



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
**Departamento de Fotografia**

**CURSO DE FOTOGRAFIA**

**QUÍMICA II**

(1º ano, 2º semestre)

2004-2005

Docente responsável pela disciplina

**Prof. Adjunto João, Luís Farinha Antunes**

**Carga horária da disciplina**

2 horas teóricas por semana

2 horas práticas por semana

**Objectivos**

Pretende-se que, no final da disciplina, os alunos sejam capazes de

- i) Ler e escrever fórmulas químicas de compostos orgânicos simples e identificar os respectivos grupos funcionais;
- ii) Descrever a constituição geral das emulsões fotográficas e dos reagentes usados nas técnicas mais comuns de processamento fotográfico;
- iii) Explicar os mecanismos físico-químicos envolvidos na formação da imagem latente a preto e branco e a cores;
- iv) Explicar os mecanismos físico-químicos envolvidos nos vários passos dos processamentos fotográficos das técnicas mais comuns.

No desenvolvimento da disciplina tem-se em conta o facto de a maioria dos alunos ter como formação inicial de Química apenas o 9º ano do Ensino Básico.

**Método de avaliação**

Componente teórica.

Exame final escrito

ou

Duas frequências que dispensam do exame quando tenham, ambas, nota superior a 10 valores.

Componente prática

Monografia de cerca de 20 páginas sobre um tema escolhido em conjunto pelo aluno e pelo professor tratando um aspecto da Química aplicado à Fotografia realizada em grupos com o número máximo de três alunos. Exame oral com apresentação da monografia.

São APROVADOS os alunos que tenham nota superior a 10 valores em cada uma das componentes teórica e prática. A nota final da disciplina é a média ponderada das componentes teórica e prática, valendo a componente teórica 70%.



## Resumo do programa

### 1 Introdução ao estudo dos compostos orgânicos

- 1.1 *O perigo dos materiais orgânicos*
- 1.2 *Revisão de conceitos*
- 1.3 *Princípios de Química Orgânica*

### 2 Estudo de grupos funcionais

- 2.1 *Hidrocarbonetos alifáticos*
- 2.2 *Hidrocarbonetos aromáticos*
- 2.3 *Compostos com oxigênio*
- 2.4 *Compostos com azoto*
- 2.5 *Compostos heterocíclicos*

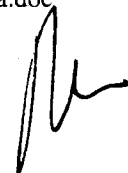
### 3 A Química na fotografia a preto e branco

- 3.1 *Formação da imagem latente*
- 3.2 *A fotosensibilidade dos sais de prata*
- 3.3 *Principais passos que ocorrem num processamento a preto e branco*
- 3.4 *Revelação*
- 3.5 *Fixação*
- 3.6 *Estabilização-tonning*

### 4 A Química na fotografia a cores

- 4.1 *A reprodução de cores*
- 4.2 *Constituição de uma película a cores*
- 4.3 *Formação da imagem latente na fotografia a cores*
- 4.4 *Principais passos que podem ocorrer num processamento cromogénico*
- 4.5 *Tipos de processos cromogénicos*
- 4.6 *Revelação*
- 4.7 *Branqueamento*
- 4.8 *Fixagem*
- 4.9 *Estabilização-tonalização (tonning)*
- 4.10 *A reversão no processo Ektachrome E6*
- 4.11 *O processo de eliminação de corante (Cibachrome/Ilforchrome)*
- 4.12 *Análise comparativa dos três processos C41, E6 e Eliminação de corante*

### Bibliografia



## PROGRAMA

### 1 Introdução ao estudo dos compostos orgânicos

#### 1.1 O perigo dos materiais orgânicos

- 1.1.1 Toxicidade
  - 1.1.1.1 Tipos de toxicidade.
  - 1.1.1.2 Parâmetros de toxicidade.
  - 1.1.1.3 Classes de toxicidade.
- 1.1.2 Flamabilidade.
- 1.1.3 Segurança nos laboratórios.

#### 1.2 Revisão de conceitos

- 1.2.1 Tabela periódica. Electronegatividade.
- 1.2.2 Distribuição electrónica.
- 1.2.3 Notação de Lewis.
- 1.2.4 Noção de radical.
- 1.2.5 Ligação química
  - 1.2.5.1 Ligação covalente, iónica e metálica.

#### 1.3 Princípios de Química Orgânica

- 1.3.1 Ligação covalente
  - 1.3.1.1 Ligações simples, duplas e triplas.
  - 1.3.1.2 Orbitais atómicas e moleculares
  - 1.3.1.3 Orbitais de fronteira: HOMO e LUMO.
  - 1.3.1.4 Estado fundamental e excitado.
- 1.3.2 Concatenação do carbono.
- 1.3.3 Escrita de fórmulas estruturais de compostos orgânicos
  - 1.3.3.1 Fórmulas estruturais de traços (Kekulé).
  - 1.3.3.2 Fórmulas de traços reduzidas.
  - 1.3.3.3 Fórmulas condensadas.
- 1.3.4 Ligações duplas conjugadas
  - 1.3.4.1 Importância da conjugação na energia das orbitais de fronteira e na cor dos compostos orgânicos.
- 1.3.5 Polaridade da ligação covalente
  - 1.3.5.1 Ligação covalente polar e apolar.
  - 1.3.5.2 Momento dipolar.
  - 1.3.5.3 Efeito da electronegatividade dos elementos no momento dipolar.
  - 1.3.5.4 Geometria molecular e seu efeito no momento dipolar.
- 1.3.6 Ligações secundárias
  - 1.3.6.1 Dipolos permanentes, induzidos e instantâneos.
  - 1.3.6.2 Forças de Van der Waals. Influência do momento dipolar.
  - 1.3.6.3 Forças de dispersão ou London. Polarizabilidade. Influência do tamanho da molécula.
  - 1.3.6.4 Pontes de Hidrogénio.
- 1.3.7 Reacções redox em compostos orgânicos.



## 2 Estudo de grupos funcionais

### 2.1 Hidrocarbonetos alifáticos

- 2.1.1 **Saturados** (alcanos)
  - 2.1.1.1 Nomenclatura.
    - 2.1.1.1.1 Radicais alquilo.
  - 2.1.1.2 Cicloalcanos.
  - 2.1.1.3 Isomeria.
    - 2.1.1.3.1 Isomeria de constituição.
  - 2.1.1.4 Variação dos Pontos de Fusão e Ebulição com o nº de carbonos na cadeia.
- 2.1.2 **Insaturados** (alquenos e alquinos)
  - 2.1.2.1 Nomenclatura.
  - 2.1.2.2 Cicloalquenos.
  - 2.1.2.3 Polienos.
  - 2.1.2.4 Isomeria cis-trans.

### 2.2 Hidrocarbonetos aromáticos

- 2.2.1 Benzeno. Radicais fenilo e fenileno.
- 2.2.2 Nomenclatura.
- 2.2.3 Derivados do Benzeno.
- 2.2.4 Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos.

### 2.3 Compostos com oxigênio

#### 2.3.1 Alcoóis

- 2.3.1.1 Nomenclatura.
- 2.3.1.2 Alcoóis primários, secundários e terciários. Alcoóis aromáticos.
- 2.3.1.3 Isomeria de posição. Isomeria funcional.
- 2.3.1.4 Importância das Pontes de Hidrogênio nas propriedades dos alcoóis. Variação desta importância com o nº de carbonos da cadeia.
- 2.3.1.5 Oxidação-redução de alcoóis.
- 2.3.1.6 Poliois. Glicóis.
- 2.3.1.7 Fenóis
  - 2.3.1.7.1 O caso particular da Hidroquinona.
    - 2.3.1.7.1.1 Oxidação da Hidroquinona.
    - 2.3.1.7.1.2 Importância do pH.

#### 2.3.2 Cetonas

- 2.3.2.1 O grupo carbonilo.
- 2.3.2.2 Nomenclatura.
- 2.3.2.3 Cetonas aromáticas

#### 2.3.3 Ácidos orgânicos (carboxílicos)

- 2.3.3.1 Grupo carboxilo. Suas propriedades.
- 2.3.3.2 Nomenclatura.
- 2.3.3.3 Comparação com os ácidos inorgânicos (clorídrico, sulfúrico e nítrico).

### 2.4 Compostos com azoto

#### 2.4.1 Aminas

- 2.4.1.1 Nomenclatura.

- 2.4.1.2 Aminas aromáticas
  - 2.4.1.2.1 O caso particular da p-fenilenodiamina
  - 2.4.1.2.2 Utilização em fotografia
- 2.4.2 Cianinas Utilização em fotografia
- 2.4.3 Corantes azo. Utilização em fotografia .

## 2.5 Compostos heterocíclicos

# 3 A Química na fotografia a preto e branco

## 3.1 Formação da imagem latente

- 3.1.1 Constituição química de uma emulsão fotográfica a preto e branco.
- 3.1.2 O mecanismo físico-químico de formação da imagem latente.
- 3.1.3 Composição da emulsão, a nível submicroscópico, após a fotosensibilização.

## 3.2 A fotosensibilidade dos sais de prata

- 3.2.1 Variação da fotosensibilidade com o comprimento de onda da radiação.
- 3.2.2 Sensibilização cromática da emulsão.
  - 3.2.2.1 Ortocromia e pancromia. Sensibilização aos Infra-Vermelhos.
  - 3.2.2.2 Mecanismo da sensibilização cromática.
  - 3.2.2.3 Sensibilizadores mais comuns.

## 3.3 Principais passos que ocorrem num processamento a preto e branco

- 3.3.1 Revelação.
- 3.3.2 Fixagem.
- 3.3.3 Estabilização-*tonning*.

## 3.4 Revelação

- 3.4.1 Composição dos banhos reveladores. Função de cada componente.
- 3.4.2 Composição química dos agentes reveladores: características comuns.
- 3.4.3 Mecanismo químico da revelação
  - 3.4.3.1 Importância do pH.
  - 3.4.3.2 Efeito da posição de substituição no anel benzénico na capacidade reveladora.
- 3.4.4 Reveladores mais comuns.
- 3.4.5 Banho de paragem.

## 3.5 Fixação

- 3.5.1 Mecanismo de acção do tiossulfato (hipossulfito) de sódio.

## 3.6 Estabilização-*tonning*

- 3.6.1 Métodos de estabilização.
- 3.6.2 Mecanismo da estabilização.

# 4 A Química na fotografia a cores

## 4.1 A reprodução de cores

- 4.1.1 Síntese cromática aditiva



- 4.1.1.1 Cores primárias aditivas e suas complementares.
- 4.1.1.2 Cores secundárias aditivas.
- 4.1.2 Síntese cromática subtractiva
  - 4.1.2.1 Cores primárias subtractivas e suas complementares.
  - 4.1.2.2 Cores secundárias subtractivas.
- 4.2 Constituição de uma película a cores**
  - 4.2.1 O sistema de multicamadas (tri-pack).
  - 4.2.2 Os formadores de cor (acopladores)
    - 4.2.2.1 Acopladores mais comuns.
    - 4.2.2.2 Mecanismo de acção.
- 4.3 Formação da imagem latente na fotografia a cores**
  - 4.3.1 Activação de cada camada cromática pelas diversas cores.
  - 4.3.2 Imagem latente.
- 4.4 Principais passos que podem ocorrer num processamento cromogénico**
  - 4.4.1 Revelação a preto e branco.
  - 4.4.2 Revelação cromogénica.
  - 4.4.3 Reversão.
  - 4.4.4 Branqueamento.
  - 4.4.5 Fixagem.
  - 4.4.6 Estabilização-tonning.
- 4.5 Tipos de processos cromogénicos**
  - 4.5.1 Processo negativo-positivo Kodak C-41 – Produção de transparências negativas (“negativos”).
  - 4.5.2 Processo reversivo Ektachrome E6 – Produção de transparências positivas (“diapositivos”).
  - 4.5.3 Processo de eliminação de corante (Cibachrome/Ilforchrome)
  - 4.5.4 Outros processos.
- 4.6 Revelação**
  - 4.6.1 Composição dos banhos de revelação.
  - 4.6.2 Reveladores de cor mais comuns.
  - 4.6.3 Mecanismo químico da revelação cromogénica.
    - 4.6.3.1 Mistura de dois reveladores. A superaditividade.
- 4.7 Branqueamento**
  - 4.7.1 Principais agentes de branqueamento.
  - 4.7.2 O mecanismo químico do branqueamento.
- 4.8 Fixagem**
  - 4.8.1 O tiosulfato (hipossulfito) de sódio
  - 4.8.2 O mecanismo químico da fixagem.
- 4.9 Estabilização-tonalização (tonning)**
  - 4.9.1 Principais agentes de estabilização.
  - 4.9.2 O mecanismo químico da estabilização.



**4.10 A reversão no processo Ektachrome E6**


- 4.10.1 Os passos do processo de reversão
- 4.10.2 O mecanismo químico da reversão.
- 4.10.3 Os principais agentes de reversão.

**4.11 O processo de eliminação de corante (Cibachrome/Ilforchrome)**

- 4.11.1 Constituição de uma emulsão fotográfica própria para este processo.
- 4.11.2 Os passos do processo de eliminação de corante.
- 4.11.3 O mecanismo químico da “eliminação do corante” (*silver-dye bleach*).

**4.12 Análise comparativa dos três processos C41, E6 e Eliminação de corante**

## Bibliografia

- ❖ C. Correia, A. Nunes, *Química 11º ano*, Porto Editora, Porto, 1995
  - a) Cap. 3 - O que é a Química Orgânica, 146-184
- ❖ W. Bueno, J.F.C. Boodts, L. Degreve, F.A. Leone, *Química Geral*, McGrawHill, Rio de Janeiro, 1978.
  - a) Paragrafo 4.7 - Forças intermoleculares, 149-160.
- ❖ *Photographic Chemistry and Processing*, Sidney F. Ray ed., Focal Press, Oxford, 1994, 434 pags.
- ❖ Luís Pavão, *Conservação de Coleções Fotográficas*, Dinalivro, Lisboa, 1997, 315 pags. (conservação)
- ❖ Morten Jacobsen, *Film Storage*, in *Polymers in Conservation*, N.S. Allen, M. Edge, C.V. Horie (eds), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1992 (Conservação)
- ❖ Eurico C.C. Melo, *Fotografia: da magia à Química-Física*, Química e Sociedade, ed. A. R. Dias, J. M. Ramoso, Soc. Port. de Química, 1990, 145-166
- ❖ Samuel A. Forman, *The Dynamic Interplay between Photochemistry and Photography*, Journal of Chemical Education, 52, 1975, 629-631 (História)
- ❖ Michael Freeman, *Grande Manual da Fotografia*, Dinalivro, Lisboa, 1993, 336 pags.
  - a) As películas, pags. 46-58
- ❖ L. Stroebel, J. Compton, I. Current, R. Zakia, *Basic Photographic Materials and Processes*, Focal Press, London, 2ª ed. 2002, 410 pgs.
  - a) Caps. 6-9, 14, 15.
- ❖ Pierre Glafkidés, *Chimie et Physique Photographiques*, Éditions l'Usine, 1987, Paris, 1272+31 pags.
  - a) Cap. 9, paragrafo 126, Les substances développatrices, pag. 152.
  - b) Paragrafo 178, Le fixage à l'hyposulfite de sodium, pag. 190-191.
  - c) Cap. 38 - Le Développement Chromogène, pag. 888-909. 
- ❖ Eurico Melo, *O Chapéu de Carmen Miranda*, Bol. Soc. Port. Quím., 73, 1999, 1-8
- ❖ M. S. Langford, *Tratado de Fotografia*, Dinalivro, Lisboa, sem data, 390 pags.
  - a) cap. 10 - Como actua as emulsões a cores, pag. 191-243.
- ❖ R. E. Jacobson, S. F. Ray, G. G. Attridge, *The Manual of Photography*, Focal Press, 8ª ed., London, 1988, 293 pags.
  - a) Cap. 14 - Principles of colour photography, 161-168
  - b) Cap. 16 - The reproduction of colour, 195-210
  - c) Cap. 17 - Developers and development, 211-224
  - d) Cap. 24 - The chemistry of colour image formation, pag. 319-339
  - e) Appendix - Processing formulae for black and white materials; Processing formulae for colour materials;
- ❖ Henry Wilhelm, *The Permanence and Care of Color Photographs*, Preservation Publishing Company, Iowa, 1993, 744 pags. (conservação)
- ❖ Wayne C. Guida, D. J. Raber, *The Chemistry of Color Photography*, Journal of Chemical Education, 52, 1975, 622-628.
- ❖ Mary V. Orna, *Chemistry and Artists' Colors. Part I. Light and color*, Journal of Chemical Education, 57, 1980, 264-266.
- ❖ Mary V. Orna, *Chemistry and Artists' Colors. Part II. Structural features of colored compounds*, Journal of Chemical Education, 57, 1980, 264-266.