

Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2016

Autor: Lucca Blois Guimarães

Série: segunda (2015) do Ensino Médio

Profs.: Lílian Siqueira; Fábio Siqueira

Colégio: Bandeirantes

Cidade: São Paulo

Uma luz para as nossas ideias

Luz sempre foi um tema fascinante. O seu primeiro estudo com um olhar científico foi feito pelo ilustre Sir Isaac Newton, que realizou uma experiência utilizada até hoje, a decomposição da luz através de um prisma triangular reto. Ele também escreveu um livro sobre a luz intitulado “Opticks”, mas com uma concepção equivocada sobre a mesma, pois acreditava que ela era feita apenas de matéria, um fluido. No final do século XIX, a mecânica quântica foi evoluindo e a luz tornou a ser estudada. Foram descobertas várias características físico-químicas dela. No século XX, Niels Bôhr propôs o modelo atômico que explicava a emissão de luz pelo átomo de hidrogênio excitado. Este modelo dizia que os elétrons ficam localizados em camadas específicas ao redor do núcleo do átomo, cada uma com uma certa quantidade de energia; então, quando um elétron recebe energia, na forma de calor ou luz, ele é capaz de saltar para outra camada – isto mesmo, saltar, já foi comprovado com experimentos que o elétron não percorre o espaço entre as camadas eletrônicas, só se move nas camadas – com uma energia equivalente à sua energia somada com a recebida, e,



Imagem 1 - Ilustração da clássica experiência de Newton

ao retornar da camada de energia mais elevada para a sua camada original, o elétron libera a quantidade de energia absorvida na forma de luz que, curiosamente, tem energia igual à cedida pelo elétron. Esse modelo é usado até hoje para explicar certas coisas, como por exemplo a cor dos fogos de artifícios, uma vez que cada elemento possui uma cor característica quando seu átomo é excitado e depois retorna à camada de origem. Este conceito, que lhe rendeu o Prêmio Nobel de 1922, explica a emissão de luz na maioria das reações químicas.

No século XX, Thomas Young provou que a luz tinha comportamento ondulatório, mas não chegou a mostrar que não era uma onda mecânica. Então o físico James Clerk Maxwell conseguiu provar que a luz é uma onda eletromagnética utilizando oito equações, que

ainda são, em parte, a base de todo o eletromagnetismo; recentemente foram reduzidas a quatro e agora são chamadas de "As quatro equações de Maxwell". Por último, o conhecido físico alemão Albert Einstein, que era curioso pela luz desde criança, utilizando a teoria que lhe rendeu o Nobel de Física de 1921 (Efeito Fotoelétrico de 1905, considerado o "ano miraculoso" de sua vida acadêmica), conseguiu provar que além de ser onda, a luz também é matéria. Juntamente com outro físico, Max Plank, escolheu o nome da partícula da qual a luz era composta: fóton – do grego *phos*, que significa luz e *on* que, neste caso, remete à unidade.

Nós manipulamos a luz desde a antiguidade. Inclusive, há rumores sobre "uma lenda de que Arquimedes teria construído a primeira arma tecnológica da história, queimando as velas dos navios inimigos através da aplicação do mesmo princípio, usando para isso escudos de bronze dos soldados gregos"¹. Além de seu uso mais comum, a iluminação, a luz tem diversas outras aplicações, sendo estas na sua maioria recentes.

Antigamente, a luz era obtida a partir da reação química de combustão (altamente exotérmica) de hidrocarbonetos. A combustão é uma reação de oxirredução (reação na qual há troca de elétrons e mudanças no estado de oxidação de alguns elementos participantes) que ocorre rapidamente, liberando energia na forma de luz e calor. A combustão de hidrocarbonetos (moléculas orgânicas contendo carbono e hidrogênio, somente) não é uma reação espontânea, ou seja, ela necessita de uma energia para começar, mas depois segue em cadeia, utilizando-se da própria energia liberada no processo exotérmico. Ela pode ser completa ou incompleta e a definição é bem simples: combustão completa é aquela na qual todo o carbono do reagente é convertido em dióxido de carbono e todo o hidrogênio do reagente é convertido em água; combustão incompleta é aquela em que nem todo o carbono do reagente é convertido em dióxido de carbono, podendo originar monóxido de carbono ou carbono elementar (fuligem), mas o hidrogênio continua originando água.

A tendência da reação de combustão é ir no sentido da combustão completa, mas seja por falta de oxigênio ou alteração de alguma condição no meio reacional, moléculas grandes tendem a sofrer combustão incompleta. Um exemplo de uso da luz oriunda dessa reação está nos clássicos lampiões a querosene (mistura de hidrocarbonetos contendo geralmente de 9 carbonos até 16), que pode ter sua combustão incompleta representada pela seguinte equação química:

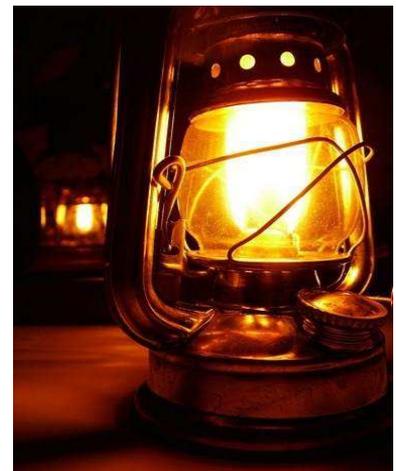
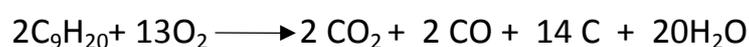


Imagem 2 -Lampião à querosene, com a cor característica da combustão incompleta



A combustão completa tende a não ter cor e um exemplo clássico é a combustão do metanol, que tem sua chama praticamente incolor. Já a combustão incompleta tem a cor amarela/alaranjada característica devido à liberação de carbono elementar ou fuligem, que em contato com as altas temperaturas provenientes da reação exotérmica, brilha.

Na Química, a luz tem os mais variados usos. Ela é um fator que pode, dependendo do seu comprimento de onda, acelerar certas reações químicas, seja por diminuição da energia de ativação ou simplesmente por fornecer energia na forma de uma radiação de alta frequência. Como exemplo, pode-se citar a fotossíntese, reação que só ocorre na presença de luz, dentre outras. Na fotossíntese, dióxido de carbono e água reagem na presença de luz solar e se transformam em glicose ($C_6H_{12}O_6$) e gás oxigênio (O_2), e tem sua equação química global representada por:



Uma outra situação em que a luz aparece de forma importantíssima é na revelação fotográfica, que usufrui de propriedades interessantes que observamos em certos compostos com prata (Ag). A prata é um elemento muito difícil de reagir, no estado metálico, pois ela tem um potencial padrão de redução ($E^\circ = 0,8V$) muito alto em relação ao hidrogênio (normalmente utilizado como referência, padronizado como $E^\circ = 0,0V$) e seus sais costumam ser pouquíssimo solúveis em água, com exceção do nitrato de prata ($AgNO_3$). A fotografia analógica utiliza filmes fotográficos para gravar a imagem, sendo que estes filmes têm em sua composição sais especiais, chamados de haletos de prata, pois são resultantes da combinação do íon prata (Ag^+ e algum haleto X^-). Estes sais são decompostos sob ação da luz em prata metálica. Tirada a foto, o processo de revelação constitui-se de 5 etapas, onde os sais de prata mais expostos a luz são, durante o processo, transformados em prata na sua totalidade, e os que não foram muito sensibilizados são descartados; a prata metálica, então, forma a imagem da fotografia em preto e branco.

Um outro exemplo de reação que só ocorre na presença de luz (ou calor, menos frequente) e muito utilizada é a halogenação de alcanos e, sem ela, nunca teríamos o polímero politetrafluoretileno, usado no revestimento anti-aderente de panelas (as donas de casa agradecem!). Essa reação ocorre majoritariamente em 3 etapas, sendo que a luz atua em todas elas. Em uma primeira etapa, a luz atua no rompimento da ligação do halogênio (**1**) em dois átomos muito reativos, pois tem um elétron desemparelhado; em seguida o átomo de halogênio, sob a ação da luz, "retira" um hidrogênio da cadeia (**2**) e, por fim, o outro átomo de halogênio liga-se com o radical orgânico remanescente (**3**), como mostra a reação genérica:

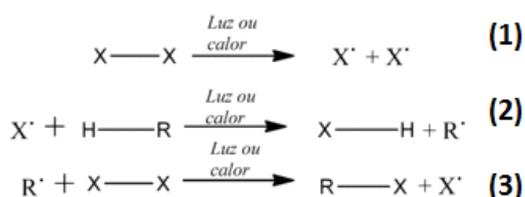


Imagem 3–Esquema genérico de uma halogenação de alcanos

Dentre todas as aplicações da luz no cotidiano, temos uma que, além de ser usada em análises laboratoriais, tem um uso totalmente não trivial onde um composto orgânico chamado luminol ($\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_2$) é misturado com peróxido de hidrogênio (água oxigenada, H_2O_2) em meio alcalino e um dos produtos da reação é o 3-aminofalato que tem seus elétrons no estado excitado e, ao liberar a energia em excesso, emite uma luz fria de cor azul, não acompanhada de calor. Entretanto, essa reação é lenta e, para que haja um brilho significativo, necessita de um catalisador. Um ótimo catalisador descoberto para essa reação é o íon ferro (II) (Fe^{2+} , ferroso) que curiosamente está presente no nosso sangue, o que proporcionou que esta reação passasse a ser utilizada em perícias criminais, já que apagando-se a luz e borrifando-se luminol com peróxido de hidrogênio acompanhado por substâncias de caráter alcalino, vemos um brilho azul na área onde há traços de sangue.

Ainda existem muitos campos de pesquisa quando se fala de luz. Seja na Química Inorgânica ou na Química Orgânica, a luz é um tema muito misterioso e recente no âmbito físico-químico e merece ser cada vez mais desvendado, para continuar iluminando o nosso caminho na ciência.

Referências Bibliográficas:

- <https://pt.wikipedia.org/wiki/Querosene> (Acessado em 16/10/2015)
- <http://www.if.ufrgs.br/tex/edu02220/sem012/po6/texto616.html> (Acessado em 16/10/2015)
- <http://www.luz2015.org.br/aprenda-sobra-a-luz/historias-cientificas/uma-breve-historia-da-luz/> (Acessado em 22/10/2015)
- <http://www.ime.unicamp.br/~vaz/maxwell.htm> (Acessado em 22/10/2015)
- <http://www.if.ufrgs.br/einstein/efeitofotoeletricopremionobel.html> (Acessado em 22/10/2015)
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Revela%C3%A7%C3%A3o_fotogr%C3%A1fica (Acessado em 10/11/2015)
- <http://www.lasape.iq.ufrj.br/luminol.html> (Acessado em 10/11/2015)
- <http://origemdapalavra.com.br/site/palavras/foton/> (Acessado em 11/11/2015)
- http://www.e-biografias.net/niels_bohr/ (Acessado em 11/11/2015)
- <http://www.ufpa.br/quimicanalitica/titrioxidoreduc1.htm> (Acessado em 11/11/2015)
- <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFLUoAK/luminol> (Acessado em 11/11/2015)

Notação 1 - retirado de <http://raiosinfravermelhos.blogspot.com.br/2013/09/o-poder-de-fogo-dos-espelhos-concavos.html> (Acessado em 22/10/2015)

Imagens:

Imagem 1 - retirada de: <http://www.fisica-interessante.com/image-files/newton-espectro2.jpg> (Acessado em 22/10/2015)

Imagem 2- retirada de http://mlb-s2-p.mlstatic.com/lampio-querosene-modelo-antigo-20195-MLB20185712864_102014-O.jpg

(Acessado em 22/10/2015)

Imagem 3- adaptada de:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d2/Inicia%C3%A7%C3%A3o_e_propaga%C3%A7%C3%A3o_de_radicais.png/388px-Inicia%C3%A7%C3%A3o_e_propaga%C3%A7%C3%A3o_de_radicais.png (Acessado em 3/11/2015)