



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

Área Interdepartamental de Física

**Curso de Fotografia**

**DISCIPLINA DE ÓPTICA APLICADA**

**2º Ano**      **Regime:** Semestral (1º)  
**Ano Lectivo:** 2009/2010

T	TP	OT	ECTS
30	-	5	3,5

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

**OBJECTIVO**

Sendo o uso de sistemas ópticos fundamental na fotografia, tem esta disciplina por objectivo, a apreensão dos problemas e soluções possíveis na obtenção dos sistemas ópticos de qualidade usados em fotografia. Os efeitos e as respostas em termos de imagem final que esses mesmos sistemas nos fornecem são também abordados.

**PROGRAMA**

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

"Imagiar". Registrar. Medir. Prolongar a percepção visual. 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. 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 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. 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 objectiva 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 será efectuada de dois modos distintos:

- exclusivamente por prova escrita no final do semestre (nas épocas de frequência, de exame ou de recurso). A prova escrita e a participação em aula, têm ponderações para a nota final de 95 e 5%, respectivamente.

- por realização de um trabalho escrito de pesquisa e desenvolvimento e respectiva apresentação em aula, e a realização de uma prova escrita no final do semestre (nas épocas de frequência, de exame ou de recurso). O trabalho realizado, a prova escrita e a participação em aula têm ponderações, respectivamente de, 45, 50 e 5%, na nota final da disciplina. Ter em atenção que, na prova escrita o aluno não poderá responder a perguntas sobre o tema que desenvolveu no seu trabalho.

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.

## BIBLIOGRAFIA

### Em Inglês:

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

[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)

Rw 07