

**Plan Docente de**  
**“Óptica Electromagnética”**  
**Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones**  
**especialidad Telemática**



**I. Descripción y contextualización**

| <i>Identificación y características de la materia</i> |  |                                     |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| <i>Denominación y código</i>                          | Óptica Electromagnética (ITTT)   |                                     |  |                                     |
| <i>Curso y Titulación</i>                             | 1º Ingeniero de Telecomunicaciones (ITTT, 225 creditos. LRU)             |                                     |  |                                     |
| <i>Area</i>   | Física Aplicada  |                                     |  |                                     |
| <i>Departamento</i>                                   | Física   |                                     |  |                                     |
| <i>Tipo</i>   | Obligatoria (1,5 + 3 ctos. LRU)  |                                     | Avanzada                                     |                                     |
| <i>Coefficientes</i>                                  | Practicidad: 3 (Medio-alto)  |                                     | Agrupamiento: 2 (Medio-bajo)                 |                                     |
| <i>Duración ECTS (créditos)</i>                       | Segundo Cuatrimestre   |                                     | 3,6 ECTS (90 h)                              |                                     |
| <i>Distribución ECTS (rangos)</i>                     | Grupo Grande: 25 %<br>22,5 horas   | Seminario-Lab.: 15 %<br>13,5 horas  | Tutoría ECTS: 5 %<br>4,5 horas               | No presenciales: 55 %<br>49,5 horas |
| <i>Descriptores (según BOE)</i>                       | Ondas electromagnéticas. Óptica cuántica. Aplicaciones telemáticas (2 C) |                                     |  |                                     |
| <i>Coordinador-Profesor/es</i>                        | Francisco Solano Macías  |                                     |  |                                     |
| <i>Tutorías complementarias (1)</i>                   | Despacho<br><b>23</b>  | Extensión telefónica<br><b>2542</b> | Correo electrónico<br><b>psolano@unex.es</b> |                                     |
| <i>Tutorías complementarias (2)</i>                   |  |                                     |  |                                     |

## *Contextualización profesional*

### *Conexión con los perfiles profesionales de la Titulación*

La principal conexión de la materia con los perfiles profesionales de la Titulación radica en la formación científica que todo ingeniero debe poseer. Esta formación científica les permitirá adaptarse a los continuos cambios tecnológicos que en el área de las Telecomunicaciones se vienen produciendo.

De forma más concreta y basándonos en los perfiles profesionales de la Titulación que aparecen en el denominado libro blanco los perfiles profesionales relacionados con esta materia podrían ser:

- Docencia e investigación para desarrollo de nuevas tecnologías, servicios, etc.
- Innovación: Adaptación o incorporación de nuevas tecnologías TIC a los procesos productivos de la empresa.
- Operación y mantenimiento de infraestructura.

## *Contextualización curricular*

### *Conexión con las competencias genéricas y específicas del Título*

La materia de este Plan Docente tiene conexión con la competencia específica número 9 cuyo contenido se describe en el apartado “Competencias Específicas de la Titulación (CET)” del proyecto “Plan docente para el primer curso de Ingeniería Técnica en Telecomunicación, especialidad de Telemática”.

Así mismo, se relaciona con las competencias genéricas de la titulación números 1, 3, 9, 12, 13 y 14 recogidas en el mismo documento.

### *Interrelaciones con otras materias*

La interrelación con otras materias queda especificada en el apartado de Requisitos y Redundancias del punto III de este Plan Docente.

## *Contextualización personal\**

### *Itinerarios de procedencia y requisitos formativos de los alumnos*

Sería interesante que los alumnos que cursen esta materia procedan de alguna de las opciones científico-técnicas de los Bachilleratos de Ciencias de la Salud y el Tecnológico. Por supuesto también tienen formación inicial aquellos alumnos procedentes de otras Titulaciones Universitarias, siempre que hayan cursado en estas titulaciones asignaturas del área de Física. Los alumnos procedentes de Ciclos Formativos de Grado Superior suelen tener bastantes deficiencias en conocimientos básicos de Física y en conocimientos básicos de Matemáticas, que sin duda le acarrearán dificultades en el proceso de aprendizaje de esta materia.

### *Otras consideraciones de interés*

## II. Objetivos

| <i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>   | <i>Vinculación</i>            |
|---|-------------------------------|
| <b><i>Generales: Descripción</i></b>  | <b><i>CET<sup>1</sup></i></b> |
| 1. Comprender los principios y conceptos fundamentales de las ondas electromagnéticas y de la Física cuántica, valorando el papel que desempeñan en el desarrollo de las Telecomunicaciones | 9                             |
| 2. Manejar adecuadamente instrumentación de laboratorio, programas de simulación, así como diversos métodos de medida.  | 1,3,9                         |
| 3. Comprender y utilizar leyes físicas y ecuaciones teóricas, deducidas a partir de simplificaciones de la realidad.  | 1,9                           |
| 4. A partir de una serie limitada de observaciones, ser capaz de emitir un juicio justificado sobre la solución adecuada.   | 9                             |
| <b><i>Específicos: Descripción</i></b>  |                               |
| 5. Comprender la importancia de la teoría electromagnética de Maxwell.  | 9                             |
| 6. Describir la generación de ondas electromagnéticas   | 9                             |
| 7. Explicar la forma de propagación de las ondas electromagnéticas.   | 9                             |
| 8. Describir las propiedades de diversas ondas electromagnéticas.   | 9                             |
| 9. Entender los usos de diversas clases de ondas electromagnéticas.   | 9                             |
| 10. Comprender la polarización de las ondas electromagnéticas.  | 9                             |
| 11. Entender la interacción de la radiación con la materia.   | 9                             |
| 12. Comprender por qué el efecto fotoeléctrico obliga a una descripción corpuscular de la luz.  | 9                             |
| 13. Comprender como una descripción ondulatoria de la materia explica la estabilidad atómica.   | 9                             |
| 14. Asimilar la complementación entre las descripciones ondulatoria y corpuscular.  | 9                             |
| 15. Describir las transiciones radiativas.  | 9                             |
| 16. Comprender la unión P-N como base de diversos dispositivos optoelectrónicos   | 9                             |
| 17. Describir los usos de diversos dispositivos optoelectrónicos.   | 9                             |
| 18. Comprender los fundamentos físicos de la luz láser.   | 9                             |
| 19. Describir las propiedades de la luz láser.  | 9                             |
| 20. Entender las características de las fibras ópticas.   | 9                             |
| 21. Estudiar la propagación por fibra óptica desde un punto de vista físico.  | 9                             |
| 22. Describir las aplicaciones de la fibra óptica en las telecomunicaciones.  | 9                             |
| <b><i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i></b>  | <b><i>Vinculación</i></b>     |
| <b><i>Descripción</i></b>   | <b><i>CG</i></b>              |
| 23. Desarrollar la capacidad de analizar y evaluar las informaciones, las fuentes de información, dotándoles de una actitud crítica.  | 12                            |
| 24. Resolver problemas con creatividad y confianza en los propios conocimientos   | 9                             |
| 25. Ser capaz de comunicar conocimientos especializados   | 13                            |
| 26. Formarse y actualizar conocimientos de forma continuada.  | 14                            |
| 27. Mejorar la capacidad de hablar en público   | 14                            |
| 28. Ser capaz de trabajar en equipo   | 13                            |

### III. Contenidos

#### *Selección y estructuración de conocimientos generales\**

- 1.- Entender la generación y propagación de ondas electromagnéticas.
- 2.- Comprender la propagación de ondas electromagnéticas en medios laminares (fibras).
- 3.- Estudiar las observaciones experimentales más importantes que ponen de manifiesto la naturaleza cuántica de la radiación
- 4.- Analizar los dispositivos generadores, amplificadores y moduladores de luz y de corriente eléctrica
- 5.- Entender los fundamentos físicos de la luz láser.
- 6.- Comprender el proceso de comunicación mediante fibra óptica.

#### *Secuenciación de bloques temáticos y temas*

##### **1. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.**

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Leyes básicas de la teoría electromagnética.
- 1.3. Ondas electromagnéticas.
- 1.4. Energía y momento de una onda electromagnética.
- 1.5. Radiación.
- 1.6. Propagación de ondas electromagnéticas en la materia: dispersión.
- 1.7. Efecto Doppler en ondas electromagnéticas.
- 1.8. Espectro de radiación electromagnética.

##### **2. INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA CON LA MATERIA: FOTONES**

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Emisión de radiación por átomos, moléculas y núcleos.
- 2.3. Absorción de radiación por átomos, moléculas y núcleos.
- 2.4. Dispersión de ondas electromagnéticas por electrones ligados.
- 2.5. Dispersión de ondas electromagnéticas por un electrón libre.
- 2.6. Fotones.

##### **3. MANIFESTACIONES CUÁNTICAS DE LA LUZ.**

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Emisión del cuerpo negro.
  - 3.2.1. Ley de Kirchhoff.
  - 3.2.2. Exitancia del cuerpo negro.
  - 3.2.3. Ley de Rayleigh-Jeans.
  - 3.2.4. Ley de Planck.
- 3.3. Efecto fotoeléctrico.
- 3.4. Efecto Compton.
- 3.5. Cuantificación de los sistemas materiales.
  - 3.5.1. Comportamiento ondulatorio de la materia.
  - 3.5.2. Función de onda. Ecuación de Schrödinger.
  - 3.5.3. Niveles de energía.

##### **4. TRANSICIONES RADIATIVAS**

- 4.1. Introducción.
- 4.2. Estados estacionarios.
- 4.3. Interacción de la radiación con la materia.
- 4.4. Espectros atómicos.
- 4.5. Espectros moleculares.
- 4.6. Transiciones radiativas en sólidos.
- 4.7. Transiciones radiativas espontáneas y estimuladas. Análisis de las mismas.

|  |
|--|
| <b>5. OPTOELECTRÓNICA.</b>   |
| 5.1. Introducción.<br>5.2. Materiales semiconductores.<br>5.3. Detectores de radiación.<br>5.4. Unión P-N: fotodiodos.<br>5.5. Fotodiodos emisores de luz (LED).<br>5.6. Dispositivos acoplados con carga (CCD).<br>5.7. Intensificadores de imagen.   |
| <b>6. LÁSERES Y LUZ LASER.</b>   |
| 6.1. Introducción.<br>6.2. Fundamentos del láser.<br>6.3. Características del láser.<br>6.4. Tipos de láser.<br>6.5. Aplicaciones.<br>6.6. Normas de seguridad.  |
| <b>7. FIBRAS ÓPTICAS. COMUNICACIÓN POR FIBRAS.</b>   |
| 7.1. Introducción.<br>7.2. Propagación por fibras ópticas. Teoría geométrica.<br>7.3. Fibras recubiertas.<br>7.4. Propagación de modos.<br>7.5. Transferencia de modos. Pérdidas.<br>7.6. Aplicación de fibras ópticas al transporte de luz y de imágenes.<br>7.7. Aplicación de las fibras ópticas a la telecomunicación. |

| <i>Interrelación</i>   |    |      |   |
|--|----|------|---|
| Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)                          |    | Tema | <i>Procedencia</i>                        |
| Conocimiento leyes de Maxwell                                | Rq | 1    | Fundamentos Físicos de la Ingeniería (1A) |
| Conocimientos de los contenidos sobre movimiento ondulatorio | Rq | 1    | Fundamentos Físicos de la Ingeniería (1A) |
| Métodos de la Física: Análisis de datos y teoría de errores  | Rq | 1-7  | Fundamentos Físicos de la Ingeniería (1A) |
| Leyes de Snell. Reflexión total                              | Rq | 6,7  | Fundamentos Físicos de la Ingeniería (1A) |
| Cálculo diferencial e integral                               | Rq | 1-7  | Análisis matemático I (1AB)               |
| Ondas electromagnéticas                                      | Rd | 1    | Medios de Transmisión (2A)                |
| Luz láser. Fibra óptica                                      | Rd | 6,7  | Transmisión de Datos (1AB)                |
|  | Rd |      | Fundamentos de Telemática (1B)            |
| Fundamentos de semiconductores                               | Rd | 5    | Electrónica analógica (2A)                |

## IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

| <i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>  |                         |     |                        | <i>Vinculación</i> |                 |
|--|-------------------------|-----|------------------------|--------------------|-----------------|
| <i>Descripción y secuenciación de actividades</i>  | <i>Tipo<sup>i</sup></i> |     | <i>D<sup>iii</sup></i> | <i>Tema</i>        | <i>Objetivo</i> |
| 1. Presentación de la asignatura: situación de los objetivos a alcanzar para orientar el aprendizaje del alumno  | GG                      | C-E | 0,5                    | 1-7                | Todos           |
| 2. Determinación de preconcepciones  | GG                      | C-E | 0,5                    | 1-7                | Todos           |
| 3. Tutoría ECTS: Planteamiento de propuestas de trabajos dirigidos. Selección de trabajos de grupo ECTS.         | ECTS                    | C-E | 0,5                    | 5-7                | 1, 16-22, 23-28 |
| 4. Elaboración trabajo monográfico de investigación sobre temas relacionados con la asignatura                   | NP                      | T-P | 10                     | 5-7                | 1, 16-22, 23-28 |
| 5. Exposición contenidos sobre ondas electromagnéticas   | GG                      | T   | 2                      | 1                  | 1, 5-10         |
| 6. Estudio de los contenidos explicados  | NP                      | T   | 1                      | 1                  | 1, 5-10         |
| 7. Resolución de ejercicios sobre contenidos explicados  | GG                      | P   | 3                      | 1                  | 3,24            |
| 8. Búsqueda de información sobre la práctica a realizar  | NP                      | P   | 1                      | 1                  | 23,26,28        |
| 9. Realización práctica: Polarización de ondas electromagnéticas   | S                       | P   | 2                      | 1                  | 2,4,28          |
| 10. Tutoría ECTS: Documentación y planificación de las propuestas de trabajos de grupo                           | ECTS                    | C-E | 1                      | 5-7                | 1, 16-22, 23-28 |
| 11. Explicación y discusión de contenidos: Interacción de la radiación electromagnética con la materia           | GG                      | T   | 1                      | 2                  | 1,3,11          |
| 12. Estudio de los contenidos explicados   | NP                      | T   | 1                      | 2                  | 1,3,11,26       |
| 13. Búsqueda de información sobre la práctica a realizar   | NP                      | P   | 1                      | 2                  | 23,26,28        |
| 14. Realización práctica: Espectros electromagnéticos  | S                       | P   | 2                      | 2                  | 2,4,28          |
| 15. Explicación y discusión de contenidos: Manifestaciones cuánticas de la luz                                   | GG                      | T   | 1                      | 3                  | 1,12,13,14      |
| 16. Estudio de los contenidos explicados   | NP                      | T   | 1                      | 3                  | 1,12-14,26      |
| 17. Búsqueda de información sobre la práctica a realizar   | NP                      | P   | 1                      | 3                  | 23,26,28        |
| 18. Realización práctica: Trabajando con Microondas  | S                       | P   | 2                      | 1-3                | 2,4,28          |
| 19. Resolución de ejercicios sobre contenidos explicados   | GG                      | P   | 2                      | 2-3                | 3,4,24          |
| 20. Utilización de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en el aula: Software de simulación | S                       | P   | 1                      | 1-3                | Todos           |
| 21. Tutoría ECTS: Documentación y desarrollo de las propuestas de trabajos de grupo                              | ECTS                    | C-E | 1                      | 5-7                | 1, 16-22, 23-28 |
| 22. Explicación y discusión de contenidos: Transiciones radiativas   | GG                      | T   | 1                      | 4                  | 1,15            |
| 23. Estudio de los contenidos explicados   | NP                      | T   | 1                      | 4                  | 1,15,26         |
| 24. Explicación y discusión de contenidos: Optoelectrónica   | GG                      | T   | 2                      | 5                  | 1,16,17         |
| 25. Estudio de los contenidos explicados   | NP                      | T   | 1                      | 5                  | 1,16,17,26      |
| 26. Búsqueda de información sobre la práctica a realizar   | NP                      | P   | 1                      | 5                  | 23,26,28        |
| 27. Realización práctica: Usando componentes optoelectrónicos  | S                       | P   | 2                      | 5                  | 2,4,28          |
| 28. Explicación y discusión de contenidos: Láseres y luz láser   | GG                      | T   | 2                      | 6                  | 1,18,19         |
| 29. Estudio de los contenidos explicados   | NP                      | T   | 1                      | 6                  | 1,18,19,26      |
| 30. Tutoría ECTS: Seguimiento de los trabajos de grupo   | ECTS                    | C-E | 1                      | 5-7                | 1, 16-22, 23-28 |
| 31. Explicación y discusión de contenidos: Fibras ópticas. Comunicación por fibras ópticas                       | GG                      | T   | 2                      | 7                  | 1,20,21,22      |
| 32. Estudio de los contenidos explicados   | NP                      | T   | 1                      | 7                  | 1,20-22,26      |
| 33. Búsqueda de información sobre la práctica a realizar   | NP                      | P   | 1                      | 6-7                | 23,26,28        |
| 34. Realización práctica: Guía de luz mediante fibra óptica  | S                       | P   | 1                      | 4-7                | 2,4,28          |
| 35. Resolución de ejercicios sobre contenidos explicados   | GG                      | P   | 3                      | 4-7                | 3,4,24          |
| 36. Actividad de síntesis: Elaboración mapa conceptual   | NP                      | T-P | 2                      | 1-7                | Todos           |
| 37. Actividad de síntesis: Análisis y discusión de los mapas conceptuales  | Tut                     | T-P | 1                      | 1-7                | Todos           |
| 38. Búsqueda de información sobre la práctica a realizar   | NP                      | P   | 1                      | 1-7                | 23,26,28        |
| 39. Realización práctica: Medida de la velocidad de la luz en el aire  | S                       | P   | 2                      | 1-7                | 2,4,28          |
| 40. Realización práctica virtual   | S                       | P   | 2                      | 1-7                | 2,4,28          |
| 41. Tutoría ECTS: Exposición oral del trabajo preparado. Debate con compañeros                                   | ECTS                    | C-E | 1                      | 5-7                | 25,27           |
| 42. Encuesta sobre desarrollo de la actividad docente  | GG                      | C-E | 0,5                    | 1-7                | Todos           |



|  |    |     |     |     |          |
|--|----|-----|-----|-----|----------|
| 43. Elaboración memoria de prácticas       | NP | T-P | 10  | 1-7 | 23,25,28 |
| 44. Estudio y preparación del examen final | NP | T-P | 10  | 1-7 | Todos    |
| 45. Examen final                           | GG | C-E | 1,5 | 1-7 | Todos    |

| <i>Distribución del tiempo (ECTS)</i>       |                     | <i>Dedicación del alumno</i> |                    | <i>Dedicación del profesor</i> |                    |                       |
|---|---------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------|
| <i>Distribución de actividades</i>          |                     | <i>Nº alumnos</i>            | <i>H. presenc.</i> | <i>H. no presenc.</i>          | <i>H. presenc.</i> | <i>H. no presenc.</i> |
| Grupo grande<br>(Más de 20<br>alumnos)      | Coordinac./evaluac. | 25                           | 3                  | -                              | 3                  | 15                    |
|   | Teóricas            | 25                           | 12                 | 7                              | 12                 | 6                     |
|   | Prácticas           | 25                           | 8                  | 6                              | 8                  | 4                     |
|   | Subtotal            | 25                           | 23                 | 13                             | 23                 | 25                    |
| Seminario-<br>Laboratorio<br>(6-20 alumnos) | Coordinac./evaluac. | 12                           | -                  | -                              | -                  | 20                    |
|   | Teóricas            | 12                           | -                  | -                              | 14                 | 6                     |
|   | Prácticas           | 12                           | 14                 | 14                             | 28                 | 4                     |
|   | Subtotal            | 12                           | 14                 | 14                             | 42                 | 30                    |
| Tutoría ECTS<br>(1-5 alumnos)               | Coordinac./evaluac. | 9 (*)                        | 1                  | 2                              | 3                  | 10                    |
|   | Teóricas            | 9                            | 1                  | 10                             | 3                  | -                     |
|   | Prácticas           | 9                            | 3                  | -                              | 9                  | -                     |
|   | Subtotal            | 9                            | 5                  | 12                             | 15                 | 10                    |
| Tutoría comp. y preparación de ex.          |                     | 1                            |                    | 10-15                          | -                  | 10                    |
| Totales                                     |                     |                              | 42 (1,68 ECTS)     | 49 (1,96 ECTS)                 | 80                 | 75                    |

(\*) Puede invitarse a todos los alumnos a la asistencia a estas sesiones de evaluación.

## V. Evaluación

| <i>Criterios de evaluación*</i>   |  | <i>Vinculación*</i> |                        |
|---|--|---------------------|------------------------|
| Descripción   |  | <i>Objetivo</i>     | <i>CC<sup>iv</sup></i> |
| 1. Demostrar la adquisición y comprensión de los principales conceptos de la asignatura   |  | 1                   | 70 %                   |
| 2. Demostrar que una onda electromagnética dada cumple las ecuaciones de Maxwell.   |  | 1,3,5-10            |                        |
| 3. Calcular los parámetros característicos de una onda electromagnética.  |  | 1,3,5-10            |                        |
| 4. Determinar el tipo de polarización de una onda electromagnética.   |  | 1,3,10              |                        |
| 5. Relacionar energía y cantidad de movimiento de partículas con la longitud de onda y la frecuencia de las ondas correspondientes. |  | 1,3,11-15           |                        |
| 6. Aplicar el efecto Compton para calcular ángulos de dispersión.   |  | 1,3,11-15           |                        |
| 7. Calcular las frecuencias de los fotones emitidos durante las transiciones radiativas.  |  | 1,3,11              |                        |
| 8. Explicar los fundamentos de la polarización de una unión P-N.  |  | 1,3,16,17           |                        |
| 9. Analizar la emisión de luz de diferentes uniones P-N.  |  | 1,3,16,17           |                        |
| 10. Explicar la emisión de luz en diversos tipos de láser.  |  | 1,18,19             |                        |
| 11. Determinar el alcance máximo y las pérdidas que se producen en una transmisión por fibra óptica.                                |  | 1,20-22             |                        |
| 12. Analizar críticamente y con rigor los resultados de las prácticas   |  | 2,4,23,28           |                        |
| 13. Preparar con rigor una revisión bibliográfica sobre un tema de la asignatura.   |  | 23,25,26            | 20%                    |
| 14. Exponer con claridad el tema preparado.   |  | 25,27,28            | (N.R.)                 |
| 15. Participar activamente en la resolución de problemas en clase.  |  | 24                  | 10%<br>(N.R.)          |

| <i>Actividades e instrumentos de evaluación</i> |  |     |
|---|--|-----|
| Seminarios y Tutorías ECTS                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La valoración del trabajo realizado en el Laboratorio junto a la calificación obtenida en la Memoria de Práctica presentada conformaran el apto o no apto de las prácticas. <b>Será necesario tener un APTO en las prácticas para aprobar la asignatura. La asistencia será obligatoria.</b></li> </ul>   | 20% |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración y exposición pública del trabajo de investigación</li> </ul>  | 10% |
| Examen final                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno deberá realizar una prueba escrita al final del cuatrimestre. Esta prueba estará dividida en dos partes, una parte referente a los contenidos teóricos impartidos, que consistirá en un test compuesto de 20 preguntas, con cuatro respuestas cada una de ellas (una abierta), de las cuales el alumno deberá elegir una. La puntuación de este test se indicará en la tabla de calificación que acompañará cada prueba. El valor total de esta parte es del 35 % de la nota final. La segunda parte, referente a los contenidos prácticos impartidos, consistirá en la resolución de dos a cuatro ejercicios, debiéndose indicar claramente el proceso seguido para la resolución de los mismos. La puntuación de cada ejercicio se indicará en el enunciado, y el valor total de esta parte será del 35 % de la nota final</li> </ul> | 70% |

## VI. Bibliografía

### *Bibliografía de apoyo seleccionada*

- Alonso, M.; Finn, E. J.; “*FÍSICA*”. Ed.: Addison-Wesley Iberoamericana. (1995).
- Cabrera, J.M.; López, F. J. y otros. “*ÓPTICA ELECTROMAGNÉTICA*”. Vol. I: Fundamentos. 2ª Edición. Ed.: Addison-Wesley/ Universidad Autónoma de Madrid. (1998).
- Cabrera, J. M.; López, F. J. y otros. “*ÓPTICA ELECTROMAGNÉTICA*”. Vol. II: Materiales y aplicaciones. Ed.: Addison-Wesley/ Universidad Autónoma de Madrid. (2000).
- Carreño, F; Antón, M. A. “*ÓPTICA FÍSICA: PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS*”. Ed.: Prentice may. (2001).
- Casas, J; “*ÓPTICA*” 7ª Edición. Ed.: Librería General. (1994).
- Hecht, E; “*ÓPTICA*” 2ª Edición.. Ed.: Addison-Wesley. (1998).
- Sears, F.W.; Zemansky, M. W.; Young, H. D. y Freedman, R. A. “*Física Universitaria*”. volumen 1 y 2. Ed.: Adisson-Wesley, 9ª edición. (2001).

### *Bibliografía o documentación de ampliación, sitios web...\**

- ◆ <http://www.um.es/LEQ/laser/>  
Página muy interesante para comprender la luz láser. Posee diferentes applets que nos muestran por ejemplo como puede conseguirse una inversión de población o como funciona un sistema láser.
- ◆ <http://www.um.es/LEQ/laser/Java/Javapm/java/Atomphoton/index.html>  
Página que muestra el proceso de absorción y de emisión por un átomo.
- ◆ <http://www.ub.es/javaoptics/joc/castella/node6.html>  
Página que incluye contenidos teóricos sobre las ondas electromagnéticas.
- ◆ [http://alumnos.fis.ucm.es/alqua/OE/OE-1\\_00.html](http://alumnos.fis.ucm.es/alqua/OE/OE-1_00.html)  
Muestra gran cantidad de contenidos teóricos relacionados con la asignatura incluyendo problemas resueltos.
- ◆ <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/viewforum.php?f=6>  
Página en la que se incluye un laboratorio virtual de óptica con multitud de applets.
- ◆ <http://www.maloka.org/f2000/>  
Página que incluye unas jornadas interactivas sobre Física con multitud de applets que explican fenómenos relacionados con el legado de Einstein, el átomo, etc.
- ◆ <http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>  
Página de un proyecto sobre la enseñanza de la Física mediante webs. Incluye un applets curiosos sobre el efecto Doppler con efectos relativistas.

#### **Códigos.-**

<sup>1</sup> *CET*: Competencias Específicas del Título (véase el apartado de Contextualización curricular)

<sup>1</sup> *Tipos de actividades*: GG (Grupo Grande); S (Seminario o Laboratorio); Tut (Tutoría ECTS); No presenciales (NP); C-E, I (Coordinación o evaluación); T, II (Teórica de carácter expositivo o de aprendizaje a partir de documentos); T, III (Teórica de discusión); P, IV (Prácticas basadas en la solución de problemas); P, V (Prácticas basadas en la observación, experimentación, aplicación de destrezas, estudio de casos...); P, VI (Prácticas con proyectos o trabajos dirigidos); T-P, VII (Otras teórico-prácticas).

<sup>1</sup> *D*: Duración en sesiones de 1 hora de trabajo presencial o no presencial (considerando en cada hora 50-55 minutos de trabajo neto y 5-10 de descanso).

<sup>1</sup> *CC*: Criterios de Calificación (ponderación del criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final).

<sup>v</sup> *NR*: actividad “no recuperable” o que no permite evaluación extraordinaria.

(\*) Apartados no obligatorios.