

## **Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2016**

**Autor: Bruno Zacaroni Marciano**

Série: primeira (2015) do Ensino Médio

Prof.: Paulo Guilherme de Souza Campos

Colégio: Vital Brazil

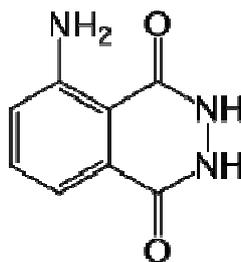
Cidade: São Paulo

### **A química entre a luz e a criminalística**

No início do século XX, mais especificamente no ano de 1928, o químico alemão H.O. Albrecht descobriu uma nova substância orgânica, o luminol. Tal composto aromático, que a princípio não gerou grande surpresa na comunidade científica da época, posteriormente viria a ser utilizado em 1937 no Instituto Universitário de Medicina Legal e de Criminalística Científica em Jena, na Alemanha, pelo cientista Walter Specht como um teste presuntivo para sangue na cena de um crime. Além disso, o célebre químico austríaco, naturalizado brasileiro, Fritz Feigl, em seus ensaios sobre Análise de Toque, discorreu sobre a importância do luminol na identificação íons de ferrocianeto e peróxidos através do efeito de quimiluminescência.

A quimiluminescência consiste na emissão de luz acompanhada da emissão de calor a partir de uma reação química. Esse processo ocorre em virtude da quebra de ligações ricas em energia, já existentes nas moléculas ou formadas pelo rearranjo delas. A energia formada faz com que os elétrons presente nos átomos das moléculas da reação fiquem excitados, ou seja, em um estado energizado, saltando para uma camada ou órbita mais externa. Quando o elétron volta para sua camada original ele emite energia em forma de fóton, luz. Esse e outro processo parecido que é o que ocorre nas lâmpadas elétricas, no entanto é diferente, pois a energia é proveniente da eletricidade e não de uma reação química, podem ser explicados pelo modelo atômico de Rutherford-Bohr, que definiu a existência de órbitas ou níveis de energia fixos, os quais seriam ocupados pelos elétrons.

No caso da 5-amino-2,3-dihidro-1,4-ftalazinediona, nome científico do luminol, este precisa primeiramente ser produzido. Uma das formas de obtê-lo é a partir do ácido 3-nitroftálico, tal ácido é reagido com a hidrazina, cuja fórmula é  $N_2H_4$  dando origem ao 5-nitroftalhidrazina, este por sua vez reage com o ditonito de sódio ( $Na_2S_2O_4$ ) dando origem ao luminol:



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ce/Luminol.svg/200px-Luminol.svg.png>

Para realizar o exame presuntivo de sangue o pó de luminol é misturado ao peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), popularmente conhecido como água oxigenada, à uma base (substância que tem como ânion a hidroxila: OH) e outros produtos químicos, posteriormente essa mistura é colocada em um borrifador para ser utilizado na cena do crime. É necessário ressaltar que a reação entre o luminol e o peróxido de hidrogênio acontece naturalmente, entretanto a emissão da luz azulada só acontece com um catalisador que acelere o processo. No caso da reação com o sangue o catalisador é o ferro presente na hemoglobina, uma proteína dos eritrócitos (glóbulos vermelhos) que no sangue são responsáveis pelo transporte principalmente de oxigênio e gás carbônico. Quando os reagentes luminol e peróxido de hidrogênio entram em contato com o ferro existente na hemoglobina a reação é acelerada. Em tal reação de oxidação, átomos de hidrogênio e nitrogênio são perdidos pelo luminol que ganha átomos de oxigênio dando origem a um composto denominado 3-aminofalato. Os elétrons dos átomos de oxigênio passam para níveis de energia maior em orbitais mais externos, isso faz com que o 3-aminofalato fique energizado. Após isso os elétrons retornam para os níveis de energia iniciais liberando a energia extra em forma de fóton, luz. A catalisação realizada pelo ferro acelera esse processo, fazendo com que a luz emitida brilhe intensamente e permite a visualização do sangue.

A luz emitida pelo processo de quimiluminescência entre o luminol e o peróxido de hidrogênio possui coloração azul. Dependendo da substância reagida com o luminol essa cor pode mudar, porém o fato dessa luz ser visível ao olho humano permite inferir que ela é um espectro visível. A luz visível é formada por ondas eletromagnéticas, de diferentes comprimentos de onda, que variam entre os 400 e 700 nanômetros (nm), e frequência, situada entre 400 THz e 790 THz, que são percebidas pelos olhos. A luz vermelha de menor frequência tem um comprimento de onda de aproximadamente 700 nm e a luz violeta de maior frequência, de aproximadamente 400 nm.

No século XIX o físico James Clerk Maxwell proferiu a seguinte afirmação: “a luz é uma “modalidade de energia radiante” que se “propaga” através de ondas eletromagnéticas”, e ele estava certo, porém essa teoria ondulatória não explicava certos fenômenos como o efeito fotoelétrico, emissão de elétrons

devido a exposição a uma radiação eletromagnética (luz). Em 1905 Albert Einstein conseguiu explicar esse fenômeno, o que lhe garantiu o Nobel da Física anos depois, mas o efeito fotoelétrico só pôde ser explicado pelo fato de que os fótons ocasionalmente comportam-se como partículas, corpos materiais. Atualmente a Teoria da dualidade onda-partícula que afirma que a luz se comporta ora como onda, ora como partícula é aceita.

A luminescência, e conseqüentemente a luz, também estão relacionadas à outra técnica forense: a irradiação de “luz negra” para detectar fluidos corporais que contêm o fósforo, como a saliva, a urina e o sêmen, além de impressões digitais, nesse último caso é necessário o auxílio de um corante fluorescente. As lâmpadas negras funcionam de maneira semelhante às lâmpadas fluorescentes. As lâmpadas fluorescentes consistem basicamente em um tubo contendo um gás inerte e uma pequena quantidade de mercúrio, além disso, esse tubo é revestido por um pó de fósforo, quando a energia elétrica passa pela lâmpada os átomos de mercúrio ficam energizados, os elétrons então passam para orbitais mais exteriores e quando voltam, liberam fótons de luz. Vale salientar que maior quantidade de luz emitida é ultravioleta, ou seja, invisível ao olho humano, entretanto ao passar pelo fósforo ela torna-se visível. Na lâmpada de “luz negra” não existe o revestimento de fósforo e o tubo de vidro é mais escuro, sendo assim a luz ultravioleta passa direto pelo vidro e ao incidir sobre superfícies que contenham fósforo, faz com que elas brilhem.

As lâmpadas de “luz negra” emitem luz ultravioleta, com comprimentos de onda próximos à luz visível entre 380 nm e 420 nm. A radiação ultravioleta é um tipo de radiação eletromagnética ou raios com comprimento de onda menor e frequência maior do que a luz visível, por isso é chamado ultravioleta, pois a violeta é a onda de menor comprimento que o olho humano é capaz de enxergar.

Outra ferramenta amplamente utilizada no âmbito forense é a espectroscopia. A espectroscopia consiste na técnica de levantamento de dados físico-químicos a partir da absorção, reflexão ou transmissão (parcela de energia que não é refletida e nem absorvida) da energia radiante irradiada em uma amostra. A fonte de energia pode fazer com que a amostra ou substância analisada emita ou absorva radiação em um comprimento de onda. A apuração desse processo permite inferir várias informações como a geometria molecular, bem como as estruturas atômica e molecular, ligações e até mesmo a composição química da matéria. As técnicas espectroscópicas envolvendo luz são a Espectroscopia de infravermelho e a Espectroscopia Raman.

A Espectroscopia de infravermelho é uma espectroscopia de absorção ou transmissão na a energia absorvida está na faixa do infravermelho do espectro eletromagnético. A radiação infravermelha é uma radiação invisível ao olho humano, apresenta comprimentos de onda entre 700 e 1.000.000 nm e é caracterizada pela emissão de calor. A Espectroscopia de infravermelho

geralmente é utilizada para identificar a composição química de uma amostra ou determinar a composição química de um composto, especialmente substâncias orgânicas. A aplicação dessa técnica na criminalística ou no meio forense é identificar substâncias presentes na cena de um crime, podendo ser fundamental para sua resolução.

A Espectroscopia Raman é uma técnica analítica que envolve a utilização de um laser, fonte monocromática de luz, que ao incidir sobre o material estudado gera uma luz de mesma intensidade que a incidente e uma de intensidade diferente, aquela chama-se espalhamento elástico e esta denomina-se espalhamento inelástico que permite determinar diversas informações devido a diferença de energia. O feixe de radiação laser usado nessa técnica é de baixa ou alta potência e espalha-se ao incidir na amostra, o laser é basicamente uma amplificação da luz por emissão estimulada de radiação, caracteriza-se por ser monocromático, colimado ( feixes de ondas paralelas) e coerente ( as ondas dos fótons presentes no feixe estão em fase ). A Espectroscopia Raman permite identificar a composição química do objeto analisado, informações sobre a geometria molecular e aspectos de sua interação com ambiente, na maioria dos casos é empregado na investigação da autenticidade de documentos através da análise das tintas.

#### **Referências Bibliográficas:**

*<<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/luminol/luminol.php>>. Acesso em:*

*<[http://www.projetopassofundo.com.br/principal.php?modulo=texto&con\\_codigo=12116&tipo=texto](http://www.projetopassofundo.com.br/principal.php?modulo=texto&con_codigo=12116&tipo=texto)>. Acesso em: 23 out. 2015*

*<<http://tudolevaapericia.blogspot.com.br/2009/07/quimica-forense-luminol.html>>. Acesso em: 23 out. 2015*

*<<http://ceticismo.net/2014/04/28/o-que-e-luminol/>>. Acesso em:*

*<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA7YgAL/quimiluminescencia-bioluminescencia?part=2>>. Acesso em: 23 out. 2015*

*<[http://www.unifia.edu.br/revista\\_eletronica/revistas/gestao\\_foco/artigos/ano2011/qui\\_forense.pdf](http://www.unifia.edu.br/revista_eletronica/revistas/gestao_foco/artigos/ano2011/qui_forense.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2015*

*<<http://www.medicinageriatrica.com.br/2012/12/13/analise-clinica-quimiluminescencia/http://pessoas.hsw.uol.com.br/luminol1.htm>>. Acesso em: 23 out. 2015*

*<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAfLUoAK/luminol>>. Acesso em: 23 out. 2015*

*<<http://atp.usp.br:9080/rid=1LZ5VQDF0-27KJWGT-YT/REA%207.1.1.1.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2015*

<<http://www.brasilecola.com/quimica/excitacao-eletronica.htm>>. Acesso em:23out. 2015

<<http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-3448300528.html>>. Acesso em:23out. 2015

FELTRE, Ricardo. Fundamnetos da Química. 2. ed. ver. e ampl. São Paulo : Moderna , 1996 .646p.

<<http://www.medicinageriatrica.com.br/2012/12/13/analise-clinica-quimioluminescencia/>>. Acesso em:23out. 2015

<<http://pessoas.hsw.uol.com.br/luminol1.htm>>. Acesso em: 23out. 2015

<<http://www.lasape.iq.ufrj.br/luminol.html>>. Acesso em: 23out. 2015

Enciclopédia do estudante: química pura e aplicada: propriedades, estruturas e reações da matéria / [ tradutores José CerdanGalves Júnior , Claudia Pedovani].-1ed.-São Paulo : Moderna 2008 – ( Enciclopédia do estudante )

<<http://www.coladaweb.com/fisica/ondas/luz-visivel>>. Acesso em:23out. 2015

<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_vis%C3%ADvel](https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_vis%C3%ADvel)>. Acesso em:23out. 2015

Enciclopédia do estudante :física pura e aplicada: dos modelos clássicos aos quanta/ Álvaro CsapoTalavera...(et al). -1 ed. – São Paulo: Moderna, 2008 – (Enciclopédia do estudante; 10)

<[http://www.fatecsp.br/paginas/apostila\\_teorica.pdf](http://www.fatecsp.br/paginas/apostila_teorica.pdf)>. Acesso em:7nov.2015

<[http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m\\_s05.html](http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s05.html)>. Acesso em:7nov.2015

<<http://ciencia.hsw.uol.com.br/luz-negra.htm>>. Acesso em:7nov.2015

<<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/o-que-e-luz-negra>>. Acesso em:7nov.2015

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422011001000005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422011001000005&script=sci_arttext)> Acesso em: 11nov.2015

<[http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007jan\\_forense2.pdf](http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007jan_forense2.pdf)>Acesso em: 11nov.2015

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422011001000005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422011001000005&script=sci_arttext)> Acesso em:11nov.2015

<<http://www.malvern.com/br/products/technology/raman-spectroscopy/>>

<[http://crq4.org.br/sms/files/file/Espectroscopia\\_Raman\\_4.pdf](http://crq4.org.br/sms/files/file/Espectroscopia_Raman_4.pdf)> Acesso em:11nov.2015