
Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS ÓTICOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Cursos BIOLOGIA MARINHA (1.º ciclo) (*)

(*) Curso onde a unidade curricular é opcional

Unidade Orgânica Faculdade de Ciências e Tecnologia

Código da Unidade Curricular 14121302

Área Científica FÍSICA

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português

Modalidade de ensino Presencial

Docente Responsável Rui Manuel Farinha das Neves Guerra

| DOCENTE | TIPO DE AULA | TURMAS | TOTAL HORAS DE CONTACTO (*) |
|---------|--------------|--------|-----------------------------|
|---------|--------------|--------|-----------------------------|

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

| ANO | PERÍODO DE FUNCIONAMENTO* | HORAS DE CONTACTO | HORAS TOTAIS DE TRABALHO | ECTS |
|-----|---------------------------|-------------------|--------------------------|------|
| 3º | S2 | 45T; 15PL | 168 | 6 |

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Física

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

- Dominar os conceitos fundamentais de ótica geométrica que permitem compreender os fundamentos dos instrumentos óticos usados em ciências da vida, especialmente o microscópio.
- Perceber as especificações dos materiais óticos mais comuns (lentes, vidros, filtros)
- Adquirir noções básicas de polarização e difração de forma a compreender quais as limitações da ótica geométrica e quando é que é importante considerar a polarização e a difração da luz em aplicações óticas na biologia.
- Compreender os mecanismos essenciais de propagação da luz nos meios biológicos, nomeadamente o espalhamento múltiplo e a absorção
- Conhecer a instrumentação optoeletrónica que está na base da construção dos instrumentos óticos, nomeadamente os vários tipos de detetores.
- Conhecer os fundamentos e aplicações das técnicas espectroscópicas mais habituais
- Compreender as técnicas de microscopia mais importantes, nomeadamente a ótica clássica, de campo escuro, confocal e de fluorescência.

Conteúdos programáticos

1. **Produção da luz** : Espectro. Radiometria. Corpo negro. Lâmpadas.
2. **Ótica geométrica** : Princípios de Huygens e Fermat. Reflexão e refração. Lentes finas e espelhos. Leis das lentes. Traçado de raios.
3. **Instrumentos óticos** : aberturas, pupilas e *stops* . Prismas. O microscópio e o telescópio.
4. **Polarização** : Produção de luz polarizada. Dicroísmo e birrefringência. Polarimetria.
5. **Difração** : Difração de Fraunhofer. Limitação da resolução por difração. Redes de difração.
6. **Lasers** . Emissão estimulada. Princípio de funcionamento e características principais.
7. **Propagação da luz nos meios biológicos** : Parâmetros macroscópicos. Aproximação da difusão. Interação luz-tecido.
8. **Instrumentação opto-eletrónica essencial** : câmaras, espectrómetros, fotodíodos, tubos foto-multiplicadores.
9. **Técnicas espectroscópicas**: Espectrofotometria. Refletância e transmitância difusas. Fluorescência. Espectroscopia Raman.
10. **Técnicas de microscopia** : microscopia ótica clássica, de campo escuro, confocal e de fluorescência.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os conteúdos estão organizados de forma integrada, visando permitir a aquisição de conhecimentos básicos de ótica com o foco nas aplicações biológicas. A abordagem é também autocontida, não exigindo de conhecimentos prévios de ótica. Parte-se de aspetos gerais da ótica para o estudo de algumas áreas importantes de aplicação da ótica em ciências biológicas. Globalmente, pretende-se promover a compreensão dos princípios de funcionamento dos instrumentos e técnicas óticas mais empregues em biologia de forma a otimizar o seu emprego em investigação e trabalho rotineiro de laboratório.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A cadeira engloba 45 horas teóricas e 15 horas de prática laboratorial. A avaliação é composta por uma componente teórica (70%) e por uma componente prática (30%). A componente teórica consiste em duas frequências e/ou exames. A componente prática resulta da avaliação dos relatórios dos trabalhos laboratoriais.

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Optou-se por uma cadeira eminentemente teórica, porque o campo da ótica é vasto e requer uma introdução bastante orientada aos alunos provenientes dos cursos de ciências biológicas. Assim, nas horas teóricas os conceitos serão apresentados ao ritmo adequado a uma introdução ao tema. Por outro lado, optou-se por complementar o ensino com uma componente prática para que os alunos possam verificar como os princípios básicos de várias técnicas se podem reproduzir a um nível simples com alguns componentes óticos.

Bibliografia principal

- Apontamentos fornecidos pelo professor
- Pedrotti, Frank L., Leno M. Pedrotti, and Leno S. Pedrotti. *Introduction to optics* . Cambridge University Press, 2017.
- Murphy, Douglas B. *Fundamentals of light microscopy and electronic imaging* . John Wiley & Sons, 2002.
- Pavia, Donald L., et al. *Introduction to spectroscopy* . Cengage Learning, 2008.

Academic Year 2019-20

Course unit INTRODUCTION TO OPTICAL METHODS IN BIOLOGICAL

Courses MARINE BIOLOGY (1st Cycle) (*)

(*) Optional course unit for this course

Faculty / School FACULTY OF SCIENCES AND TECHNOLOGY

Main Scientific Area FÍSICA

Acronym

Language of instruction Portuguese

Teaching/Learning modality Presential

Coordinating teacher Rui Manuel Farinha das Neves Guerra

| Teaching staff | Type | Classes | Hours (*) |
|----------------|------|---------|-----------|
|----------------|------|---------|-----------|

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

| T | TP | PL | TC | S | E | OT | O | Total |
|----|----|----|----|---|---|----|---|-------|
| 45 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 |

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

Basic physics

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

- Master the fundamental concepts of geometric optics that allow understanding the fundamentals of optical instruments used in life sciences, especially the microscope.
- Understand the specifications of the most common optical materials (lenses, glasses, filters)
- Acquire basic knowledge on the optics of polarization and diffraction in order to understand the limitations of geometric optics and when it is important to consider the polarization and diffraction of light in optical applications in biology.
- Understand the essential mechanisms of light propagation in biological media, namely multiple scattering and absorption
- Know the optoelectronic instrumentation that underlies the construction of optical instruments, namely the various types of detectors.
- Know the fundamentals and applications of the most common spectroscopic techniques.
- Understand the most important microscopy techniques, namely classical, darkfield, confocal and fluorescence optics.

Syllabus

1. Light production: Spectra. Radiometry. Black body Lamps.
2. Geometric optics: Principles of Huygens and Fermat. Reflection and refraction. Thin lenses and mirrors. Laws of lenses. Ray tracing.
3. Optical instruments: apertures, pupils and stops. Prisms. The microscope and the telescope.
4. Polarization: Production of polarized light. Dichroism and birefringence. Polarimetry.
5. Diffraction: Fraunhofer Diffraction. Limitation of resolution from diffraction. Diffraction gratings.
6. Lasers. Stimulated emission. Working principle and main features.
7. Light propagation in biological media: macroscopic parameters. Approximation of diffusion. Light-tissue interaction.
8. Essential opto-electronic instrumentation: cameras, spectrometers, photodiodes, photo-multiplier tubes.
9. Spectroscopic techniques: Spectrophotometry. Diffuse reflectance and transmittance. Fluorescence. Raman spectroscopy.
10. Microscopy techniques: classical, darkfield, confocal and fluorescence optical microscopy.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

The contents are organized in an integrated way, aiming to allow the acquisition of basic optical knowledge focusing on biological applications. The approach is also self-contained, requiring no prior knowledge of optics. It starts with general aspects of optics for the study of some important areas of application of optics in biological sciences. Overall, it aims to promote understanding of the working principles of the most commonly used optical instruments and techniques in biology in order to optimize their use in research and routine laboratory work.

Teaching methodologies (including evaluation)

This unit comprises 45 theoretical hours and 15 hours of laboratory practice. The evaluation consists of a theoretical component (70%) and a practical component (30%). The theoretical component consists of two frequencies and/or exams. The practical component results from the evaluation of laboratory work reports.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

The option was made for an eminently theoretical unit, because the field of optics is vast and requires a tutorial introduction to the students coming from biological science courses. Thus, in the theoretical hours the concepts will be presented at the appropriate pace for an introduction to the theme. On the other hand, it was decided to complement teaching with a practical component so that students can see how the basic principles of various techniques can be reproduced at a simple level with some optical components.

Main Bibliography

- Notes supplied by the teacher
- Pedrotti, Frank L., Leno M. Pedrotti, and Leno S. Pedrotti. *Introduction to optics*. Cambridge University Press, 2017.
- Murphy, Douglas B. *Fundamentals of light microscopy and electronic imaging*. John Wiley & Sons, 2002.
- Pavia, Donald L., et al. *Introduction to spectroscopy*. Cengage Learning, 2008.