

Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2016

Autor: Luiz Rodrigo Cavalcanti da Silva

Série: segunda (2015) do Ensino Médio

Profa.: Juliana Maria Roberti

Colégio: Liceu Jardim

Cidade: Santo André

Luz e química nas criações humanas: aplicações e funcionamento

A luz e a química sempre estiveram presentes na vida, mesmo sem que fossem percebidos. Desde o surgimento dos primeiros seres vivos, as estrelas já existiam; corpos compostos por gases que reagem entre si, liberando luz e fazendo com que o homem se interessasse cada vez mais pelo seu funcionamento. Com o passar dos séculos e milênios a química foi sendo compreendida e desenvolvida pelos seres humanos, ao ponto de ser possível inventar objetos que, assim como as estrelas, emitem luz a partir de reações químicas.

As criações humanas possuem aplicações diversas e variam desde o entretenimento até a química forense, empregada em investigações criminais. Alguns exemplos são muito comuns no cotidiano e acabam não sendo associados a interações entre substâncias, tais como os fogos de artifício e as pulseiras “neon” típicas de festas.

Grande parte dos usos atuais da luz no dia a dia se baseia na quimiluminescência, que consiste na liberação de luz em uma reação química, com pouca emissão de calor. Esse comportamento se dá quando os elétrons de um átomo recebem energia e “saltam” para camadas eletrônicas mais externas, voltando logo em seguida para as camadas internas e liberando energia na forma de luz. Tal propriedade faz com que esses processos sejam utilizados para se iluminar diferentes tipos de superfícies ou objetos sem causar danos aos mesmos, tornando-se muito útil em ramos como a química forense.

Reações que envolvem a quimiluminescência podem ser aplicadas em diversos contextos: detecção de impurezas no ar (compostos com nitrogênio ou enxofre) com níveis baixos chegando até 5 ppt (cinco partes por trilhão); análises de espécies inorgânicas (em fase líquida) ou orgânicas (produtos de reações enzimáticas, biomoléculas, sequenciamento de DNA); objetos ou estruturas brilhantes (luzes de emergência, pulseiras de neon, brinquedos infantis).

Nas análises gasosas, é comum que seja adicionado excesso de ozônio (O_3) a uma câmara isolada que contenha a amostra gasosa, o qual reage com monóxido de nitrogênio (NO), formando dióxido de nitrogênio (NO_2) e gás oxigênio (O_2), com a liberação de energia na forma de luz, que é detectada por equipamentos especiais. Como a quantidade de luz é proporcional a quantidade inicial de monóxido de nitrogênio, é possível calcular impurezas do gás analisado.

De forma semelhante são realizadas análises em compostos inorgânicos na fase líquida ou em moléculas orgânicas líquidas e gasosas que liberem certa quantidade de energia na forma de luz que possa ser captada por sensores; caso a intensidade luminosa não seja a esperada, é possível calcular a concentração de impurezas nas amostras, bem como identificar as substâncias da mistura através de dados

experimentais já conhecidos.

Dentre os compostos mais utilizados para o efeito da quimiluminescência se destaca o luminol ($C_8H_7O_2N_3$), substância que produz uma luz azul quando reage com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em meio básico, isto é, com

íons hidróxido (OH^-). Essa reação é lenta, necessitando de um catalisador, como compostos que contenham ferro, com função de agente oxidante nas reações intermediárias. Uma aplicação prática é a pulverização de uma solução de luminol com peróxido de hidrogênio sobre a cena de um crime que contenha sangue humano, ainda que não esteja visível a olho nu: o ferro presente na hemoglobina acelera a reação do luminol de forma que, em apenas cinco segundos, haja a emissão da luz azul (variando de intensidade de acordo com a distribuição das moléculas), cuja visibilidade pode ser aumentada com o uso da chamada luz negra ou luz ultravioleta.

Além desse uso, a luz negra possui diversas aplicações práticas no cotidiano do homem, como para identificar obras de arte e notas de dinheiro falsificadas ou para encontrar vazamentos em máquinas como o ar-condicionado. Apesar do uso frequente, muitas pessoas não sabem como funciona uma lâmpada de luz negra, podendo até imaginar ser uma luz mágica que ilumina os objetos, quando, na verdade, possui uma explicação química.

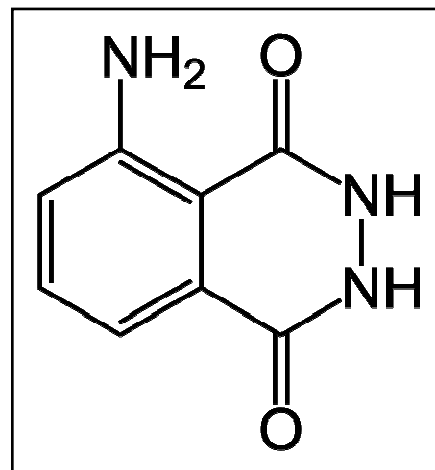


Figura 1: Fórmula estrutural do luminol. Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ce/Luminol.svg/444px-Luminol.svg.png>

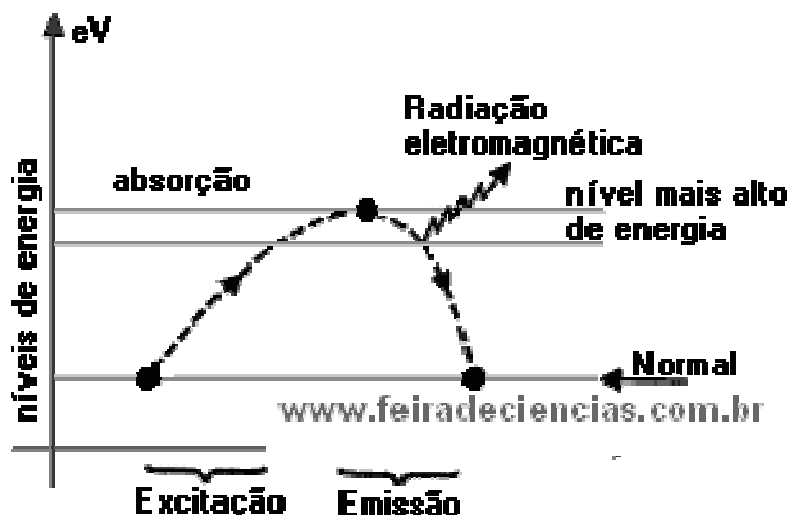


Figura 2. Variação nos níveis de energia dos elétrons, a qual libera energia na forma de luz. NETTO, Luiz Ferraz de. “A lâmpada fluorescente”. Feira de Ciências. Disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala14/14_19.asp. Acesso em 31 de outubro de 2015.

A luz brilhante que é observada nos objetos fosforescentes quando iluminados por esse tipo de lâmpada na verdade provém da composição do material, que contém os chamados fosforosos. Os fosforosos são substâncias que emitem luz quando recebem ondas de luz ultravioleta (UV) invisíveis a olho nu. A luz visível ao olho humano que é emitida vem da reação do fósforo com os raios UV que ocorre quando um fóton de luz atinge um átomo de fósforo, fazendo com que um dos elétrons desse elemento passe para um maior nível de energia. Esse elétron, ao retornar ao seu estado fundamental, libera o excedente de energia na forma de luz visível.

As lâmpadas de luz negra funcionam basicamente como as lâmpadas fluorescentes, diferenciando o revestimento externo do vidro e o local que a reação acontece. Enquanto as lâmpadas fluorescentes possuem revestimento de fósforo que reage com os raios UV emitidos pela energização por corrente elétrica do gás inerte e mercúrio (gasoso) contidos sob baixa pressão dentro do vidro, as de luz negra possuem um tipo diferente de revestimento de fósforo que permite a passagem de raios UV-A; este, ao reagir com fosforosos externos, libera energia na forma de luz branca fazendo os objetos brilharem.

Existem dois tipos de lâmpadas de luz negra: a lâmpada de luz negra tubular possui um revestimento externo de fósforo que absorve as ondas UV-B e UV-C, nocivas para o ser humano, e emite a luz UV-A. O vidro do tubo é escuro para bloquear a passagem de luz visível e permitir apenas a saída de raios UV-A; e a lâmpada de luz negra incandescente possui filtros que permitem a passagem apenas dos raios infravermelhos e UV-A da luz do filamento.

Além de todos esses usos, processos quimiluminescentes também são utilizados para a diversão. Certamente todos já receberam pulseiras que brilham no escuro em alguma festa, mas poucos sabem como elas obtêm seu brilho. Apesar de serem chamadas de “pulseiras de neon”, o gás neônio não é envolvido na reação, mas sim peróxido de hidrogênio, salicilato de sódio, dibutil ftalato, corante e éster de fenil oxalato; os três primeiros ficam misturados no tubo plástico e em volta de uma ampola de vidro, que envolve o corante e a última substância. Para que as pulseiras comecem a brilhar, é preciso que todos os componentes citados sejam colocados juntos, o que ocorre com a quebra da ampola de vidro (por isso os tubos adquirem brilho após serem “dobrados”). A reação é descrita na imagem abaixo.

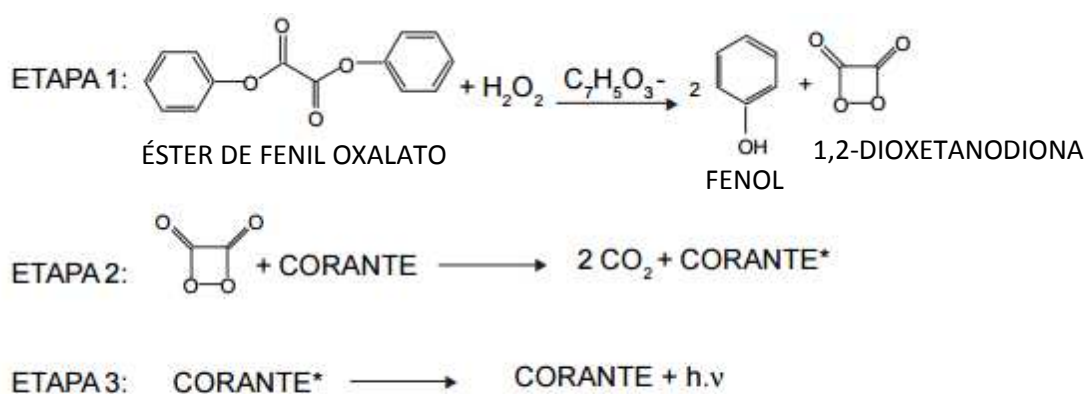


Figura 3. Reações envolvidas nas pulseiras luminosas.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n2/1516-7313-ciedu-20-02-0481.pdf>.

Acesso em 1 de novembro de 2015.

Durante o processo, grande quantidade de energia é liberada e o corante a absorve, tendo seus elétrons excitados. Dessa forma, ao voltarem para o estado fundamental, liberam energia na forma de luz, como descrito no gráfico a seguir.

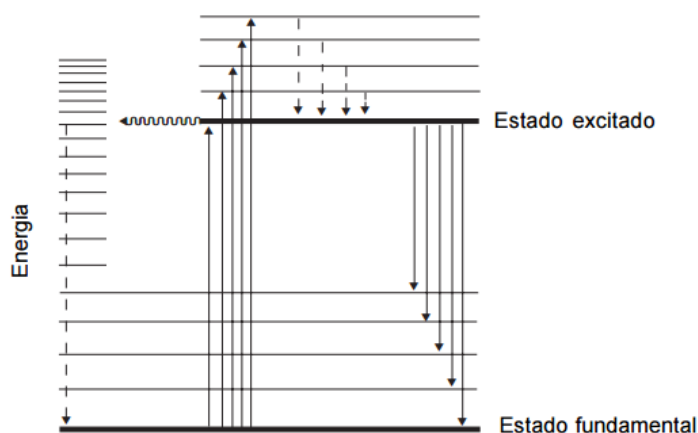


Figura 4. Níveis energéticos dos corantes. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n2/1516-7313-ciedu-20-02-0481.pdf>. Acesso em 1 de novembro de 2015.

Ademais, a luz química também pode ser usada no campo militar. Por ser leve, portátil, facilmente ativada e funcionar sem problemas com chuva e vento, ela é muito utilizada nas áreas de comunicação e iluminação. Por exemplo, em uma missão no meio de uma floresta, as condições climáticas podem impossibilitar ou dificultar o uso do fogo. Além disso, o uso de uma fogueira pode entregar a localização das tropas às forças opositoras. Em relação à comunicação, ela pode ser aplicada na transmissão de códigos, assim, o militar pode fazer sinalizações para aliados distantes, embarcações e aeronaves, ou deixar marcas luminosas pelo caminho.

A luz química pode ser ativada instantaneamente, sem calor e sem necessitar de uma fonte externa, é leve, à prova d'água e não atrai insetos, porém seu tempo de duração e intensidade são limitados e variam de acordo com a temperatura. Se a solução for aquecida, a reação será acelerada, fazendo com que a intensidade da cor fique maior, contudo, a luz será emitida por menos tempo; o contrário ocorre se a temperatura for inferior: o tempo é maior, mas com menor intensidade luminosa.

Fontes luminosas podem ajudar a salvar vidas quando pessoas ficam perdidas em locais isolados, substituindo lanternas em caso de imprevistos ou até mesmo como sinalizador para chamar o resgate. Além dos tubos convencionais, sinalizadores náuticos são muito úteis para pedir ajuda, já que liberam luz quando explodem, em um processo semelhante ao dos fogos de artifício.

Apesar de todos se apaixonarem por esses equipamentos, principalmente na noite de Réveillon, poucos entendem a química por trás do espetáculo.

Alguns materiais são capazes de emitir luz visível quando estão excitados, pelo processo da luminescência, utilizado na produção dos fogos de artifício. Estes contêm, basicamente, um cartucho de papel em formato cilíndrico que é recheado com pólvora negra (composta por nitrato de potássio, enxofre e carvão), ou seja, a carga explosiva (propelente). Já na parte superior fica a “bomba”, saquinhos que contêm sais os quais são responsáveis pelas diferentes cores e efeitos durante as explosões, de acordo com a tabela a seguir:

| Cor observada | Elemento Químico |
|----------------------|-------------------------|
| Amarelo | Sódio (Na) |
| Azul-esverdeado | Cobre (Cu) |
| Branco-metálico | Magnésio (Mg) |

| | |
|-----------------|----------------|
| Vermelho | Cálcio (Ca) |
| Vermelho-carmim | Estrôncio (Sr) |
| Verde | Bário (Ba) |
| Violeta | Potássio (K) |

Dados de: ARROIO, Agnaldo, Disponível em:

<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT669619-1716-9,00.html>. Acesso em 2/11/2015.

Durante a explosão, o nitrato de potássio e o enxofre (ou carvão) reagem de forma violenta, libertando calor e materiais no estado gasoso. É a expansão desses materiais que cria a onda de choque que chega aos ouvidos. Já o calor liberado é responsável pelo brilho e cor dos fogos de artifício.

Assim, nota-se que o homem foi bem sucedido em sua tarefa de dominar a luz para os mais diversos usos no seu dia a dia. Desde objetos aparentemente simples para diversão até aparatos complexos empregados em usos militares, a luz se faz presente através da química para tornar alguns processos mais simples, para dar sentido a outros ou simplesmente para que eles existam. Não é possível imaginar um mundo sem luz. Não é possível imaginar um mundo sem química.

Referências Bibliográficas:

SOUZA, Líria Alves De. *Luminol*. Brasil Escola. Disponível em:

<http://www.brasilecola.com/quimica/luminol.htm>. Acesso em 31 de outubro de 2015.

CAMPAÑA, Ana M. Garcia. *Chemiluminesce in Analytical Chemistry*. 1ª edição. CRC Press. 2001. Acesso em 17 de novembro de 2015.

<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n2/1516-7313-ciedu-20-02-0481.pdf>. Acesso em 1 de novembro de 2015.

<http://www.cdcc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/sol.html>. Acesso em 31 de outubro de 2015.

<http://www.inape.org.br/colunas/quimica-universo/sol-seus-elementos-quimicos>. Acesso em 31 de outubro de 2015.

http://www.crq4.org.br/qv_forense. Acesso em 31 de outubro de 2015.

<http://www.aventuramango.com.br/2012/05/bastoes-de-luz-quimica.html>. Acesso em 1 de novembro de 2015.

<http://www.emilitar.com.br/blog/luz-quimica-saiba-como-funciona-e-qual-a-sua-utilidade>. Acesso em 1 de novembro de 2015.

<http://ciencia.hsw.uol.com.br/bastoes-luminosos2.htm>. Acesso em 1 de novembro de 2015.

<http://ciencia.hsw.uol.com.br/luz-negra.htm>. Acesso em 31 de outubro de 2015.

<http://www.museudalampada.com/#!fluorescentes/cxkb>. Acesso em 31 de outubro de 2015.

<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT669619-1716-9,00.html>. Acesso em 1 de novembro de 2015.

<http://www.brasilecola.com/quimica/quimica-presente-nos-fogos-artificio.htm>. Acesso em 1 de novembro de 2015.

<http://www.aquimicadascoisas.org/?episodio=a-qu%C3%ADmica-do-fogo-de-artif%C3%ADcio>. Acesso em 1 de novembro de 2015.

http://www.redescola.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=279:quimica-dos-fogos-de-artificio&catid=42:documentos. Acesso em 1 de novembro de 2015.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Luminol>. Acesso em 31 de outubro de 2015.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Chemiluminescence>. Acesso em 31 de outubro de 2015.

<http://www.k2bw.com/chemiluminescence.htm>. Acesso em 31 de outubro de 2015.