

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
QUIMICA	TÉCNICAS INSTRUMENTALES	1º	1º	6	OBLIGATORIA
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
Concepción López Martínez, M <sup>a</sup> Isabel Martínez Puentedura, Luis Crovetto González, M <sup>a</sup> José Ruedas Rama			Departamento de Físicoquímica. Facultad de Farmacia. Campus Universitario de Cartuja. 18071-Granada. Telf.:958-243823. <a href="mailto:mclopezm@ugr.es">mclopezm@ugr.es</a> , <a href="mailto:martinez@ugr.es">martinez@ugr.es</a> , <a href="mailto:luiscrovetto@ugr.es">luiscrovetto@ugr.es</a> , <a href="mailto:mjruedas@ugr.es">mjruedas@ugr.es</a>		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b> - López Martínez, C: Martes, Miércoles y Jueves, de 9:30-11:30. - Martínez Puentedura, M.I: Lunes, Miércoles y Viernes, de 9:30-11:30. - Crovetto González, L: Lunes, Miércoles y Viernes de 9:30-11:30. - Ruedas Rama, M. J: Lunes, Miércoles y Viernes, de 9:30-11:30.		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en FARMACIA					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Tener conocimientos adecuados sobre: - Matemáticas - Química general - Conocimientos básicos de Física y Físicoquímica					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Estudio de las Técnicas Instrumentales más utilizadas en el Laboratorio farmacéutico así como otras Técnicas más utilizadas en la investigación farmacéutica. Dicho estudio será teórico y práctico, y se aplicará a la resolución e interpretación de problemas.					



## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### COMPETENCIAS GENÉRICAS

- CG1. Identificar, diseñar, obtener, analizar, controlar y producir fármacos y medicamentos, así como otros productos y materias primas de interés sanitario de uso humano o veterinario
- CG10. Diseñar, aplicar y evaluar reactivos, métodos y técnicas analíticas clínicas, conociendo los fundamentos básicos de los análisis clínicos y las características y contenidos de los dictámenes de diagnóstico de laboratorio
- CG15. Reconocer las propias limitaciones y la necesidad de mantener y actualizar la competencia profesional, prestando especial importancia al autoaprendizaje de nuevos conocimientos basándose en la evidencia científica disponible

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CEM 1.1. Identificar, diseñar, obtener, analizar, y producir principios activos fármacos y otros productos, y materiales de interés sanitario
- CEM 1.3. Llevar a cabo procesos de laboratorio estándar incluyendo el uso de equipos científicos de síntesis y análisis, instrumentación apropiada incluida
- CEM 1.4. Estimar los riesgos asociados a la utilización de sustancias químicas y procesos de laboratorio
- CEM 1.5. Conocer las características físico-químicas de las sustancias utilizadas para la fabricación de los medicamentos
- CEM 1.11. Conocer y aplicar las técnicas principales de investigación estructural incluyendo la espectroscopía

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Dar a conocer la importancia de las Técnicas Instrumentales en el campo farmacéutico.
- Enseñar las técnicas más utilizadas en la identificación y cuantificación de productos farmacéuticos
- Impartir los principios fisicoquímicos en los cuales se basan dichas Técnicas.
- Dar una descripción de los componentes básicos de los instrumentos utilizados.
- Funcionamiento del instrumental.
- Fundamentos de la metodología utilizada.
- Seleccionar la técnica más adecuada para el análisis y control de medicamentos, productos sanitarios, análisis de agua, alimentos y medio ambiente.
- Conocer y aplicar las técnicas principales en investigación, tanto desde el punto de vista de su fundamento, como el de la instrumentación.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

### Tema 1.-Concepto, Interés y Clasificación de las Técnicas Instrumentales.

Concepto de las Técnicas Instrumentales en las ciencias farmacéuticas. Ventajas e inconvenientes de los métodos instrumentales. Interés farmacéutico de las Técnicas Instrumentales. Clasificación de las Técnicas Instrumentales. Selección de una técnica.

COMPETENCIAS:

- Conocer como seleccionar correctamente el método instrumental más adecuado en cada caso de acuerdo a los conceptos de: exactitud, sensibilidad, límite de detección, intervalo de concentración, selectividad de una



medida.

- Conocer los distintos tipos de métodos instrumentales.

### **Tema 2.-Introducción a la espectroscopía.**

Conceptos generales. Naturaleza y propiedades de la radiación electromagnética: Efecto fotoeléctrico. Niveles de energía de átomos y moléculas. Regiones del espectro electromagnético. Reglas de selección.

COMPETENCIAS:

- Conocer las propiedades generales de la radiación electromagnética.
- Conocer las regiones del espectro electromagnético.
- Conocer las propiedades mecánico-cuánticas de la radiación.

### **Tema 3.-Componentes de los instrumentos para espectroscopía óptica.**

Configuraciones y componentes de los instrumentos utilizados en espectroscopía óptica. Fuentes de radiación de espectro continuo. Fuentes de radiación de espectro discontinuo. Selectores de longitud de onda.

Detectores de radiación.

COMPETENCIAS:

- Conocer el diseño general de los instrumentos ópticos espectroscópicos.
- Conocer las distintas fuentes de radiación.
- Conocer los selectores de longitud de onda, los detectores de radiación y recipientes de muestras adecuados para cada región del espectro electromagnético.

### **Tema 4.- Absorción de la luz.**

Ley de Lambert-Beer sobre la absorción de radiaciones. Limitaciones y desviaciones de la ley de Beer.

Intervalo de absorbancia y transmitancia de mínimo error.

COMPETENCIAS:

- Conocer las leyes de la absorción de la radiación electromagnética por la materia.
- Conocer sus limitaciones y sus aplicaciones: identificación y cuantificación; cinética de reacciones, etc.

### **Tema 5.- Espectroscopía Atómica.**

**5.1.** Introducción a la Espectroscopía Atómica. Espectros atómicos y reglas de selección

Efecto de la Temperatura en los espectros atómicos. Atomización de la muestra. Introducción de la muestra.

**5.2** Espectroscopía de Absorción Atómica. Fuentes de radiación. Atomización de llama. Atomización electroterma. Tipos de Espectrofotómetros. Interferencias.

**5.3.** Espectroscopía de Emisión Atómica. Atomizadores. Técnicas con plasma. Tipos de Espectrofotómetros. Aplicaciones. Fotometría de llama. Aplicaciones clínicas de la fotometría de llama. Comparación entre los métodos atómicos.

COMPETENCIAS:

- Conocer los diagramas de niveles de energía de los átomos.
- Conocer los espectros atómicos de emisión y absorción.
- Conocer los métodos de atomización.
- Conocer las fuentes de radiación, sistemas de vaporización, monocromadores, detectores, para las técnicas de absorción y emisión atómica.

### **Tema 6.- Espectroscopía de vibración o infrarroja.**

Región infrarroja del espectro electromagnético. Vibración de moléculas diatómicas y curva de energía potencial. Mecanismo de absorción de la radiación infrarroja. Reglas de selección. Espectros de vibración y constante de fuerza en moléculas diatómicas. Anarmonicidad. Vibración de moléculas poliatómicas.

Instrumentación en espectroscopía infrarroja. Aplicaciones de la espectroscopía infrarroja: identificación de sustancias.

COMPETENCIAS:

- Conocer las regiones del espectro infrarrojo.



- Conocer el modelo mecánico de vibración en una molécula diatómica para calcular la energía potencial de un oscilador armónico y anarmónico.
- Conocer el tratamiento cuántico de las vibraciones.
- Conocer los modos de vibraciones moleculares.
- Conocer las fuentes y detectores de radiación en la región infrarroja.
- Conocer distintos tipos de instrumentos infrarrojos.
- Conocer la manipulación de la muestra.
- Saber interpretar un espectro IR.
- Conocer la aplicación de los espectros IR a la identificación de compuestos de interés farmacéutico.

#### **Tema 7.- Espectroscopía electrónica: Ultravioleta-Visible.**

Espectros electrónicos: estructura de vibración de las bandas electrónicas. Reglas de selección. Energía de disociación. Tipos principales de tránsitos electrónicos en moléculas poliatómicas. Grupos cromóforos y auxocromos. Instrumentación. Aplicaciones de la espectroscopia molecular UV-Vis.

##### **COMPETENCIAS:**

- Conocer los tipos de transiciones electrónicas en sustancias absorbentes.
- Conocer los grupos responsables de la absorción de radiación visible y ultravioleta (cromóforos), así como la influencia de los grupos auxocromos en los espectros electrónicos.
- Conocer las fuentes de radiación, recipientes para la muestra, monocromadores y detectores.
- Conocer los tipos de instrumentos espectroscópicos, tanto de haz sencillo, como de doble haz para la región ultravioleta-visible.

#### **Tema 8.- Espectroscopía de fluorescencia.**

Bases teóricas de la espectroscopía de fluorescencia. Procesos de desactivación molecular en moléculas en estado excitado: Procesos radiantes y no radiantes. Procesos de transferencia de energía entre moléculas. Ecuación de Stern-Volmer. Tipos de espectros. Rendimiento cuántico. Factores que influyen en la intensidad de fluorescencia: Ley de Kavanagh. Instrumentación. Aplicaciones.

##### **COMPETENCIAS:**

- Conocer los estados excitados que producen fluorescencia y fosforescencia.
- Conocer los niveles de energía para las moléculas fotoluminiscentes.
- Conocer el diagrama de Jablonski, que nos muestra niveles de energía en un sistema fotoluminiscente.
- Conocer los procesos de desactivación, tanto radiantes como no radiantes y sus tiempos de vida.
- Conocer las variables que afectan a la fluorescencia.
- Conocer los instrumentos para la medida de fluorescencia.

#### **Tema 9.- Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear.**

Conceptos generales. Fundamento fisicoquímico de la RMN. Instrumentación. Desplazamiento químico. Multiplicidad. Aplicaciones: Interpretación de espectros.

##### **COMPETENCIAS:**

- Conocer los niveles de energía de un núcleo cuando se somete a un campo magnético.
- Conocer el origen del desplazamiento químico.
- Conocer el origen del desdoblamiento espín-espín.
- Saber interpretar un espectro de RMN de protón.
- Conocer la instrumentación.
- Conocer las aplicaciones de la RMN de protón, para la identificación y determinación estructural de moléculas orgánicas de interés farmacéutico.

#### **Tema 10.- Espectrometría de masas.**

Fundamento fisicoquímico. Métodos de ionización. Analizadores. Detectores. Espectros de masas. Aplicaciones.

##### **COMPETENCIAS:**



- Conocer los métodos de ionización para gases, por desorción y líquidos.
- Conocer los componentes de un espectrómetro de masas.
- Conocer el fundamento físico de los distintos analizadores.
- Saber interpretar un espectro de masas.
- Conocer en un espectro de masas los distintos picos: base, de isótopos, de ión molecular.
- Conocer la información que esta técnica proporciona acerca de la estructura de la muestra.
- Conocer las características de las técnicas de MALDI, FAB y ESI.

#### **Tema 11.- Refractometría.**

Conceptos generales. Refracción específica y refracción molar. Medida del índice de refracción. Factores que influyen en la medida del índice de refracción. Instrumentación. Aplicaciones.

##### **COMPETENCIAS:**

- Conocer las leyes fundamentales de reflexión y refracción.
- Conocer el concepto de índice de refracción absoluto.
- Conocer el concepto de reflexión total y de ángulo límite.
- Conocer el diseño de un refractómetro de ángulo crítico.
- Conocer las aplicaciones farmacéuticas basadas en medidas de índices de refracción.

#### **Tema 12.- Polarimetría.**

Luz polarizada y birrefringencia. Rotación óptica. Polarímetros. Aplicaciones de la polarimetría. Dispersión rotatoria óptica (DRO) y dicroísmo circular (DC). Espectropolarimetría. Aplicaciones de la DRO y DC.

##### **COMPETENCIAS:**

- Conocer la naturaleza ondulatoria de la luz.
- Conocer el modo de obtener luz polarizada en un plano.
- Conocer la actividad óptica y el giro del plano de polarización.
- Justificar mediante diagramas vectoriales los procesos de dispersión rotatoria óptica y dicroísmo circular.
- Saber como está constituido un polarímetro clásico y un espectropolarímetro.
- Conocer las aplicaciones en el campo farmacéutico.

#### **Tema 13.-Introducción a la Cromatografía.**

Concepto de cromatografía. Clasificación. Equilibrios de distribución. Isotermas lineales. Parámetros de distribución. Cromatografía de elución lineal. Parámetros de retención. Migración. Retención en capa fina. Teoría de los platos. Eficacia de la columna. Teoría Cinética

##### **COMPETENCIAS:**

- Conocer los fundamentos de la cromatografía.
- Conocer la clasificación de los métodos cromatográficos.
- Conocer las velocidades de migración de los solutos en una columna.
- Conocer los parámetros cromatográficos y relacionarlos entre si.
- Conocer las hipótesis de la Teoría de los Platos.
- Conocer los fundamentos cinéticos fisicoquímicos para aplicarlos a la cromatografía.
- Saber optimizar la eficacia de la columna: Variables que intervienen en el proceso.

#### **Tema 14.- Cromatografía de Gases y Líquidos de alta resolución.**

Fases móviles, gas portador, disolventes y bombas de impulsión. Inyección de muestra. Columnas. Fases estacionarias. Detectores de gases. Detectores en HPLC. Acoplamiento con espectrometría de masas.

##### **COMPETENCIAS:**

- Conocer la instrumentación de CG.
- Conocer las programaciones de temperatura.
- Conocer los procesos de adsorción en fases estacionarias sólidas, los de distribución en fases líquidas según su polaridad, los de intercambio iónico y los de exclusión por tamaño.
- Conocer los equipos de HPLC: Bombas, columnas, fases y detectores.



- Conocerlos sistemas para el acoplamiento con masas.

#### TEMARIO PRÁCTICO:

##### Seminarios/Talleres

- Se impartirán ejercicios numéricos como aplicación de los conocimientos teóricos.

##### Prácticas de Laboratorio

- **Práctica 1.-** Construcción de una gráfica de absorción espectrofotométrica. Cálculo del coeficiente de extinción molar. Determinación espectrofotométrica de una mezcla de vitaminas B<sub>2</sub> y B<sub>12</sub>.
- **Práctica 2.-** Espectros de fluorescencia
- **Práctica 3.-** Separación de aspirina, acetofenitidina y cafeína por cromatografía de capa fina.
- **Práctica 4.-** Obtención e interpretación del espectro infrarrojo del ácido acetilsalicílico.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

###### Bibliografía básica:

Principios de Análisis Instrumental. (5ª Edición) Skoog-Holler-Nieman. Editorial Mc Graw Hill.  
Espectroscopia Atómica y Molecular. J. Zúñiga Román. Pearson Educación.  
Fundamentos de Espectroscopia Molecular. C.N. Banwell. Ediciones del Castillo.  
Análisis Instrumental. K.A. Rubinson- J.F. Rubinson. Editorial Prentice Hall.  
Métodos Instrumentales de Análisis. H.H. Willard y col. Grupo Editorial Iberoamérica.  
Técnicas Instrumentales de Análisis en Bioquímica. J.M. García-Segura y col. Editorial Síntesis.  
Métodos Ópticos de Análisis. E. Olsen. Editorial Reverté, 1995.

###### Monografías:

Química Física. Problemas de espectroscopia. Fundamentos. A. Requena. Prentice Hall.  
Espectroscopia molecular. V. Luaña. Servicio de publicaciones de la Universidad de Oviedo.  
Espectroscopia Infrarroja. Robert Conley. Editorial Alambra.  
Espectroscopia ultravioleta y visible. C.N. Rao. Ed. Alambra.  
Fluorescent Spectroscopy. A.J. Pesce. Marcel Dekker. New Cork.  
Espectroscopia de Resonancia Magnética. F. J. López. Addison Wesley Iberoamericana S.A.  
Introducción a la cromatografía. Abbott y Andrews, Exedra, Ed. Alhambra.  
Cromatografía en papel y placa delgada, J.A. Domínguez, OEA.  
Fundamentos de la cromatografía de gases. J. M. Storch de García, Exedra, Ed. Alhambra.  
Cromatografía de gases. I, Dabrio, Ed. Alhambra.

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

Técnicas Instrumentales Físicoquímicas. S. Senent. Publicaciones UNED  
Química Física (Vol. 1). M. Díaz Peña, A. Roig Muntaner. Editorial Alhambra.  
Química Física. P. Atkins. (8ª Ed). Editorial Médica Panamericana.  
Química Física. A. Requena. Prentice Hall. Prentice Hall.  
Físicoquímica: Problemas y Soluciones. L. Labowitz. Editorial Paraninfo.  
Físicoquímica. (Vol. 2). Ira N. Levine. 5ª Ed. Editorial Mc. Graw Hill.  
Química Física. J. Morcillo Rubio. 2ª Ed. Publicaciones UNED.

Aplicación de las Nuevas Tecnologías a la Enseñanza Práctica de Técnicas Instrumentales. Proyecto de Innovación Docente 07-02-08 subvencionado por la UGR Ref. MVGPI2007



## ENLACES RECOMENDADOS

Generalidades de espectroscopía:

<http--fisica.usach.cl--jammann-LabOpticaGuias-G3-PrismaAWEB.pdf>  
[http://condor.cida.ve/~briceno/cursos/astrof\\_observ/clase3/](http://condor.cida.ve/~briceno/cursos/astrof_observ/clase3/)  
[http://jchemed.chem.wisc.edu/JCESoft/Issues/Series\\_B/9B1/prog3-9B1.html](http://jchemed.chem.wisc.edu/JCESoft/Issues/Series_B/9B1/prog3-9B1.html)  
[http://nautilus.fis.uc.pt/wwwfi/hipertextos/espectro/hiper\\_espectro.html](http://nautilus.fis.uc.pt/wwwfi/hipertextos/espectro/hiper_espectro.html)  
<http://www.chem.vt.edu/chem-ed/spec/beerslaw.html>  
<http://www.chm.davidson.edu/ChemistryApplets/spectrophotometry/BeersLaw.html>  
<http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/Chemistry/ChemConference/Software/Spreadsheets/WWW/BeersLaw.html>  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/fotoelectronico/fotoelectronico.htm>  
<http://www.shu.ac.uk/schools/sci/chem/tutorials/molspec/beers1.htm>  
[Prism Applet - Refraction and Dispersion](#)  
[WebSpectra - Problems in NMR and IR Spectroscopy](#)

Espectroscopía IR:

[IR Absorption Spectrometers](#)  
[IR Helper](#)  
[Vibración de una molécula diatómica](#)  
[Vibraciones de las moléculas diatómicas](#)

Espectroscopía de Fluorescencia:

[http://www.infochembio.ethz.ch/links/en/spectrosc\\_luminescence.html](http://www.infochembio.ethz.ch/links/en/spectrosc_luminescence.html)  
<http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/Chemistry/ChemConference/Software/Spreadsheets/WWW/Fluorescence.html>  
<http://teaching.shu.ac.uk/hwb/chemistry/tutorials/molspec/lumin3.htm>

Espectroscopía de RMN:

[Basics of NMR](#)  
[BCMB-CHEM 8190 Biomolecular NMR](#)  
<http--personales.com-espana-madrid-fourier-menu.htm>  
<http--www.pharma.ethz.ch-people-oliver.zerbe-Vorlesung-NMR.pdf>  
<http://teaching.shu.ac.uk/hwb/chemistry/tutorials/molspec/nmr1.htm>  
<http://www.ch.ic.ac.uk/local/organic/nmr.html>

Espectrometría de masas:

<http://www.astbury.leeds.ac.uk/facil/MStut/mstutorial.htm>  
Polarimetría. Dicroísmo Circular :  
<http://www.enzim.hu/~szia/cddemo/edemo0.htm>  
<http://galeon.hispavista.com/scienceeducation/Dicroismo.htm>  
<http://library.thinkquest.org/C003776/espanol/book/polarizacion.htm>  
<http://www.naoj.org/Observing/Instruments/FOCAS/pol/>

Refractometría:

<http://acacia.pntic.mec.es/~jrui27/dispersion/arcoiris.html>  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/snell/snell.htm>  
<http://enebro.pntic.mec.es/~fmag0006/Prism101.html#a1>  
<http://www.um.es/LEQ/laser/Java/Twoangles2.htm>

Cromatografía :

<http://www.sci.sdsu.edu/TFrey/Bio750/Chromatography.html>  
<http://ull.chemistry.uakron.edu/chemsep/>



<http://www.files.chem.vt.edu/chem-ed/sep/gc/gc.html>  
<http://teaching.shu.ac.uk/hwb/chemistry/tutorials/chrom/gaschr.htm>  
<http://www.forumsci.co.il/HPLC/topics.html>  
<http://caspar.bgsu.edu/~courses/HPLC/HPLCManual.html>  
<http://www.instrumentalchemistry.com/index.htm>  
<http://www.science.oas.org/RLQ/tutoriales/cromatografia/croma.htm>.

## METODOLOGÍA DOCENTE

- **Sesiones teóricas.** Estas sesiones se realizan en forma de lección magistral con explicaciones sobre los fundamentos teóricos en los que se basan las diferentes técnicas utilizadas en Farmacia y una descripción de los componentes fundamentales de los instrumentos utilizados. El alumno puede disponer de material complementario y resúmenes de los temas en la plataforma SWAD, así como enlaces web a páginas de interés para profundizar en el estudio de la asignatura.
- **Sesiones prácticas de laboratorio.** En estas sesiones el alumno debe realizar un trabajo experimental como aplicación de las clases teóricas y dispone para ello de un cuaderno de prácticas donde se describe la realización del trabajo así como de material disponible en la web donde se explica en video la forma de realizar el trabajo. En todo momento el profesor estará supervisando la realización del trabajo. Una vez realizadas las prácticas se realizará un examen y deberán entregar sus cuadernos de prácticas con los resultados obtenidos en la realización de las mismas.
- **Sesiones de problemas.** Se publicaran relaciones de problemas correspondientes a los temas explicados, que el alumno tiene que resolver y se expondrán en los seminarios correspondientes.
- **Realización de trabajos.** Los alumnos deberán realizar los trabajos recomendados por el profesor y que serán supervisados por el mismo. La exposición de los mismos será de acuerdo al criterio del profesor

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)						Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)			
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Etc.
Semana 1	1-2	3	10						4		
Semana 2	2-3	2		1					4		
Semana 3	3	2		1					2		
Semana 4	3-4	2		1					2	3	
Semana 5	5	3							3		
Semana 6	6	2							3		
Semana 7	6	2		1					3		
Semana 8	7	2		1					3	3	



<b>Semana 9</b>	7-8	3							4		
<b>Semana 10</b>	8	3							4		
<b>Semana 11</b>	9	1				2			4		
<b>Semana 12</b>	9	3		1					3		
<b>Semana 13</b>	10	1		1					3	3	
<b>Semana 14</b>									3		
<b>Semana 15</b>									3		
<b>Semana 16</b>	10	2							3		
<b>Semana 17</b>	11-13	3							3	3	
<b>Semana 18</b>	14	3		1					3		
<b>Semana 19</b>									4		
<b>Semana 20</b>									5		
<b>Semana 21</b>						2			5		
<b>Total horas</b>	38	8	10			4			68	12	

#### **EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

- 1. Exámenes escritos sobre los contenidos del programa. Se realizará un examen parcial más el examen final. Constarán de preguntas teóricas (tipo test, de aplicación, desarrollos teóricos, etc.) y resolución de problemas numéricos. Porcentaje sobre la calificación final: 75%.
- 2. Exámenes de prácticas mediante prueba escrita y/u oral. La realización y la superación del examen de prácticas será requisito indispensable para poder presentarse al examen final de la asignatura. Porcentaje sobre la calificación final: 10%.
- 3. Preparación de trabajos y asistencia a clases teóricas y seminarios. Porcentaje sobre la calificación final: 15%.

#### **INFORMACIÓN ADICIONAL**

La asistencia a clases prácticas es obligatoria. La realización y la superación del examen de prácticas será requisito indispensable para poder presentarse al examen final de la asignatura.

