

## Artigo

## Luz e o Desenvolvimento da Indústria da Química Orgânica desde a Antiguidade

de Souza, M. C. B. V.; da Cunha, M. F. V.; de Souza, N. A.

Rev. Virtual Quim., 2015, 7 (1), 103-111. Data de publicação na Web: 27 de outubro de 2014

<http://www.uff.br/rvq>

### Light and the Development of the Organic Chemical Industry since Antiquity

**Abstract:** A more appropriate description for the light is as continuous and spreads sinusoidal motion (waves) described in terms of particles called photons. Dyes are organic molecules that selectively absorb wavelengths of light within the visible range of the electromagnetic spectrum and are capable of transferring color to materials. Their existence may date from 4000 BC. Three dyes of vegetable or animal origin were very important in ancient times: the indigo; purple and alizarin (madder). The first synthetic dye, the mauvein, was casually obtained by the English chemist William Henry Perkin in 1856. With this discovery he founded a factory to produce the dye, and subsequently synthesized several other new dyes. This achievement started the era of the great manufacturers of dyes with the foundation of industries BASF (Badische Anilin- & Soda-Fabrik), Bayer and Hoechst, in the 1860s, in Germany which initially produced various synthetic dyes. The development of modern dyestuffs industry had its beginnings with this fact. In parallel, there was the broad development of textile industry. This was the landmark for the expansion of the chemical industries, especially of organic chemistry, then emerging industries of different chemicals such as fragrances, explosives, paints, pens, printing, pesticides, plastics and others. Colors, natural dyes, artificial dyes, textile and dye, pharmaceutical and chemical industries of various materials are: interconnected. And the light? The beginning of everything: the driving force!

**Keywords:** Light; Color; Dyes; Chemical Industry.

### Resumo

O espectro eletromagnético, que tem origem na luz solar, se constitui em uma mistura de radiações eletromagnéticas cuja energia se propaga como ondas descrita em termos de partículas chamadas de fótons. A manifestação de cor pelas substâncias orgânicas está associada às transições eletrônicas. Em geral, as substâncias orgânicas coloridas tem como características estruturais sistemas altamente conjugados que absorvem luz na região do visível. As cores, que se manifestam tão somente sob a influência da luz sempre exerceram um encanto todo especial sobre o homem. A existência dos corantes, substâncias capazes de transferirem cor aos materiais, data de 4000 anos a.C. Três Corantes de origem vegetal e animal foram muito importantes na antiguidade: o índigo; a púrpura e a alizarina (garança). O primeiro corante sintético, a mauveína, foi obtido casualmente pelo químico inglês William Henry Perkin, em 1856. A obtenção do primeiro corante sintético foi de importância única para o desenvolvimento da indústria química moderna de corantes e também têxtil a qual cresceu atrelada à indústria dos corantes. Estes fatos foram importantes para o desenvolvimento da indústria dos fármacos através das indústrias BASF, Bayer e AGFA (Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation). A partir de então foi também dada a largada para a expansão das indústrias químicas, em especial da química orgânica, surgindo assim indústrias de produtos diversos como de materiais de perfumaria, explosivos, tintas para pinturas, canetas e impressão, pesticidas, plásticos, etc. Cores, corantes naturais, corantes artificiais, indústrias têxteis e de corantes, indústrias farmacêuticas, indústrias químicas produtoras de materiais diversos: interligações inquestionáveis! A luz? Na origem de tudo: a propulsora!

**Palavras-chave:** Luz; Cor; Corantes; Indústria Química.

\* Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Departamento de Química Orgânica, Campos do Valonguinho, CEP 24020-150, Niterói-RJ, Brasil.

 [mceciliabvs@gmail.com](mailto:mceciliabvs@gmail.com)

DOI: [10.5935/1984-6835.20150006](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150006)

## Luz e o Desenvolvimento da Indústria da Química Orgânica desde a Antiguidade

**Maria Cecília B. V. de Souza,\* Maria Fernanda V. da Cunha, Nelson Angelo de Souza**

Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Departamento de Química Orgânica, Campos do Valonguinho, CEP 24020-150, Niterói-RJ, Brasil.

\* [mceciliabvs@gmail.com](mailto:mceciliabvs@gmail.com)

*Recebido em 26 de outubro de 2014. Aceito para publicação em 27 de outubro de 2014*

A energia da biosfera emana da luz solar que se propaga como ondas eletromagnéticas responsáveis por processos vitais na Terra. A história do entendimento da luz se desenvolveu ao longo dos tempos com os estudos de Isaac Newton (1642-1726) até o surgimento do conceito da mecânica quântica.<sup>1</sup> Inicialmente, Newton observando a natureza, propôs o conceito corpuscular da luz. Notou que a luz do sol era uma mistura de cores, e que um prisma era capaz de dispersá-la em seus constituintes coloridos, como um arco-íris no céu, que é um fenômeno óptico e meteorológico no qual a luz branca do sol é dispersa por gotas de chuva na atmosfera, em um espectro contínuo de cores. Consta na Bíblia (Genesis 9,9-17) uma passagem, em que Deus faz uma aliança com Noé: "O arco-íris representa a minha presença, em tudo o que respira". Isso é para que o homem nunca se esqueça de sua origem na luz.

Em 1800, William Herschel, com auxílio de termômetros, determinou a temperatura do feixe de luz solar refratada por um prisma do violeta ao vermelho e constatou que existia além da região do visível outra região que se manifestava sobre a forma de calor a qual, mais tarde, foi chamada região do infravermelho.<sup>2</sup>

A teoria da natureza ondulatória da luz

surgiu com Christian Huygens (1629-1695), contemporâneo de Newton, e Thomas Young (1773-1829). Huygens observou fenômeno da luz se propagando no 'éter', denominação antiga que foi considerada pelos físicos como meio transmissor da luz, o que hoje se entende por vácuo.<sup>3</sup> Thomas Young comprovou a teoria de Huygens, no início do século XIX.<sup>1</sup>

Porém, a natureza ondulatória da luz por si não explicava o efeito fotoelétrico. Albert Einstein, juntamente com Compton, introduziram, de acordo com os fenômenos observados, a teoria de que a luz podia se comportar como ondas contínuas e também como feixes discretos de energia chamados fótons. A dualidade da natureza da luz ganhou impulso com a Lei de Planck: "A energia irradiada e absorvida é quantizada, na forma de elementos discretos de energia chamados quanta."<sup>4</sup>

Os estudos sobre a natureza da luz foram complementados por De Broglie, Bohr e finalmente por Schrodinger, que desenvolveu todo um trabalho matemático sobre mecânica quântica ou mecânica ondulatória.<sup>1</sup>

A definição mais apropriada da luz é a de que ela é contínua, se propaga em movimento senoidal (ondas), descrita em termos de partículas chamadas fótons. A

energia de um fóton é determinada pela frequência ( $\nu$ ) de oscilação do campo eletromagnético, de acordo com a expressão  $E = h\nu$ , sendo  $h$  a constante de Planck. A energia de cada fóton também pode ser expressa em termos de comprimento de onda ( $\lambda$ ) obedecendo à equação  $\lambda\nu = c$ , na qual  $c$  é a velocidade da luz.<sup>5</sup>

Sendo assim, o espectro eletromagnético,

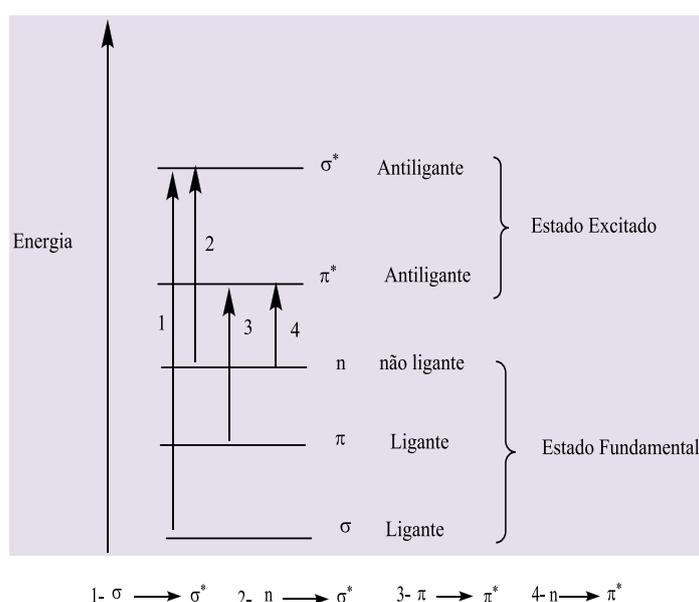
que tem origem na luz solar, se constitui em uma mistura de radiações eletromagnéticas cuja energia se propaga como ondas. Na Tabela 1 a seguir estão apresentadas as energias (kcal/mol) e os comprimentos de onda (nm), no espectro eletromagnético, das regiões correspondentes ao ultravioleta, ao visível e ao infravermelho.<sup>6</sup>

**Tabela 1.** Energias (kcal/mol) e comprimentos de onda (nm), no espectro eletromagnético

$\lambda$ (nm)	Região	$\Delta E$ (Kcal/mol)
100 -400	Ultravioleta	286 – 71,5
400 -800	Visível	71,5-35.75
800-10000	Infravermelho	35.75-2.86

Na região entre 400-800nm, correspondente ao visível, as cores inerentes a cada comprimento de onda são perceptíveis aos olhos. As radiações com comprimentos de onda correspondentes às faixas do ultravioleta e do infravermelho não são visualizadas. Em se tratando de moléculas que interagem com a luz nas regiões do ultravioleta e do visível ocorrem transições eletrônicas de absorção, emissão e

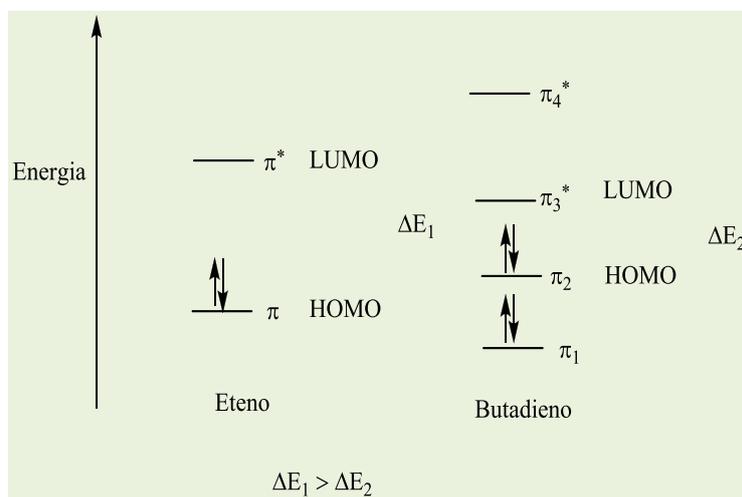
reflexão. A radiação nas regiões do ultravioleta e do visível produzem modificações na energia eletrônica em uma determinada estrutura (molécula) em consequência de transições de elétrons de ligações  $\sigma$ ,  $\pi$  e de elétrons  $n$ . As transições mais frequentes na região do visível são dos tipos  $\pi \rightarrow \pi^*$  e  $n \rightarrow \pi^*$ . Na Figura 1 podem ser visualizados os tipos de transições eletrônicas.<sup>7</sup>



**Figura 1.** Níveis de energia dos orbitais moleculares e tipos de transições eletrônicas

As transições eletrônicas ocorrem do orbital molecular de mais alta energia ocupado (HOMO) para o orbital molecular de mais baixa energia não ocupado (LUMO). Na

Figura 2, a seguir, estão representados as ligações  $\pi$  e os orbitais HOMO e LUMO das moléculas do eteno e do butadieno.



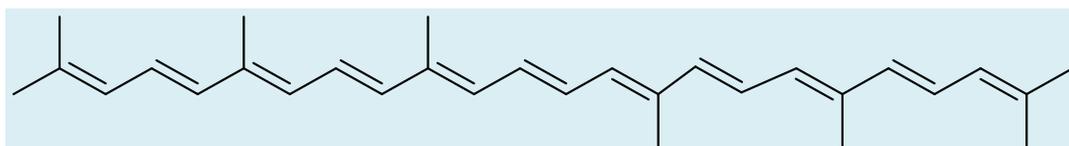
**Figura 2.** Transições eletrônicas entre o HOMO e LUMO do eteno e do butadieno

A manifestação de cor pelas substâncias orgânicas está associada às transições eletrônicas. Em geral, substâncias orgânicas coloridas tem como características estruturais sistemas altamente conjugados. O mecanismo da visualização das cores é um fenômeno complexo. Estudos indicam que esse processo se inicia no globo ocular por células dos tipos cones e bastonetes, chamadas de fotorreceptoras, que captam na retina a luz visível, por impulsos, que são interpretados e decodificados no córtex cerebral.<sup>8,9</sup>

O licopeno (Figura 3), um hidrocarboneto poli-insaturado, encontrado na casca do

tomate, absorve luz de  $\lambda_{\text{max}} = 505 \text{ nm}$  (Figura 4) que corresponde à cor verde do espectro de absorção do visível. Dessa forma, manifesta a cor vermelha, que é complementar à verde. A cor observada é assim uma sensação visual, decorrente da reflexão da luz, sendo um processo subtrativo.<sup>10</sup>

Outra forma de entender o processo da cor é considerar a absorção de todas as cores exceto a cor que é visualizada. Na Figura 5 estão representadas as cores do espectro de absorção da região do visível e as cores complementares observadas.



**Figura 3.** Fórmula estrutural do Licopeno

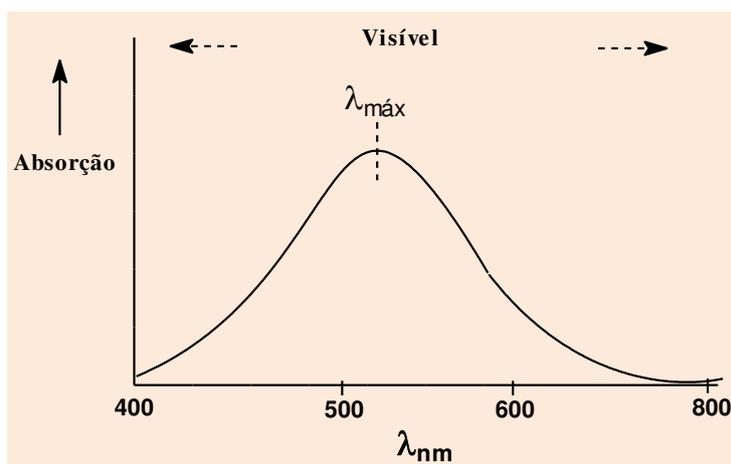
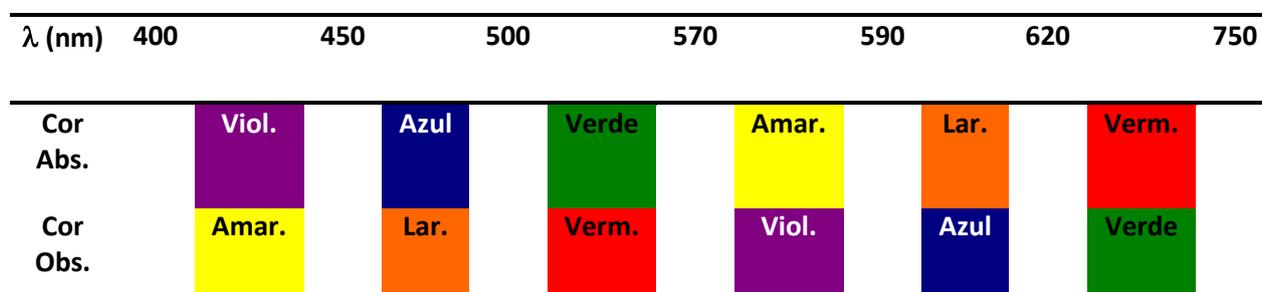


Figura 4. Espectro eletrônico do Licopeno



Viol. (violeta); Amar. (amarelo); Lar. (laranja); Verm. (vermelho).

Figura 5. Faixas de cores da luz absorvidas (Abs.) e de cores observadas (Obs.) no espectro do visível e comprimentos de onda associados

Nas estruturas das substâncias grupos funcionais que são responsáveis pelas transições eletrônicas são denominados cromóforos. Como exemplo tem-se que o grupamento azo que, quando associado a um

sistema conjugado, confere extensão da conjugação à estrutura, resultando em absorção de luz no espectro do visível (Tabela 2).

Tabela 2. Estruturas de substâncias, comprimento de onda de absorção ( $\lambda$ ) e as respectivas cores observadas

Estruturas das Substâncias	$\lambda_{max}$ (nm)	Cor
	484 nm	laranja
	497 nm	vermelho

Pode-se observar com os exemplos discriminados na Tabela 2 que as estruturas que apresentam maiores extensão de conjugação apresentam maior  $\lambda_{\max}$  de absorção.

As cores, que se manifestam tão somente sob a influência da luz, sempre exerceram um encanto todo especial sobre o homem. Segundo Johann Wolfgang von Goethe, naturalista e escritor: “As cores são ações (atos) e paixões (sentimentos) da luz”.<sup>11</sup>

Os corantes são, desde 4000 anos a.C., a forma de se obter cor. São substâncias que possuem as características estruturais específicas que resultam na sua capacidade

de conferir cor a um determinado material: absorvem radiação eletromagnética na faixa da luz visível. Na Antiguidade, o tingimento de tecidos com corantes naturais despertava enorme atração sobre os homens. Essa prática parece ter se originado na Índia, tendo passado a Pérsia, a Fenícia, ao Egito, etc. No Egito são encontrados tecidos coloridos em túmulos do século XXV a.C.<sup>12,13</sup> Os tecidos tingidos de cor vermelha eram os preferidos pela aristocracia. Para eles, essa cor representava dignidade e nobreza. Três corantes de origens vegetal e animal (Figura 6) foram muito importantes nessa época: o índigo; a púrpura e a alizarina (garança).<sup>12,14</sup>



**Figura 6.** Estruturas químicas do Índigo, da Púrpura de Tiro e da Alizarina

O índigo natural, de cor azul, também conhecido como anil era obtido da planta *Indigofera tinctoria*, parece se tratar do corante mais antigo empregado pelo homem.<sup>14,15</sup> A Índia produzia e comercializava este corante. Sua produção pela Índia era tão alta que, em 1897, 1,7 milhões de hectares de terras indianas eram destinados à plantação de *Indigofera*.

O índigo era a cor preferida para tingir tecidos de uniformes como ocorria com os dos exércitos da França e da Inglaterra por exemplo. O índigo podia também ser extraído de outra planta, a *Isatis tinctoria*, nativa da Europa. No entanto o corante era de qualidade inferior. O fato da Índia e de países da Europa produzirem este importante corante foi motivo de vários conflitos entre países destes Continentes. Na Europa formou-se inclusive um grupo que estabeleceu leis na Inglaterra, França e na

Alemanha proibindo a importação do índigo da Índia.

No século XVI o índigo indiano já era livremente comercializado na Europa pelos holandeses, portugueses e ingleses e aos poucos foi obtendo a preferência dos europeus.<sup>15</sup> Ainda hoje esse corante é intensamente usado para a tintura de tecidos com finalidades diversas incluindo para uso pela alta costura.<sup>14</sup>

Em 1880 Adolf von Bayer realizou a primeira síntese do índigo. Ele também foi responsável pela determinação da fórmula estrutural desse corante. Por estes trabalhos e por outras grandes contribuições à área da Química ele veio a receber o prêmio Nobel de Química de 1905.<sup>16</sup>

A púrpura de Tiro foi o corante mais caro e de maior 'prestígio', dentre os corantes da Antiguidade. A indústria da púrpura teve seu

desenvolvimento na cidade de Tiro (Fenícia). Era obtido a partir de espécies de um molusco do gênero *Murex* e existia uma variedade de púrpuras de acordo com a espécie do molusco do qual se extraía o corante. Tonalidades vermelhas, naquela época, eram relacionadas, como já mencionado, a prestígio, riqueza, nobreza. A púrpura de Tiro teve uso intenso até o século XIII.<sup>14,17</sup>

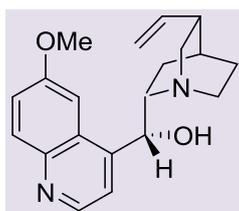
Quando da determinação das estruturas químicas desses corantes da Antiguidade viu-se então que a púrpura de Tiro se tratava de um derivado dibromado do índigo (Figura 6).

A garança ou ruiva é um corante vegetal extraído da planta *Rubia tinctorum*, de cor vermelha intensa e brilhante. A esse vermelho se chama 'vermelho da Turquia'. A garança é uma mistura de antraquinonas,

sendo as principais a alizarina, a purpurina e a pseudo purpurina.

A alizarina foi obtida sinteticamente em 1870, e consta ter sido o primeiro corante natural a ter sua obtenção por síntese realizada. Sua síntese é simples e pode ser feita por fusão do 2-antraquinossulfonato de sódio com bases.<sup>14</sup>

O primeiro corante sintético, a mauveína, foi obtido casualmente, pelo químico inglês William Henry Perkin, em 1856. Ele estava realizando a síntese da quinina (Figura 7), substância antimalárica. Tentou inicialmente obter a quinina via dimerização oxidativa da alil-toluidina empregando dicromato de potássio como agente oxidante, sem sucesso. Em outra tentativa, Perkin tentou obtê-la realizando a oxidação do sulfato de anilina.

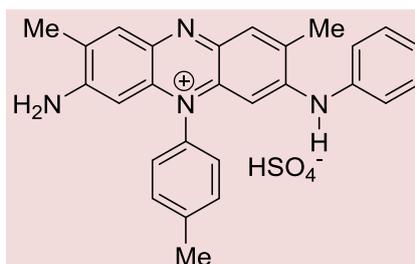


**Figura 7.** Estrutura química da Quinina

Nessa tentativa obteve um produto de cor escura, que não se tratava da quinina. No processo de sua purificação, empregando etanol como solvente, obteve uma solução de cor púrpura intensa. Ele acabara assim de produzir o primeiro corante artificial, o qual era capaz de tingir a seda de púrpura, de forma simples e barata. A cor era resistente à lavagem e à exposição à luz.<sup>18,19</sup> Chamou este produto de Púrpura Tiriana, por analogia à

púrpura de Tiro.

Perkin fundou então uma fábrica em Londres, a Perkin & Sons, para a produção do corante, visando atender à demanda das fábricas de tecidos da época.<sup>12,18,19</sup> O corante obteve grande sucesso sendo amplamente empregado, e posteriormente passou a ser chamado de mauveína (Figura 8), devido à cor da flor de malva.



**Figura 8.** Estrutura química da Mauveína

Quanto à mauveína, já em 1896, Perkin dizia tratar-se na verdade de uma mistura de substâncias.<sup>18,19</sup> Sua estrutura real consistiu em um mistério por muitos anos. Em 1994, com o advento de técnicas mais modernas de purificação e análise foi possível determinar a estrutura química da mauveína propriamente dita. Os pesquisadores Meth-Cohn e Smith analisaram uma amostra do corante originalmente obtido por Perkin,<sup>18,20</sup> e concluíram tratar-se de uma mistura de duas substâncias que foram chamadas por eles de mauveína A e mauveína B. Em 2007, Seixas Melo<sup>21</sup> e colaboradores tentaram reproduzir a síntese realizada por Perkin e então foram isolados mais dois novos compostos que denominaram de mauveína B2 e mauveína C. Estas substâncias também foram detectadas em uma amostra original de Perkin, cedida pelo British Museum (Londres).<sup>17,18</sup> Tudo isto se explicava uma vez que para a síntese que Perkin realizou foi empregada matéria-prima da época que na verdade não se tratava de uma substância pura e sim de uma mistura de hidrocarbonetos aromáticos.<sup>18</sup>

Com o estabelecimento de sua fábrica, Perkin sintetizou não só a mauveína como pesquisou a síntese de novos corantes e obteve, dentre outros, o Britannia Violet (Violeta Britannia), o Perkin's Green (Verde de Perkin) e a Alizarina.<sup>18,19</sup> Iniciou-se assim a era das grandes indústrias fabricantes de corantes com a fundação, na década de 1860, de três indústrias na Alemanha, BASF (*Badische Anilin- & Soda-Fabrik*), Bayer e Hoechst, que, inicialmente, produziam corantes sintéticos diversos.<sup>14</sup> Em torno de 1880 elas respondiam por 50% da produção mundial de corantes. Até a 2ª Guerra Mundial, a Alemanha detinha o monopólio da produção de corantes sintéticos.<sup>14</sup> Já no ano 2000 os Estados Unidos da América do Norte eram os maiores exportadores destes produtos.<sup>22</sup>

Esta descoberta de Perkin, ou seja, a obtenção do primeiro corante sintético, foi de importância única para o desenvolvimento da indústria química moderna de corantes e também da indústria têxtil que cresceu

atrelada à dos corantes.

Em seguida houve o franco desenvolvimento da indústria dos fármacos através da BASF, da Bayer e da AGFA (*Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation*).

Era o marco da expansão das indústrias químicas, em especial da química orgânica, surgindo indústrias de produtos diversos como de materiais de perfumaria, explosivos, tintas para pinturas, canetas e impressão, pesticidas, plásticos, etc.<sup>23</sup>

Cores, corantes naturais, corantes artificiais, indústrias têxteis e de corantes, indústrias farmacêuticas, indústrias químicas produtoras de materiais diversos: interligações inquestionáveis! A luz? Na origem de tudo: a propulsora!

## Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup> Formosinho, S. J.; Varandas, A. J. C.; *Estrutura e Reatividade Molecular*, 1a. ed., Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 1985.
- <sup>2</sup> Teixeira Dias, J. J. C.; *Espectroscopia Molecular*, 1a. ed, Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 1986.
- <sup>3</sup> Martins, R. A. O éter e a óptica dos corpos em movimento: a teoria de Fresnel e as tentativas de detecção do movimento da Terra, antes dos experimentos de Michelson e Morley (1818-1880). *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **2012**, *1*, 52. [CrossRef]
- <sup>4</sup> Compton, A. H. What is light? *Journal of Chemical Education* **1930**, *7*, 2769. [CrossRef]
- <sup>5</sup> Turro, N. J.; *Modern Molecular Photochemistry*, 1a. ed., The Benjamin/Cummings Publishing: California, 1978.
- <sup>6</sup> Kagan, J.; *Organic Photochemistry Principles and Applications*, 1a. ed., Academic Press: London, 1993.
- <sup>7</sup> Wells, C. H. J.; *Introduction to Molecular Photochemistry*, Chapman and Hall: London, 1972.
- <sup>8</sup> Nishida, S. M.; *Apostila do curso de Fisiologia*, IB: Unesp-Botucatu, 2007.

- <sup>9</sup> Orna, M. V. Chemistry and artists' colors. Part I. Light and color. *Journal of Chemical Education* **1980**, *57*, 256. [CrossRef]
- <sup>10</sup> de Souza, N. A.; Borges, M.; Ribeiro, C. M. R.; Trales, P. R. Entendimento da mistura de cores facilitado pela articulação entre química e matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, **2008**, *46*, 8. [Link]
- <sup>11</sup> Ferreira, E. L.; *Corantes Naturais da Flora Brasileira: Guia Prático de Tingimento com Plantas*, Editora Elsevier, 1a. ed., 1997.
- <sup>12</sup> Lima, A. L. S.; Pereira, M. H. G.; Pinto, A. C., Corantes sintéticos – a química das cores. Disponível em: <<http://www.abqct.com.br/artigost/artigos/p14.pdf>>. Acesso em: 26 outubro 2014.
- <sup>13</sup> Menda, M.; Departamento de Comunicação e Marketing CRQ-IV; Martinho, L. A. P.; Diretor Técnico da Lapm Consulting, e Monteiro, A.; Conselheiro do CRQ-IV e consultor da área de tintas; Massabni, A. C.; Revisão Unesp-Araraquara. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/quimicaviva\\_corantespigmentos](http://www.crq4.org.br/quimicaviva_corantespigmentos)>. Acesso em 11/09/2014>. Acesso em: 26 outubro 2014.
- <sup>14</sup> Araújo, M. E. M. DQB, Corantes naturais para têxteis – da antiguidade aos tempos modernos; Texto de apoio ao Curso de Mestrado em Química Aplicada ao Patrimônio Cultural; DQB, FCUL. 2005 Faculdade de Ciências, Departamento Química e Bioquímica da Universidade de Lisboa. Disponível em: <<http://www.dqb.fc.ul.pt/docentes/earaujo/>>. Acesso em: 11 setembro 2014.
- <sup>15</sup> Sítio do Mildred E. Mathias Botanical Garden. Disponível em: <[http://www.botgard.ucla.edu/html/botanyt\\_extbooks/economicbotany/Isatis/](http://www.botgard.ucla.edu/html/botanyt_extbooks/economicbotany/Isatis/)>. Acesso em 11 setembro 2014.
- <sup>16</sup> Sítio UOL Educação. Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/biografias/johann-von-baeyer.jhtm>>. Acesso em: 10 setembro 2014.
- <sup>17</sup> Sítio Quilt History. Disponível em: <<http://www.quilthistory.com/dye.htm>>. Acesso em 13 setembro 2014.
- <sup>18</sup> de Oliveira, A. R. M.; Szczerbowski, D. Quinina: 470 anos de história, controvérsias e desenvolvimento. *Química Nova* **2009**, *32*, 1971. [CrossRef]
- <sup>19</sup> Garret, R., Sítio da Química Nova Interativa. Mauveína, C<sub>26</sub>H<sub>23</sub>N<sub>4</sub>. Disponível em: <[http://qnint.s bq.org.br/qni/popup\\_visualizarMolecula.php?id=CyblB13EwwkwPVfPprtBH7FXtzFtlas4EZiu6m14nwabliG9SXFQ0qdJzIUlk4Nzyug3VjYfBbZrHIKnlujBxQ\(mauveina\)](http://qnint.s bq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=CyblB13EwwkwPVfPprtBH7FXtzFtlas4EZiu6m14nwabliG9SXFQ0qdJzIUlk4Nzyug3VjYfBbZrHIKnlujBxQ(mauveina))>. Acesso em: 26 outubro 2014.
- <sup>20</sup> Meth-Cohn, O.; Smith, S. What did W. H. Perkin actually make when he oxidised aniline to obtain mauveine?. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1* **1994**, *5*. [CrossRef]
- <sup>21</sup> Seixas de Melo, J.; Takato, S.; Sousa, M.; Melo, M. J.; Parola, A. Revisiting Perkin's dye(s): the spectroscopy and photophysics of two new mauveine compounds (B2 and C). *Chemical Communications* **2007**, 2624. [CrossRef]
- <sup>22</sup> Guaratine, C. C. I.; Zaroni, M. V. B. Corantes Têxteis. *Química Nova* **2000**, *23*, 71. [CrossRef]
- <sup>23</sup> Sítio da Royal Society of Chemistry. Chemical Industry. Disponível em: [http://www.rsc.org/Chemsoc/Activities/Perkin/2006/minisite\\_perkin\\_chemical.html](http://www.rsc.org/Chemsoc/Activities/Perkin/2006/minisite_perkin_chemical.html)>. Acesso em 13 setembro 2014.