadas pode amplamente ser classificado em duas eras: A era pre-elétrica e a era elétrica do borne.

### **A era Pre-elétrica**

A invenção e o primeiro uso da lâmpada podem ser datados de 70.000 BC. Naquele tempo, não havia nenhum metal ou o bronze para fazer as lâmpadas preferivelmente a civilização de então usou rochas e escudos ocas. Estas rochas ocas foram enchidas com o musgo e outras substâncias naturais e embebidas então na gordura animal. A gordura animal atuou porque o óleo e este são como as primeiras lâmpadas foram inflamadas.

Com o advento da cerâmica, e a idade de bronze e de cobre, seres humanos começaram a fazer as lâmpadas que imitaram outras formas naturais. Os feltros de lubrificação entraram a existência muito mais tarde e foram usados controlando a flama ou a taxa de queimadura. Séculos AC, os gregos começaram usar o terra - as lâmpadas do cotta, que substituíram as tochas handheld. A palavra “lâmpada” foi derivada da palavra grega “lampas”, que significa a “tocha”.

### **Combustíveis para a iluminação**

Os tipos diferentes dos combustíveis foram usados iluminando uma lâmpada entre 70.000 AC e agora. A maioria dos formulários adiantados do combustível eram cera de abelha, óleo verde-oliva, gordura animal, óleo de peixes, óleo de sésamo, óleo de baleia, óleo de porca etc. Estes estavam igualmente entre os formulários os mais de uso geral do combustível para iluminar uma lâmpada até o século XVIII atrasado. Ao redor de 1859, o primeiro processo da perfuração foi iniciado para encontrar o petróleo e com o advento do querosene, que é um derivado do petróleo, a lâmpada tornou-se mais popular e o uso aumentou. A iluminação permitida querosene foi introduzida primeiramente em Alemanha em 1853.

Durante o mesmo tempo outros dois produtos foram usados para finalidades da iluminação da lâmpada e eram gás natural e carvão. O primeiro uso de lâmpadas de gás de carvão realizava-se em 1784.

No que diz respeito à luz elétrica, a lâmpada elétrica é sem dúvida um dos maiores inventos da história da humanidade, é graças a lâmpada elétrica que possuímos nos dias de hoje toda a comodidade e segurança dentro das nossas casas, afinal de contas, foi devido ao advento

da lâmpada elétrica que pudemos eliminar na maioria das localidades o uso de lampiões, tochas ou velas, que além de serem pouco eficientes e perigosos, eram também extremamente poluentes.

Além da grande importância da lâmpada para a vida do homem, a lâmpada elétrica contribuiu de forma marcante no desenvolvimento de um ramo da engenharia de importância fundamental para a existência de praticamente toda tecnologia atual, a eletrônica.

### **A luz e a sociedade:**

A luz natural, na falta das artificiais eficientes, regeu muitos mitos, lendas e religiões durante séculos.

Festas de lua cheia e lua nova e eclipses solares e lunares são alguns exemplos de como a iluminação terrestre externa influenciou a cultura humana em suas diversas Idades. Stonehenge, denominado pelos Saxões de "*hanging stones*" (pedras suspensas) e referido em escritos medievais como "dança dos gigantes", existem diversas lendas e mitos acerca da sua construção, creditada a diversos povos da Antiguidade, também exemplifica essa questão social e quão antigo essas tradições podem vir a ser. Algumas décadas atrás vários cientistas abriram caminho para um novo campo de pesquisas, a Arqueoastronomia, dedicado ao estudo do conhecimento astronômico de civilizações antigas. Isso conduziu exames acurados nestes e em outros círculos de pedra e em numerosos outros tipos de estruturas megalíticas, associando-os a alinhamentos astronômicos significativos às épocas em que foram erguidos. Estas evidências sugeriram que eles foram usados como observatórios astronômicos, comprovando que as luzes do céu são estudadas a séculos.

### **A luz, a Física e a engenharia:**

A luz é um ente físico extremamente interessante. Ora observamos que se comporta como partícula, ora como onda. A luz foi uma das responsáveis pela revolução da Física nos séculos XIX e XX e ainda hoje é fonte de estudos e pesquisas em Física e engenharias.

Vários fenômenos ondulatórios são observados em experimentações luminosas: refração, reflexão, difração, polarização, difusão entre outros. Também, observamos fenômenos corpusculares como conservação de momento linear. Na prática, a luz é uma gama de comprimentos de onda eletromagnética a que o olho humano é sensível. Trata-se de uma forma de energia que se propaga por ondas eletromagnéticas pulsantes ou em um sentido mais geral, qualquer radiação electromagnética que se situa entre as radiações infravermelhas e as radiações ultravioletas. As três grandezas físicas básicas da luz (e de toda a radiação electromagnética) são: brilho (ou amplitude), cor (ou frequência), e polarização (ou ângulo de vibração). Devido à dualidade onda-partícula, a luz exhibe simultaneamente propriedades quer de ondas quer de partículas.

Quanto a emissão de luz, podemos classificar os corpos em luminosos e iluminados. São luminosos os que emitem luz própria como o sol, lâmpadas de incandescência, entre outros. E, sobre os corpos dessa natureza que reteremos nossa discussão, em especial as lâmpadas.

### **A lâmpada elétrica e a física**

Além do conforto e segurança, a lâmpada proporcionou ao homem a possibilidade de dar um imenso salto tecnológico, isto por que a lâmpada serviu de base para a construção da chamada válvula elétrica, o que impulsionou a eletrônica, e com ela toda a tecnologia que dispomos. Além da válvula, a lâmpada teve importante papel nos laboratórios de física, uma vez que esta proporcionou o teste mais importante para a teoria ondulatória de de Broglie, através do experimento de Davisson-Germer. Ainda podemos citar sua importância na área da medicina, pois através de uma lâmpada incandescente modificada, conseguiu-se desenvolver os primeiros aparelhos de raio X da história, onde os elétrons do filamento são acelerados por uma diferença de potencial, e em seguida freados num anteparo dentro da própria lâmpada, produzindo-se assim uma emissão de raios X.

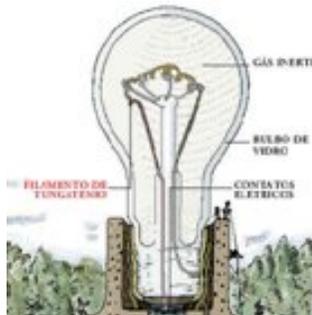
## Lâmpadas Elétricas

### A lâmpada incandescente

Desenvolvida no final do século XIX, a lâmpada incandescente é uma das maiores invenções da história da humanidade. É uma lâmpada composta de uma ampola de vidro bastante fino preenchido com um gás inerte, em geral o argônio, e um fino filamento constituído de tungstênio, que ao ser percorrido por uma corrente elétrica, se aquece até a incandescência, emitindo uma luz branca de tom levemente amarelado.

A função do bulbo da lâmpada incandescente, é impedir a oxidação do filamento durante sua operação, pois o filamento quando aquecido, pode reagir com muita facilidade com o oxigênio, de maneira que o mesmo oxide, e se rompa. O gás inerte do bulbo tem como função reduzir o efeito de sublimação do filamento, o que faz com que o bulbo fique enegrecido com poucos dias de uso, reduzindo inevitavelmente a eficiência da lâmpada, bem como sua vida útil. Uma outra função do gás inerte é tornar a lâmpada mais resistente, uma vez que evacuada, esta poderia vir a se quebrar com muito mais facilidade, devido à própria pressão atmosférica.

As primeiras lâmpadas incandescentes, desenvolvidas por volta de 1870, pelo inventor Thomas Alva Edson, utilizavam um filamento constituído de um fio fino de bambu, carbonizado, mas esse tipo de filamento tinha durabilidade muito baixa, levando os pesquisadores a desenvolver novos filamentos, baseados em fios metálicos, como o ósmio e o tungstênio.



### A lâmpada incandescente halógena

Trata-se de uma lâmpada incandescente cujo filamento é encerrado em um tubo de quartzo contendo substâncias halógenas como o bromo, o iodo, e outras substâncias. Quando a lâmpada é acionada, essas substâncias evaporam, e se combinam com partículas de tungstênio que são ejetadas do filamento. Quando a lâmpada é desligada, as partículas aderidas as moléculas dessas substâncias halogenóides, precipitam-se sobre o filamento, propiciando um efeito de regeneração. Tal efeito faz com que esse tipo de lâmpada tenha uma durabilidade até duas vezes maior do que as tradicionais lâmpadas incandescentes, além de permitir uma ótima manutenção do fluxo luminoso, uma vez que o efeito de enegrecimento por sublimação é minimizado.

### A lâmpada fluorescente

As lâmpadas de descarga são lâmpadas que funcionam segundo um princípio totalmente diferente ao da lâmpada incandescente. São lâmpadas que existem desde o início do século XIX, sendo utilizadas em muitas regiões da antiga Inglaterra como opção às luminárias a gás.

Dentre as lâmpadas de descarga, a lâmpada fluorescente é a de maior destaque. Inventada nas primeiras décadas do século XX, a lâmpada fluorescente é a mais popular lâmpada de descarga do mundo, sendo utilizada em aplicações residenciais, comerciais, industriais, dentre tantas outras.

Existem diversos tipos de lâmpadas fluorescentes, porém, todas obedecem ao mesmo princípio de funcionamento, ou seja, a excitação e desexcitação de átomos de uma mistura gasosa, e das paredes fosforescentes do tubo ao qual damos o nome de tubo de descarga.

Observe a figura abaixo:

### Lâmpada fluorescente



#### Esquema Interno de uma lâmpada fluore



O espectro luminoso oriundo da descarga é extremamente pobre, sendo constituído em grande parte de radiação ultravioleta, que é invisível e nociva ao ser humano. Para contornar esse problema, é aplicada a superfície interna do tubo uma camada de uma substância fosforescente, que é capaz de converter essa radiação ultravioleta em luz visível.

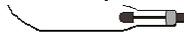
Existem diversos tipos de lâmpadas fluorescentes, como as de catodo quente, que foram descritas anteriormente, e as chamadas lâmpadas fluorescentes de catodo frio, que não possui filamentos nos eletrodos. Esse tipo de lâmpada necessita para seu funcionamento um autotransformador, que produz pulsos de alta tensão constantemente. A vantagem dessa tecnologia, é seu acendimento instantâneo, e sua desvantagem é o seu grande comprimento.

Observe a figura abaixo:

### Lâmpada fluorescente de catodo frio



#### Esquema Interno da lâmpada fluorescente de cat



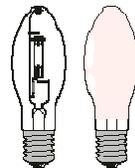
## A lâmpada de vapor de mercúrio sob alta pressão

A lâmpada de mercúrio sob alta pressão, como o próprio nome diz, é uma lâmpada que tem como princípio de funcionamento a descarga entre dois eletrodos imersos numa atmosfera de argônio, com uma pequena quantidade de mercúrio. Esse tipo de lâmpada foi desenvolvido por volta de 1930, e teve seu sucesso associado a grande expansão da indústria automotiva norte americana.

A lâmpada a vapor de mercúrio sob alta pressão opera com uma pressão da ordem de 10atm para lâmpadas de potência mais elevadas, ou seja, 250w, 400w, 700w, e 1000w, e pressões acima de 10atm para lâmpadas de menor potência, como 50w, 80w, e 125w. Seu funcionamento difere do funcionamento da lâmpada fluorescente pelo fato de não necessitar de nenhum pico de ignição para a partida, isto se deve a presença de um eletrodo auxiliar no seu tubo de descarga, que ioniza o gás argônio nas suas vizinhanças, dando início a descarga.

Observe o esquema abaixo:

### Lâmpada a vapor de m



## A lâmpada de vapor mercúrio sob alta pressão com iodetos metálicos

Após a popularização da lâmpada a vapor de mercúrio sob alta pressão, foi uma questão de tempo para que aperfeiçoamentos da tecnologia comesçassem a surgir, e um bom exemplo desse fato é a lâmpada de vapor de mercúrio com iodetos metálicos, ou simplesmente, lâmpada de vapor metálico.

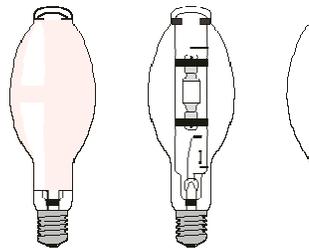
A lâmpada de vapor metálico, é extremamente semelhante a lâmpada de vapor de mercúrio, exceto pela presença de iodetos metálicos, pelo seu desempenho muito maior, e pela

possibilidade de se variar a coloração da lâmpada pela seleção dos iodetos metálicos colocados no interior do tubo de descarga. Esse tipo de lâmpada também conta com um revestimento de alumina nas extremidades do tubo de descarga, cujo objetivo é refletir o calor produzido pela descarga para os eletrodos, impedindo a condensação dos iodetos no interior do tubo de descarga da lâmpada.

Atualmente, a lâmpada de vapor metálico, é a que apresenta o maior número de aplicações, a se destacar a iluminação de lojas de departamentos, estádios de futebol, monumentos, indústrias, iluminação residencial, e até mesmo, iluminação automotiva, com as chamadas lâmpadas de xenônio, que são lâmpadas de vapor metálico com atmosfera de xenônio, capazes de acender instantaneamente. A lâmpada de vapor metálico está disponível numa enorme gama de potências, indo de 10w até 18000w, e seu rendimento gira em torno de 100lumens/watt, ou seja, o dobro da tradicional lâmpada de vapor de mercúrio.

Observe a figura:

**Lâmpada de vapor met**



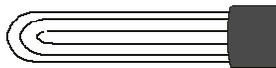
### **A lâmpada a vapor de sódio sob baixa pressão**

Foi desenvolvida por volta de 1930, objetivando o melhor rendimento possível além da maior segurança possível na iluminação das grandes vias expressas. Este tipo de lâmpada, tem como princípio de funcionamento a descarga num tubo de vidro especial em forma de U, contendo uma atmosfera composta de 99% de neônio e 1% de argônio, além do sódio. Esta lâmpada possui algumas peculiaridades que a tornam semelhante a lâmpada fluorescente, no que diz respeito às características funcionais, como por exemplo, os catodos aquecidos, e o circuito de ligação, constituído de um reator, e um starter, similares aos da lâmpada fluorescente.

A lâmpada a vapor de sódio sob baixa pressão, é a fonte de luz artificial de maior rendimento, chegando a apresentar rendimento superior a 180lumens/watt, porém tem como ponto negativo o seu espectro praticamente monocromático na região do amarelo. Essa lâmpada foi extremamente popular na década de 50, começando a cair em desuso com o advento das modernas lâmpadas a vapor de sódio sob alta pressão.

Observe a figura:

**Lâmpada a vapor de sódio sob baixa**



### **A lâmpada a vapor de sódio sob alta pressão**

A lâmpada a vapor de sódio sob alta pressão, é sem dúvida a última palavra em matéria de eficiência, durabilidade e confiabilidade. É uma lâmpada que funciona segundo o mesmo princípio da lâmpada de vapor metálico sob alta pressão, diferindo pelo fato de que a lâmpada de sódio utiliza uma mistura de sódio com mercúrio, além de gases nobres que iniciam a ignição da lâmpada.

As lâmpadas de vapor de sódio sob alta pressão estão disponíveis, assim como as lâmpadas de vapor metálico numa enorme gama de formatos, indo da forma elipsoidal a forma

refletora parabólica, sendo extremamente úteis a diversas aplicações, dentre elas, a iluminação pública.

Observe a figura:

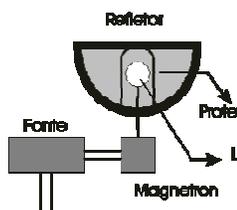


### A lâmpada de enxofre

A lâmpada de enxofre pertence a uma categoria de lâmpadas totalmente nova, é um tipo de lâmpada que não funciona com nenhum princípio mencionado até agora, nem a descarga, e nem a incandescência, mas sim a indução eletromagnética, produzida por um magnetron, que é o mesmo dispositivo que permite o funcionamento dos fornos de microondas.

O funcionamento desse tipo de lâmpada é bastante simples, uma pequena esfera de vidro especial, é montada na antena do magnetron. uma vez acionado, esse dispositivo provoca a excitação o enxofre dentro da esfera, tal como ocorre nas lâmpadas de descarga, emitindo uma luz muito intensa e com um tom levemente azulado, além é claro de possuir um espectro bastante rico. A principal razão para se utilizar a radiofrequência na produção de luz a partir do enxofre, se deve a sua enorme “agressividade” para com os metais, inviabilizando a utilização do princípio da descarga.

Observe a figura:

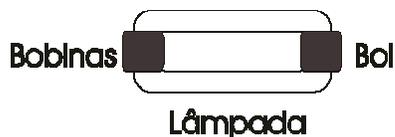


### A lâmpada fluorescente de indução

Além da lâmpada de enxofre, outra inovação da indústria da iluminação foi a chamada lâmpada fluorescente de indução, cujo princípio de funcionamento baseia-se na excitação do mercúrio e dos gases nobres em seu interior através da aplicação de um campo magnético oscilante de altíssima frequência.

A lâmpada fluorescente de indução, é desprovida de eletrodos internos, sendo constituída ou de uma ampola com mercúrio, com uma bobina interna, que excita o mercúrio, ou é simplesmente um tubo fechado com duas bobinas enroladas em suas extremidades. Excetuando-se estas características, esse tipo de lâmpada não é nada mais do que uma simples lâmpada fluorescente, a não ser pela sua vida útil, 100.000 horas, ou seja, acima de 10 anos.

Observe a figura abaixo:



### LED – Light Emissor Diode (diodo emissor de luz)

O LED é um diodo semicondutor (junção P-N) que quando energizado emite luz visível por isso LED (Diodo Emissor de Luz). A luz não é monocromática (como em um laser), mas

consiste de uma banda espectral relativamente estreita e é produzida pelas interações energéticas do elétron. O processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia é chamado *eletroluminescência*. Em qualquer junção P-N polarizada diretamente, dentro da estrutura, próximo à junção, ocorrem recombinações de lacunas e elétrons. Essa recombinação exige que a energia possuída por esse elétron, que até então era livre, seja liberada, o que ocorre na forma de calor ou fótons de luz .

Em geral, os leds operam com nível de tensão de 1,6 a 3,3V, sendo compatíveis com os circuitos de estado sólido. É interessante notar que a tensão é dependente do comprimento da onda emitida. Assim, os leds infravermelhos geralmente funcionam com menos de 1,5V, os vermelhos com 1,7V, os amarelos com 1,7V ou 2.0V, os verdes entre 2.0V e 3.0V, enquanto os leds azuis, violeta e ultra-violeta geralmente precisam de mais de 3V. A potência necessária está na faixa típica de 10 a 150 mW, com um tempo de vida útil de 100.000 ou mais horas.

## **Bioluminescência**

Processo bioquímico utilizado por muitos animais e algas marinhas, resultando na produção de luz. O processo é feito através da oxidação de uma proteína chamada *Luciferina* por uma enzima chamada *Luciferase*.

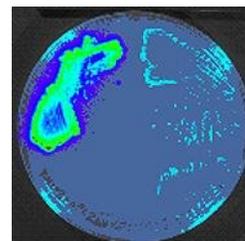
A bioluminescência é produzida por componentes do fitoplâncton, principalmente dinoflagelados como a *Noctiluca*. Esta alga é a responsável pelos pontos de luz azul-esverdeada produzidos na areia das praias e na água, visíveis durante a noite. Muitos invertebrados também produzem luz, principalmente os crustáceos, como os camarões, vermes, equinodermas e lulas. Os peixes são os únicos vertebrados capazes de produzir luz.

A bioluminescência se dá principalmente em órgãos especiais denominados *fotóforos*, os quais estão presentes em locais específicos do corpo e em quantidades variáveis, dependendo da espécie em questão. Estes órgãos luminosos são formados por um tecido fotogênico, no qual a reação bioquímica se processa, ligado a terminações nervosas que transmitem o comando para a produção de luz.

Em outros casos de bioluminescência, não são os fotóforos que produzem luz, mas bactérias luminescentes aprisionadas em pontos específicos do corpo de algumas espécies de peixes. Como neste caso não há o controle nervoso deste processo, comumente existem membranas que podem cobrir e descobrir o sítio luminoso de acordo com a necessidade do peixe.

O Brasil é o país com a maior diversidade de espécies luminescentes no mundo, entre elas vaga-lumes que produzem os mais belos espetáculos da natureza, como as chamadas larvas ‘trenzinho’, que emitem luz em duas cores. Com a devastação das florestas, no entanto, essa esplêndida riqueza está se perdendo.

A função ecológica da bioluminescência é ainda pouco compreendida, mas já se sabe que em muitos casos está associada a iluminação do campo de visão, atração de presas através de iscas luminosas, reconhecimento de diferentes espécies, reconhecimento de parceiros sexuais e adaptações contra predação.



## **Fosforescência e Fluorescência:**

Algumas substâncias, quando sujeitas às radiações ultravioleta, emitem luz visível. Os átomos destas substâncias são fluorescentes e absorvem a radiação ultravioleta, invisível para o olho humano, e irradiam radiação visível para o ser humano. O nome deste fenômeno físico é originado da Fluorita, que é o melhor exemplo de mineral fluorescente. Outras substâncias,

designadas fosforescentes, mantêm a emissão de luz visível durante algum tempo depois de terem sido sujeitas a radiação ultravioleta. Assim, Fluorescência é a capacidade de uma substância de emitir luz quando exposta a radiações do tipo raios ultravioleta (UV), raios catódicos ou raios X. As radiações absorvidas (invisíveis a olho humano) se transformam em luz visível, ou seja, de uma longitude de onda maior que a incidente.

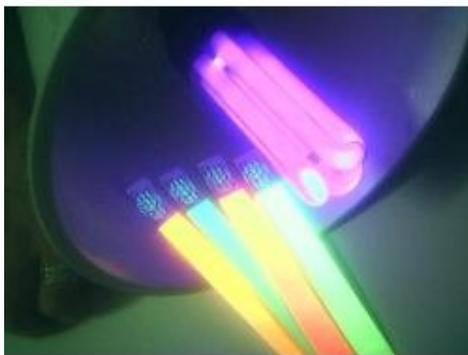
Por exemplo, é o fenômeno que faz com que certos materiais brilhem à exposição de UV emitida por uma lâmpada "luz negra".

O fenômeno da fluorescência consiste na absorção de energia por um elétron, passando do estado fundamental ( $S_0$ ) para o estado excitado ( $S_1$ ), este elétron ao retornar ao estado fundamental é acompanhado pela liberação de energia em excesso através da emissão de radiação. Na Fluorescência todo o processo ocorre em tempo inferior a 0,00001 segundos.

Fosforescência é a capacidade que uma espécie química tem de emitir luz, mesmo no escuro. É um fenômeno particular de um fenômeno geral denominado luminescência. A diferença da fosforescência, é que, geralmente, a fluorescência dura apenas enquanto houver estímulo. A aplicação mais habitual deste fenômeno são as lâmpadas fluorescentes, onde uma substância branca que recobre o seu interior de cristal emite luz quando se cria uma corrente elétrica no interior do tubo. Outros usos da fluorescência é de detectar bilhetes falsos, já que só os verdadeiros levam impressos uma tinta fluorescente que são visíveis apenas com auxílio de uma "luz negra".

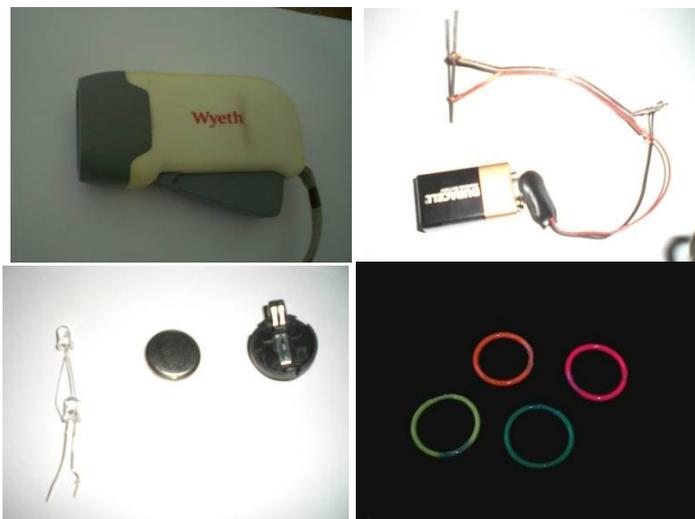
É o que acontece nas tintas fosforescentes usadas em placas de sinalização de rodovias, interruptores elétricos e mostradores de relógios. O processo também é usado em tubos de televisão, e em detectores de partículas elementares. Um exemplo de uma substância fosforescente é o sulfeto de zinco. Quando o sulfeto de zinco é exposto a luz, os elétrons dos átomos se excitam migrando para níveis de energia mais afastados do núcleo. Retirado a exposição à radiação, os elétrons retornam lentamente aos níveis mais internos emitindo luz, fenômeno denominado fosforescência. Acredita-se que este retorno dos elétrons ao estado fundamental é lento porque, quando excitados, atingem camadas eletrônicas denominadas níveis metaestáveis que retêm os elétrons numa espécie de "armadilha".

Alguns materiais tornam-se fosforescentes (tintas, ponteiros de relógios, por exemplo) devido à adição de algum material radioativo, que fornece a radiação para a criação do fenômeno. A vantagem da adição de um material radioativo é a fosforescência ocorrer sem cessar, mesmo que o ambiente fique escuro durante muitos anos.



## Experimental

Para a parte experimental escolhi trabalhar com a apresentação de fluorescência em pulseiras comumente utilizada em festas noturnas, apresentação de LEDs, uma lanterna recarregável e, como apresentação mais rústica, uma lâmpada de carvão (usando grafite de lápis).



### Problemas experimentais:

O maior problema foi o de encontrar a tensão certa a ser aplicada no grafite e também o tamanho certo do grafite e espessura dos fios condutores para haver corrente suficiente para poder acender. O problema foi contornado pelo bom e velho método da tentativa Vs. erro.

### Considerações finais:

O experimento é simples e divertido. Considero que a disciplina foi bem elaborada, mas que minha pesquisa seria mais interessante se não houvessem outras disciplinas concomitantes à esta.

Houve na proposta do projeto inicial de realizarmos estudos espectroscópicos sobre as diversas tecnologias de lâmpadas, mas tal não foi possível por não conseguirmos equipamentos necessários em laboratórios do Instituto de Química e bem como tempo hábil para as possíveis adequações.

### Bibliografia:

<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=1&idSubSecao=&idTexto=2>: As lâmpadas e a Física (01/10/2009).

<http://www.etoxtr.com/pt/3142.html>: Lâmpadas: História da iluminação Home (01/10/2009).

[http://www.lighting.philips.com/pt\\_pt/about/sub\\_feature\\_4.php?main=pt\\_pt&parent=1&id=pt\\_pt\\_about&lang=pt](http://www.lighting.philips.com/pt_pt/about/sub_feature_4.php?main=pt_pt&parent=1&id=pt_pt_about&lang=pt): A Philips e a iluminação (01/10/2009).

<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI193628-EI300,00-Invencao+da+lampada+completa+anos.html>: Invenção da lâmpada completa 124 anos (01/10/2009).

[http://super.abril.com.br/superarquivo/1988/conteudo\\_111446.shtml](http://super.abril.com.br/superarquivo/1988/conteudo_111446.shtml): Thomas Edison, o gênio da lâmpada (01/10/2009).

[http://www.feiradeciencias.com.br/sala12/12\\_12.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala12/12_12.asp): Arco Voltaico (01/10/2009).

<http://www.youtube.com>: Busca por: Lampada Fluorescente Feita em casa [vídeos diversos]. (01/10/2009).

<http://news.nationalgeographic.com/news/2006/10/photogalleries/glowing-fungi/photo2.html> New Glowing Fungi Species Found in Brazil – National Geographic

<http://www.tinyurl.com/litbacteria>: 'Lit' Bacteria Tracks Virus

GASPAR, Alberto. Experiências de Ciências para o ensino fundamental. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2005, 328p

HALLIDAY, D., RESNICK, R. e KRANE, K.S. *Física 4* (4a edição). Rio de Janeiro, LTC, 1996

TIPLER, P.A. *Física para cientistas e engenheiros – vol. 3* (4a edição). Rio de Janeiro, LTC, 2000

KALINOWSKI, H. J.; DIAS GARCIA, N. M. Espectroscopia de reflexão para ensino no segundo grau. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 9, 1991.

### **Declaração do orientador:**

A meu orientador realizou os seguintes comentários:

“As atividades realizadas foram coerentes com as planejadas para o projeto. O aluno desenvolveu bem as atividades propostas, usando de criatividade e improviso para sanar as não poucas dificuldades de tempo e experimentais enfrentadas. Houveram problemas no laboratório de espectroscopia que impossibilitaram as medidas previstas. Assim, vejo o projeto da disciplina como encerrado.”