

Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2016

Autor: Guilherme Obeid

Série: segunda (2015) do Ensino Médio

Profs.: Rubens Conilho Junior; Letícia Montes Faustino

Colégio: Etapa

Cidade: São Paulo

Luz: um retrato da química

Anterior ao desenvolvimento de qualquer ciência moderna, incluindo a química, a luz foi fator determinante para o desenvolvimento da vida na Terra como nós conhecemos. Através da fotossíntese, um complicado processo químico, é obtida a glicose, essencial para a sobrevivência de todos os seres vivos.

Tendo a luz garantido a existência do homem, este ainda na pré-história aprendeu a fazer uso das reações de combustão para além de se aquecer, produzir luz, facilitando sua sobrevivência, permitindo que desbravasse lugares antes inacessíveis, afugentasse animais e desenvolvesse novas ferramentas.

Graças à combustão, o homem caminhou à Antiguidade, período no qual pôde dedicar-se ao estudo da luz, tentando investigar a sua natureza que sempre foi encantadora e curiosa. Após mais de dois mil anos de disputas e contradições, a resposta apareceria no começo do século XX, com o nascimento da mecânica quântica, quando os cientistas aceitaram que a luz possui uma dualidade de comportamento, podendo em alguns momentos agir como onda, e em outros como partícula. Por isso hoje a luz é considerada uma radiação eletromagnética visível, sendo ora um feixe de ondas eletromagnéticas, ora um feixe de fótons (partícula mínima de luz, um pacote de energia com momento, mas sem massa).

Foi no século XIX todavia, que uma invenção prática teve um impacto ainda maior sobre o mundo do que todas as descobertas teóricas anteriores e posteriores envolvendo a luz. A iluminação elétrica alteraria para sempre o mundo, acabando com a hegemonia da combustão como fonte de luz, e alterando até mesmo a organização do trabalho, pondo fim à separação bem definida entre o dia e a noite.

Desde os primeiros testes envolvendo o fenômeno da eletricidade, foi percebida a capacidade de correntes elétricas gerarem luz. Sir Humphry Davy descreveu primeiramente arcos elétricos capazes de gerar grande iluminação, dando início à corrida dos cientistas, engenheiros e empresários por métodos bem definidos para a construção de dispositivos elétricos confiáveis capazes de iluminar. Dentre inúmeras invenções criadas, destaca-se a lâmpada incandescente.

Thomas Edison desenvolveu a primeira lâmpada incandescente bem-sucedida comercialmente. No entanto, um grande passo foi dado com a aplicação de conhecimentos químicos por Alexander Just, Franz Hanaman e William D. Coolidge, que aproveitaram a alta temperatura de fusão do tungstênio para construção do filamento da lâmpada, que até então era feito com diversos materiais, como carbono, celulose e tântalo, que em geral não eram resistentes à alta temperatura atingida, ou não apresentavam bom custo benefício. Posteriormente, a inserção de argônio e nitrogênio dentro das lâmpadas também melhorou sua qualidade, evitando a oxidação do filamento ou uma possível combustão com o oxigênio do ar, sem necessariamente recorrer ao vácuo total. Essas adaptações formaram a lâmpada incandescente atual.

Curiosamente, o entendimento completo do fenômeno de emissão de luz pela lâmpada e por outros objetos só foi possível depois que a iluminação elétrica já se popularizava pelo mundo, no começo do século XX. Niels Bohr, nessa mesma época, propôs o primeiro modelo atômico capaz de explicar o que ocorria, sendo ainda hoje utilizado para propósitos educacionais por sua elegância diante dos complicados modelos quânticos atuais.

Hoje sabemos (explicando todo o processo de forma resumida e com base no modelo de Bohr) que o filamento da lâmpada incandescente atua como uma resistência que é percorrida por corrente elétrica, dissipando energia na forma de calor pelo chamado efeito Joule. Os átomos do material que compõe o filamento absorvem essa energia, assim os elétrons desses átomos são excitados para um nível energético maior, mais afastado do núcleo atômico. No entanto, não podem permanecer nesse estado excitado para sempre (na verdade o processo inteiro não dura mais que bilionésimos de segundo e rapidamente os átomos retornam ao seu chamado estado fundamental) e por isso devem liberar a energia antes absorvida,

que emitem em forma de fótons. Átomos de diferentes elementos emitem fótons com diferentes níveis energéticos, gerando luz em diferentes cores.

Esse fenômeno também ocorre em outras situações, como no famoso teste da chama. Ao aproximarmos substâncias contendo íons metálicos de uma chama, perceberemos que a chama mudará de cor de acordo com o íon metálico presente na amostra. Por exemplo: Ao colocarmos uma amostra de cloreto de sódio (sal de cozinha) no bico de Bunsen a chama ficará amarela, caracterizando a presença do íon metálico sódio.

Após servir grande parte do mundo como principal fonte de iluminação no século XX, as lâmpadas incandescentes vêm sendo substituídas principalmente pelas lâmpadas fluorescentes e mais recentemente pelas lâmpadas de LED, consideradas mais econômicas e duradouras quando ligadas por longos períodos.

A construção dessas lâmpadas também depende do conhecimento químico. No caso das fluorescentes, além do fenômeno da fluorescência – emissão de luz visível após o recebimento de energia por meio de radiações eletromagnéticas visíveis ou não, em mecanismo muito semelhante ao já descrito – é necessário o uso da química na escolha de materiais que permitam um bom isolamento do vapor de mercúrio contido dentro da lâmpada, sem afetar o revestimento interno de fósforo necessário para o seu funcionamento.

A relação entre luz e química, no entanto, se estende por um campo muito maior que o das técnicas de iluminação, afinal inúmeras tecnologias dependem do estudo simultâneo da química e das propriedades da luz. O maior exemplo que temos é a fotografia, que desde o seu surgimento até o começo do século XXI era a tecnologia baseada em luz que mais dependeu da química como um todo.

É impossível datarmos o nascimento da fotografia. Povos antigos já associaram a sensibilidade de compostos de prata à luz com câmaras escuras furadas. Porém, foi com os trabalhos de Nicéphore Niépce e Louis Daguerre no século XIX que ela se tornou viável, para no século XX assumir definitivamente seu compromisso com a química por meio da popularização de rolos de filme por George Eastman. O filme em rolos seria o formato dominante e popular para se obter fotos até o começo do século XXI, e é até hoje usado por entusiastas que ainda preferem sua qualidade e particularidades.

O filme fotográfico em questão é composto por uma base transparente feita de materiais como trinitrocelulose (altamente inflamável e por isso abandonada), acetato de celulose ou poliésteres.

Essa base abriga a chamada emulsão fotográfica, que é a parte sensível à luz, composta de gelatina que abriga cristais de haletos de prata. Na química, o termo emulsão faz referência a um tipo de coloides (mistura em que as partículas dispersas tem tamanho variando de 2nm a 1000nm) no qual a fase dispersa e o meio dispersante são ambos líquidos. O termo emulsão fotográfica têm essa origem, pois apesar de não ser exatamente uma emulsão (existindo controvérsias no porquê da nomenclatura), é uma suspensão coloidal em que partículas sólidas (cristais de haletos de prata) estão dispersas em um fluido (a gelatina).

A gelatina em questão é idêntica à comestível, originária do colágeno extraído de restos de diversas partes de animais, como ossos e pele. Necessita-se em média de 6kg de ossos para produzir apenas 1kg de gelatina (que ainda passa por múltiplos processos de purificação para ser utilizável na indústria fotográfica). Por isso, durante anos foi feita intensa busca por uma substância sintética alternativa e economicamente viável, que infelizmente nunca foi encontrada.

Os cristais de haletos de prata, dispersos na gelatina, são o coração da fotografia de filme, pois são eles que se sensibilizam em contato com a luz, permitindo o registro da imagem. Haletos são compostos binários entre halogênios (elementos da família 17 da tabela periódica) e um outro elemento menos eletronegativo. No caso dos haletos de prata, nos referimos a compostos como AgCl, AgBr e AgI, que são depositados na camada de gelatina em diferentes quantidades que variam de acordo com a marca e tipo de filme.

Ao tirarmos uma foto, o filme é rapidamente exposto à luz, fazendo com que surja uma imagem latente, invisível a olho nu. O fenômeno completo que ocorre é de difícil explicação e está baseado no efeito fotoelétrico, porém, de forma sucinta, os fótons que passam pela lente da câmera atingem o filme e promovem a redução de apenas alguns átomos dos cristais de haletos de prata presentes na gelatina, formando assim prata metálica.

Para que possamos ver a imagem, é necessário ainda um longo trabalho, envolvendo processos químicos. O filme deverá ser levado para o chamado “quarto

escuro”, longe da presença de luz, onde será feita a revelação, que consiste no uso de um agente redutor, que promoverá a redução do cristais que estão ao redor da região já anteriormente sensibilizada. Esse agente redutor, chamado no mundo fotográfico de revelador, é normalmente composto por hidroquinona, e atua sobre toda a prata do filme, mas o processo de revelação dura tempo suficientemente pequeno para que apenas a parte que interessa seja reduzida.

Sucedem a revelação as etapas de interrupção, que interrompe a ação do revelador, e a fixação, na qual os sais de prata que não reagiram (e portanto não foram expostos à luz) são retirados. Após algumas lavagens, o filme, agora chamado popularmente de negativo, (apesar do nome referir-se ao tipo de filme) já pode ser exposto à luz, mas é comum a realização da ampliação em papel fotográfico, que é muito semelhante ao filme, possuindo também uma emulsão com haletos de prata. A imagem do negativo é projetada sobre o papel (todo esse processo deve ocorrer novamente em um quarto escuro), que depois sofrerá um tratamento semelhante ao feito com o filme, para que a imagem possa ser apreciada da maneira que estamos acostumados.

O processo explicado acima, bem como a estrutura do filme descrita, referem-se ao filme preto e branco. No caso do filme colorido, a estrutura e o processo são semelhantes, no entanto mais complexos. Basicamente, o filme colorido apresenta múltiplas camadas de emulsão, cada uma com substâncias que deixam os sais de prata mais sensíveis a um determinado comprimento de onda do espectro visível, e associadas a um pigmento de determinada cor, que reagirá junto com o revelador (outras substâncias são adicionadas aos reveladores coloridos, para que além de promoverem a redução da prata, eles reajam com os pigmentos). É interessante notarmos que as cores dos pigmentos são invertidas no chamado filme negativo, destinado à ampliação, porém permanecem intactas no filme *slide* destinado para projeções.

Hoje, a fotografia digital domina a maior parte do mercado, sendo inegável que a participação direta da química no mundo da fotografia diminuiu. No entanto, engana-se quem pensa que desapareceu completamente, pois podemos citar como exemplo a fotolitografia, técnica que permite a construção de circuitos integrados e processadores, o cérebro das câmeras digitais e de todos os outros dispositivos

eletrônicos. A conexão com a internet, que permite o compartilhamento virtual de fotos, sendo o principal atrativo da fotografia digital, também depende da química, com a pesquisa de materiais para fibra óptica, por exemplo.

Por último, vale lembrar que o maior exemplo de interação entre luz e química já foi citado e pode ser o objeto de uma foto. Não, não me refiro ao sorriso humano – o que também seria viável, pois a fotopolimerização de resinas para uso odontológico vem ajudando na fixação de *brackets* para aparelho ortodôntico – mas sim aos seres humanos como um todo, aos animais e às flores que alegam a natureza. Afinal, o mais essencial e belo dos fenômenos que de alguma forma envolvem química e luz, tem o mais essencial e belo resultado. É a fotossíntese que permite a vida como conhecemos, e nada merece uma bela foto tanto quanto a vida.

Referências Bibliográficas:

-BROWN, Theodore L. et al; *Chemistry: The Central Science*. Boston: Prentice Hall, 2014.

-ROGERS, David *The Chemistry of Photography: From Classical to Digital Technologies*. Cambridge: RSC Publishing, 2006. Prévia Disponível em: <https://books.google.com/>

-Disponível em: <http://www.edisontechcenter.org/incandescent.html>
Acesso em 31/01/2015.

-Disponível em: <http://www.edisontechcenter.org/Fluorescent.html>
Acesso em 31/10/2015.

-Disponível em: <http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br/saibamais/sobrelampadas>
Acesso em 01/11/15.

-Disponível em: <http://motion.kodak.com/motion/Education/Publications/index.htm>
Acesso em 07/11/2015.

-Disponível em: <http://www.optics.rochester.edu/workgroups/cml/opt307/spr10/shu-wei/> Acesso em 08/11/2015.