

## **ÓPTICA APLICADA**

**2º Ano Regime:** Semestral (1º)  
**Ano Lectivo:** 2012-2013

Total	TP	OT	ECTS
108 h	30 h	2 h	4

**Docente:** Eq. a Assistente do 2º Triénio - *Mestre* - Rui Manuel Domingos Gonçalves

### **OBJECTIVO**

Sendo o uso de sistemas ópticos de fundamental importância em fotografia, tem esta unidade curricular o objectivo de instruir quais os problemas e as soluções existentes na obtenção de sistemas ópticos de qualidade, para aplicação em fotografia. Os efeitos e as respostas em termos de imagem final que esses mesmos sistemas nos fornecem são também abordados, tal como as características físicas fundamentais da formação de imagens.

### **PROGRAMA**

#### **1 - O papel das objectivas na fotografia**

"Imagiar". Registrar. Medir. Prolongar a percepção visual humana. Auto-expressão.

#### **2 - Requisitos Ópticos (para fotografia)**

Campo de visão. Plano focal perpendicular ao eixo óptico. Iluminação uniforme. Desenho ortoscópico. Maior abertura possível. Diminutas aberrações cromáticas. Elevada transmissão óptica. Resolução e contraste. Robustez mecânica. Ergonomia. A óptica dos sistemas auxiliares.

#### **3 - Formação de imagem por simples sistemas ópticos**

Tipos de imagem. "O furinho" (*the pinhole*). Lentes simples. Distância focal. Espelhos simples; espelho plano, espelhos esféricos e asféricos. Características da imagem; orientação, forma, amplificação. Construção da imagem por métodos gráficos. Cálculo das propriedades da imagem; convenção do sinal, equação das lentes conjugadas, equação de Newton, invariante de Lagrange. Limitações da imagem.

#### **4 - Formação de imagem por sistemas de lentes compostas**

Planos cardinais. Ponto nodal anterior. A lente fina; tipos de lentes. Combinação de lentes finas. Distância focal efectiva. Comprimento focal anterior e distância focal anterior. Combinações específicas de lentes; positiva-positiva, positiva-negativa, negativa-positiva. Sistemas de variação focal. Tipos de objectivas; grande-angular, "normal", teleobjectivas e *Tilt/shift*. Telescópios. Microscópio composto. Correctores de campo (*field flatteners*). Sistemas Relés.



## 5 - O desempenho dos sistemas ópticos compostos

Lentes; esféricas, asféricas. Espelhos; planos e curvos. Divisores de luz. Janelas e vidros ópticos planos. Prismas. Lentes e espelhos de Fresnel. Fibra óptica. Micro lentes.

## 6 - Aberrações - defeitos dos sistemas ópticos na imagem

Falha do sistema óptico paraxial. Aberrações monocromáticas. Características dos vários tipos de configurações ópticas. Coeficientes de aberração de *Seidel*. Diagramas de pontos (*spot diagrams*). Aberrações na frente de onda. Termos de aberração; aberração esférica, coma, astigmatismo, curvatura de campo e distorção. Curvatura de campo; camera de Schmidt, filme plano, corrector de campo (*field flattener*). Distorção; *barrel* e *pincushion*, medições.

## 7 - Correção de cor nas lentes

Erros cromáticos. Aberração cromática transversal. Combinações acromáticas; alguns dupletos e tripletos. Dispersão anómala. Espectro primário e secundário. Objectivas apoacromáticas e superacromáticas. Lentes monocromáticas. Sistemas reflectores. Fotografia ultravioleta e infravermelho.

## 8 - "Velocidade" (*Speed*) das objectivas

Exposição. *field stop*. Diafragma de iris (*aperture stop*). Pupila; de entrada e de saída. Abertura relativa. Calibração da abertura. Abertura efectiva. Escala internacional de aberturas. Transmissão. Fotometria da formação da imagem; princípios teóricos. Abertura relativa máxima. Lei de iluminação do  $\cos^4\theta$ . *Vignetting*: óptico e mecânico. Filtros de correção do *vignetting*. Poder de cobertura das objectivas.

## 9 - Luz parasita nas imagens

Efeitos de brilhos parasitas. Luz parasita de fundo. Tipos e fontes de luz parasita. Medições de luz parasita. Imagens fantasma. Redução dos brilhos parasitas; desenho das objectivas e cameras. Sistema de para-sol.

## 10 - Poder resolvente das objectivas e sistemas de imagem

Resolução e poder resolvente. Objectivas limitadas apenas pela difracção. Critérios de resolução; *Rayleigh*, *Sparrow* e *Dawes*. Limitações práticas. Objectivas limitadas pela aberração. Poder resolvente fotográfico. Medições do poder resolvente; alvos de teste e seu contraste óptico. Frequência espacial.

## 11 - Profundidade de campo e profundidade de foco

Parâmetros da profundidade de campo; definição, acuidade visual, círculo de menor confusão. Equações da profundidade de campo. Distribuição da profundidade de campo. Profundidade de campo na prática, desvios em relação á teoria. Tabelas de profundidade de campo. Profundidade de campo em macrofotografia. Definição do fundo. Profundidade de foco. Irregularidades na superfície do filme. Registos de profundidade de campo nas objectivas *zoom*.

## AVALIAÇÃO

A avaliação dos conhecimentos adquiridos constará de duas componentes:

- uma prova escrita final (ponderação de 90% na classificação final),
- presença e participação em aula (ponderação de 10% na classificação final).

A classificação é de 0 a 20 valores. O aluno é aprovado à disciplina se obtiver uma classificação final igual ou superior a 10 valores.

Não é permitido o uso de qualquer equipamento electrónico, durante a realização da prova de avaliação escrita.

## BIBLIOGRAFIA

### Em Inglês:

[1I] “*Applied Photographic Optics*” - Sidney F. Ray, Focal Press  
1988 (1ªEd.) (CDA 13300), 1997 (2ªEd.) (CDA 17963), 2002 (3ªEd.) (CDA 22848),

[2I] “*Photographic - Lenses & Optics*” - Series Editor: Sidney F. Ray  
Technical Pocket Books, 1994 Focal Press (CDA 15280)

[3I] “*Technology & Imaging Science*” - Series Editor: Sidney F. Ray  
Technical Pocket Books, 1994 Focal Press (CDA 15281)

### Em Castelhana:

[1C] “*Optica Fotográfica: un enfoque moderno de la técnica de la definición*”,  
Arthur Fox, trad. Ramón Alvarez, 1979, Barcelona (CDA 23469)

### Em Português:

[1P] “Telescópios”, Guilherme de Almeida  
2004 Plátano Editora

[2P] “Observar o céu profundo”, Guilherme de Almeida e Pedro Ré  
2000 (1ªEd.), 2003 (2ªEd.), Plátano Edições Técnicas

[3P] “Fotografar o Céu”, Pedro Ré  
2002 Plátano Edições Técnicas

[4P] “Sistema Internacional de Unidades (S.I.)”, Guilherme de Almeida  
1988 (1ªEd.) (CDA 12603 e 15415), 1997 (2ªEd.) (CDA 18791), 2002 (3ªEd.)  
Plátano Edições Técnicas

[CDA – Centro de Documentação e Arquivo – Biblioteca do IPT]

Documentação em suporte digital (sebenta, fichas de exercícios, etc) está disponível em <http://www.e-learning.ipt.pt/> e o acesso é condicionado aos alunos inscritos, mediante palavra-chave.

Horário de atendimento e acompanhamento dos alunos: 3ª-feira das 11h-12h

Gabinete do docente: B103      Extensão telefónica: 4220      email: rui.goncalves@ipt.pt

*Rui Gonçalves*