

**Redação Selecionada e publicada pela
Olimpíada de Química SP-2013**

Autor: André de Lima Haike

Série: segunda (2012) do Ensino Médio

Profs : Rubens Conilho Jr. ; Letícia Montes Façustino ; Guilherme Bottino e Rodrigo Biscaia

Colégio: Etapa

Cidade: São Paulo, SP

MAIS CORES EM NOSSA PRIMAVERA

Era uma tarde quente, visto a agitação das moléculas dos gases que compunham o ar atmosférico. Início de primavera, milhares de pessoas banhavam-se no Ganges. O rio nascido no Himalaia adquire cores e formas conforme as paisagens que visita; imagino milhões de moléculas, agora de água, descendo por ele em direção à foz, na baía de Bengala. Detetive Hélio Nobre estava em sua sala, na delegacia da Rua Mahatma Gandhi, pensativo e sozinho. Não interagia muito com os outros, tinha um caráter um tanto quanto circunspecto. Viu seu parceiro Lutécio entrando.

- Senhor, temos uma nova ocorrência.

Lutécio Lantanoide tinha por volta de 50 anos, cabelos prateados, chapéu clássico, era gordo e de média estatura. Era um ser sociável e dificilmente se encontrava sozinho. Formado em química e especializado na área legal, trabalhava com Hélio em suas investigações.

- Você sabe o que é cor, Lutécio? – interrompeu o detetive.

- Sei senhor, mas tenho um assunto mais importante para falar no momento - e não continuou devido à expressão séria de Nobre. Não resistiu:

- Cor é a percepção visual, pela retina, de um feixe de substâncias que absorvem luz em uma determinada energia, os fótons. Além disso, como cor é oriunda de luz, e luz é uma onda eletromagnética, podemos, de acordo com a oscilação dessas ondas, determinar diferentes intervalos de frequências que juntos formam o que chamamos de espectro eletromagnético. Mas retomando o que eu iria falar...

- Engraçado. Acho que as pessoas que estão no Holi, o Festival das Cores, nem sequer pensam em certas coisas. Por exemplo, muitas delas não sabem que a cor do pó que estão arremessando é a própria cor complementar do pó, ou seja, a mistura de todas as outras cores que não foram absorvidas pela substância. É realmente muito divertido! Ah, para você entender, o Holi é um festival hinduísta realizado aqui na Índia para comemorar a chegada da primavera, no qual as pessoas fazem uma guerra de pós coloridos - refletiu o detetive.

- Hélio, é exatamente desse festival que quero falar. Foram constatadas diversas mortes por intoxicação e morte cerebral em hospitais próximos ao local onde foi realizado o Holi. O delegado Cúrio nos mandou investigar. - afirmou Lantanoide.

- Humpf, se as ondas que eu reflito não tivessem frequência entre $4,5 \cdot 10^{14}$ e $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz... – reclamou Nobre.

A dupla chegou ao hospital, de carro, a partir da queima de um combustível fóssil, com Lutécio reclamando da fuligem aspirada pela combustão incompleta. Foram ao encontro de Cúrio, que os aguardava no necrotério, para receber mais informações sobre o ocorrido.

- Hélio! Lutécio! – gritou Cúrio com o intuito de avisá-los de sua localização.

- Delegado, o que temos hoje? – indagou Hélio.

- Durante o Festival das Cores, diversas pessoas vieram ao hospital alegando dificuldades respiratórias, dores musculares e febre. Minutos depois, acabaram falecendo. Os exames médicos apontam morte cerebral. – disse o delegado.

- Bom, como o festival é celebrado com o arremesso de “cores em pó”, é provável que as vítimas tenham aspirado algum tipo de corante tóxico que as tenha levado a esses resultados – arriscou Hélio.

- Essa é a hipótese mais lógica – concordou Cúrio.

- Hélio, me desculpe, mas a intoxicação de uma pessoa por um corante é muito difícil. Corantes são desenvolvidos com características adequadas, para seu melhor aproveitamento. Devem ser duráveis, o que envolve as interações entre eles e o local de sua aplicação; precisam ser biodegradáveis para gerar menor impacto ambiental; têm que apresentar menor custo para uma maior produção; e o ponto principal onde desejo chegar: não devem ser tóxicos. Caso contrário, podem causar danos ao consumidor, e cá entre nós, dor de cabeça com o cliente é a única coisa que um produtor não deseja. Sugiro que façam uma autópsia nas vítimas, para saber o que aspiraram.

- Isso já foi feito, meu caro Lantanoide. É impossível distinguir todo aquele monte de pó. Houve uma mistura tão grande e colorida que realmente não conseguimos destacar algo – falou o delegado.

- Pois bem – Lutécio pegou um copo com água, levou-o em direção a um dos corpos que já possuía o pulmão exposto e então jogou-a em todo o órgão. A mistura foi se solubilizando até restar um líquido de cor escura, resultante da composição de todas as cores ali presentes. Também observaram-se partículas brancas que pareciam impregnadas na parede pulmonar.

- Mas...como? – indagou Cúrio.

- Elementar, meu caro delegado. – disse Lutécio – Você sabe como uma substância adquire cor? – e sem esperar resposta, disse:

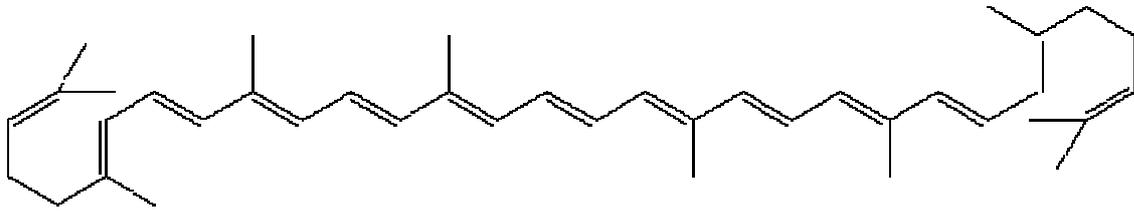
-Você deve saber que a maioria dos compostos orgânicos são incolores ou brancos, pois não absorvem luz visível. Para absorvê-la, precisam de uma estrutura conhecida como conjugação, a qual se baseia em um grande número de alternância entre ligações simples e duplas, de modo a fazer com que os elétrons possam se locomover mais facilmente de um orbital a outro. Na faculdade, aprendi que dois exemplos dessas substâncias são os pigmentos e os corantes; a diferença básica entre eles é que os pigmentos são insolúveis, diferentemente dos corantes. Assim, como os materiais utilizados no Holi são corantes, se eu lhes adicionar água, eles se misturam a ela, e foi assim que consegui separar as substâncias do pulmão da vítima. Agora, basta recolher uma amostra do pó branco que restou e analisarmos para descobrir o que houve. Vamos ao nosso laboratório!

- Orgulho-me do dia em que o contratei – elogiou Hélio, com um olhar de aprovação de Cúrio.

Já no laboratório, enquanto esperavam pelo resultado das pesquisas, Lutécio mostrava ao delegado o efeito da conjugação no tomate.

Lantanoide discursa:

- Para exemplificar melhor a conjugação, tomemos como base o licopeno, responsável pela coloração avermelhada dos tomates, melancias e goiabas. A estrutura dele é:



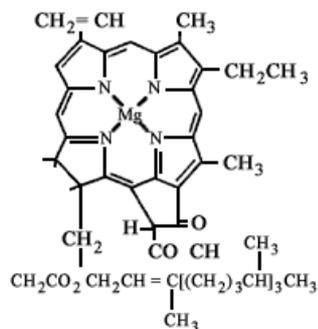
- Percebe-se que ela é rica em ligações π alternadas que ocorrem quando dois átomos se aproximam, mas apenas um orbital de cada um deles consegue unir-se frontalmente para formar uma ligação σ . Assim, quando os orbitais restantes se emparelham, só podem realizar isso lateralmente, resultando em uma ligação π . Uma ligação dupla, por exemplo, é uma ligação σ e uma ligação π . Além disso, as ligações π apresentam densidade eletrônica em cada lado do eixo internuclear, apesar de haver apenas uma ligação com uma nuvem de elétrons em forma de dois lóbulos. Agora, a densidade eletrônica em cada ligação dupla combinada com a alta quantidade de ligações duplas em um composto como esse gera uma enorme densidade eletrônica, que permite alta circulação de elétrons e, com isso, uma estrutura de ressonância. Podemos dizer que os elétrons estão localizados em um sistema conjugado, ou seja, eles estão em orbitais moleculares que abrangem todo o sistema de alternância entre ligações simples e duplas.

- Fantástico! – disse o delegado, maravilhado com a beleza da química.

- E o melhor vem agora! – completou Lantanoide – A partir da estrutura de ressonância, essas moléculas estão aptas a absorver determinada faixa de frequência do espectro visível, o que faz com que elas apresentem visivelmente a sua cor complementar. No caso do licopeno, ele absorve frequências fora do vermelho. Logo, sua cor complementar e seu resultado visual é o vermelho.

- Eu adoro cores! Você havia falado dos corantes, certo? Ouvi dizer que há mais de um tipo deles... Você poderia me explicar? - perguntou o delegado.

- Claro! Há dois padrões de corantes: os naturais e os sintéticos. Os primeiros são extraídos de matérias-primas que a própria natureza fornece, como vegetais e frutos. Alguns exemplos desse tipo de corante são a clorofila ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ – clorofila a), que possui esta fórmula estrutural:



E também o beta-caroteno ($C_{40}H_{56}$), uma espécie de vitamina A. Já os corantes artificiais são produzidos com o intuito de reproduzir tonalidades que são impossíveis de se obter a partir de corantes naturais. Também são muito

utilizados para melhorar a cor e a aparência de alimentos, como peixes, presuntos e defumados. Nesse caso, o corante utilizado é o “marrom FK”, proveniente do grupo de corantes azo. Esse grupo é, sem dúvida, a classe mais importante. Devido à facilidade de serem sintetizados, são muito versáteis, pois quase todas as aminas aromáticas diazotizadas conseguem ser ligadas a um arranjo nucleofílico insaturado para gerar o produto azo colorido. E ainda mais, se o composto que resultar da reação anterior tiver uma amina primária, ela poderá ser diazotizada e adicionada, viabilizando um sistema de maior conjugação. Com uma maior conjugação, ou agregando sistemas cíclicos mais completos ou grupos que possam ceder elétrons, pode-se obter uma larga faixa espectral, ou seja, uma enorme variedade de substâncias com diferentes tonalidades e propriedades físicas e químicas.

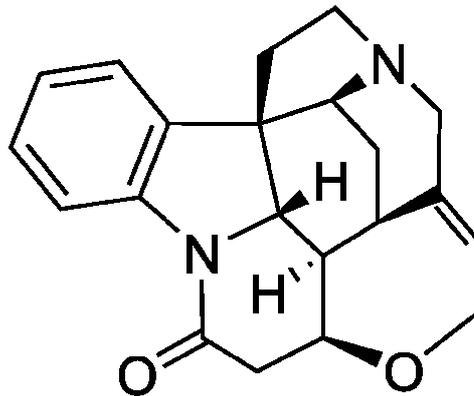
-Uau! – exclamou Cúrio – Fascinante!

No final da explicação, Hélio começa a gritar entusiasmado:

- Achei, achei!

- Do que você está falando, detetive? – pergunta o delegado.

- O resultado da pesquisa! Foi constatada a aspiração de *estricnina*, pó branco proveniente da árvore *Strychnos nux-vomica*, a noz-vômica. Essa árvore é típica no sudeste da Ásia e aqui, na Índia. É um elemento muito venenoso, causa exatamente os mesmos sintomas das vítimas do hospital. É tão perigoso que atualmente é utilizado na produção de pesticidas de rato. Veja sua fórmula estrutural:



- Mas o que teria causado a disseminação da *estricnina* pelo festival? – perguntou o delegado.

- Há uma loja de dedetização na praça onde ocorreu o festival. Os donos dizem que crianças invadiram a loja horas antes do Holi – concluiu Nobre.

- Ah, então foram as crianças! – refletiu Lutécio – acredito que elas não tinham o intuito de machucar as pessoas, e sim apenas de se divertir! Bom, acho que mistério foi solucionado!

- E eu pensando que a culpa era de corantes tóxicos... Que tolo de minha parte! – disse Hélio, envergonhado.

- Não se sinta assim, detetive. – consolou Lutécio - Apesar de não fazer sentido um corante ser tóxico, muitos fabricantes adicionam metais oxidados e óleo de motor em sua receita, substâncias que são maléficas ao nosso organismo, apenas pelo lucro que irão obter. Por causa disso, muitas pessoas têm problemas durante e depois do festival. Se eu não me engano, pesquisei sobre isso... – e começou a procurar algo pelo laboratório, até voltar com uma prancheta cheia de papéis – Aqui está! A lista de alguns corantes utilizados no Holi. Veja, por exemplo, a cor prata. Para produzi-

la, os fabricantes adicionam brometo de alumínio (AlBr_3), um conhecido cancerígeno! Ou mesmo o próprio vermelho. Ele é obtido por meio do HgS , o sulfeto de mercúrio, que pode causar câncer de pele ou até mesmo a Doença de Minamata, geradora de problemas de visão, retardo mental e paralisia! E o pior de tudo é o destino desses corantes. Na limpeza do espaço onde houve o festival, é utilizada água para removê-los. Assim, todas as substâncias tóxicas vão parar dentro dos rios, provocando a poluição do solo e da água! Isso não é um absurdo?!

- Sim, realmente, medidas devem ser tomadas... Mas há uma coisa que ainda quero saber – falou Cúrio. – Por que pessoas fariam uma guerra de pós coloridos, além, é claro, por ser a celebração da chegada da primavera?

- Há uma resposta simples para isso, detetive. – respondeu Lutécio Lantanoide - Mais cor em nossas vidas!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química – questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto alegre: Bookman, 2001. 1046p. Disponível em: <http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0910/estricnina/comunicacao.html>. Acessado em 03/11/2012
- Disponível em: <http://www.colegioweb.com.br/fisica/o-espectro-eletromagnetico-e-a-luz-visivel.html>. Acessado em 02/11/2012
- SANTOS, S-C. D.O. Formulação e ensaio de tintas com base na tecnologia de ferrugem protetora para emprego em ambiente Antártico https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:i1QXn0pV4dwJ:teses.ufrrj.br/COPPE_M/Saint-ClairDantasOliveiraSantos.pdf+&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEESH817n1eEg-ltz355ITOG9Ia8xnXNiRPOjsVlhLmhJEhX3wTOTJilX5ucM_hWk_4ebL0AnoTaysLrn_ZZ8JQZUSelTqZKZFrHCLYftobe6uAEZsckHR3jjS3pBI0m1dAEdlo8Q3&sig=AHIEtbQhctrdC_1Pz4yCMWZg7t6700B8YA. Acessado em 03/11/2012
- Disponível em: http://www.usp.br/gpqa/Disciplinas/qfl5933/OFL5933_aula_1.pdf. Acessado em 02/11/2012
- DA SILVA, F.M.; WOUTERS, A.D.; CAMILLO, S.B.A. Visualização prática da química envolvida nas cores e sua relação com a estrutura de corantes. Disponível em: https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:LgkoZ8yGd80J:qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/11-EEQ-6606.pdf+&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEESiCpddnOZUw2M57tQJx50ludgWm51OKNMaZAzyuAH4tEW0gSAs_4Wo8IQyGxRoEj62dZNhrA_kFTVwFMxv-aKwKcMop8_wMFo8PKSPhUc1U5hrWKTcjLGVBUb04UPjoKaF7uF&sig=AHIEtbRE91S7pv897ErkdEb8PEEbLCCn2A. Acessado em 03/11/2012
- Disponível em: <http://www.igeduca.com.br/artigos/desvendamos-misterios/o-que-sao-corantes-naturais-.html>. Acessado em 08/11/12.
- Disponível em: <http://alkimia.tripod.com/corantes.htm>. Acessado em 08/11/12.
- Disponível em: <http://www.holifestival.org/chemical-colors.html>. Acessado em 08/11/12.
- Imagens disponíveis em:**
- http://www.google.com.br/imgres?q=estricnina+f%C3%B3rmula&um=1&hl=pt-BR&sa=N&rlz=1C1SKPL_enBR420BR427&biw=1366&bih=643&tbn=isch&tbnid=3kw3M9ttPBsPCM:&imgrefurl=http://www.psicofarmacos.info/%3Fcontenido%3Dvarios%26farma%3DEstricnina&docid=1_YbE3a1VyasdM&imgurl=http://www.psicofarmacos.info/images/formulas4/estricnina.png&w=169&h=141&ei=0GGcUNixH-jA0AH6i4GYAQ&zoom=1&iact=hc&vpx=808&vpy=206&dur=3244&hovh=112&hovw=135&tx=102&ty=57&sig=111132708659491829101&page=1&tbnh=112&tbnw=135&start=0&ndsp=17&ved=1t:429,r:3,s:0,i:78
- http://www.google.com.br/imgres?um=1&hl=pt-BR&sa=N&rlz=1C1SKPL_enBR420BR427&biw=1366&bih=643&tbn=isch&tbnid=nRiXipSjLLSzM:&imgrefurl=http://www.angelo.edu/faculty/kboudrea/molecul_gallery/02_alkenes/00_alkenes.htm&docid=gyUEZ3DnPJnKPM&imgurl=http://www.angelo.edu/faculty/kboudrea/molecul_gallery/02_alkenes/lycopene_01.gif&w=725&h=135&ei=vKyVUMK0CY7m8gSxn4DgBQ&zoom=1&iact=rc&dur=247&sig=111132708659491829101&page=1&tbnh=50&tbnw=270&start=0&ndsp=15&ved=1t:429,r:6,s:0,i:87&tx=139&ty=33
- http://www.google.com.br/imgres?q=clorofila+a&um=1&hl=pt-BR&sa=N&rlz=1C1SKPL_enBR420BR427&biw=1366&bih=600&tbn=isch&tbnid=wikmDJbsqBnb0M:&imgrefurl=http://intranet.matematicas.uady.mx/portal/leamos_ciencia/VOLUMEN_II/ciencia3/093/hm/sec_7.htm&docid=0ycl-RDBXH-7YM&imgurl=http://intranet.matematicas.uady.mx/portal/leamos_ciencia/VOLUMEN_II/ciencia3/093/Imgs/quimicoci092.gif&w=204&h=225&ei=amKcUMrbOOip0AGr8YDIBw&zoom=1&iact=rc&dur=248&sig=111132708659491829101&page=1&tbnh=141&tbnw=135&start=0&ndsp=12&ved=1t:429,r:6,s:0,i:101&tx=35&ty=68