

MÓDULO	MATERIA	CURS O	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Complementos de formación	Agentes físicos, salud y gestión de residuos radiactivos	4º	1º	6	Optativa
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Parte A: José Ignacio Porras Sánchez</li> <li>Parte B: Mercedes Villalobos Torres /Francisco Artacho Cordón</li> <li>Parte C: María Ángeles Ferro García</li> </ul>			<p>Mercedes Villalobos Torres Dpto. Radiología y Medicina Física. Facultad de Medicina. Torre A. Planta 11 Tfno: 958242076 E-mail: <a href="mailto:villalob@ugr.es">villalob@ugr.es</a></p> <p>Francisco Artacho Cordón Dpto. Radiología y Medicina Física. Facultad de Medicina. Torre A. Planta 11 E-mail: <a href="mailto:fratacho@ugr.es">fratacho@ugr.es</a></p> <p>José Ignacio Porras Sánchez Dpto. Física Atómica Molecular y Nuclear Física , 3ª planta, despacho 129 Facultad de Ciencias Tfno: 958240030 E-mail: <a href="mailto:porras@ugr.es">porras@ugr.es</a></p> <p>Mª Ángeles Ferro García Dpto. Química Inorgánica. Laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental</p>		

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/))

	<p>Química I, 2ª planta          Facultad de Ciencias          Tfno: 958243325          E-mail: ferro@ugr.es</p>
	<p>HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS<sup>(1)</sup></p>
	<p>Parte A: <a href="https://www.ugr.es/~famn/web/">https://www.ugr.es/~famn/web/</a>          Parte B: <a href="http://www.ugr.es/~dptorad/">http://www.ugr.es/~dptorad/</a>          Parte C: <a href="http://inorganica.ugr.es">http://inorganica.ugr.es</a></p>
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE	OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR
Grado en CIENCIAS AMBIENTALES	MEDICINA,INGENIERIA CAMINOS
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)	
Sería recomendable que tuvieran conocimientos de toxicología y salud pública además de los propios de los primeros años del grado	
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)	
<p>Bloques temáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Propiedades y naturaleza de los agentes físicos ambientales</li> <li>-Radiobiología: Efectos biológicos de la interacción de los agentes ambientales sobre el organismo</li> <li>-Relación cáncer y medioambiente: Concepto de cáncer. Exposición a agentes ambientales y cáncer</li> <li>-Conceptos básicos de radioactividad. Interacción de la radiación con la materia. Detección y medida</li> <li>-Protección radiológica. Técnicas de radioprotección</li> <li>-Residuos radiactivos: Origen y clasificación. Gestión: Tratamiento, almacenamiento. Control: Acondicionamiento y transporte por "Enresa". Estudio de las instalaciones de "El Cabril".</li> <li>-Radiactividad ambiental. Vigilancia radiológica ambiental</li> </ul>	
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS	
<p><b>Competencias Genéricas o Transversales:</b></p> <p>CT1. Comprender el método científico. Capacidad de análisis y síntesis y resolución de problemas.          CT2 Razonamiento crítico y aprendizaje autónomo.          CT4 Capacidad de organización y planificación.          CT5 Comunicación oral y escrita.          CT6 Capacidad de gestión de la información.          CT7 Trabajo en equipo.          CT10 Conocimiento de una lengua extranjera.</p>	



**Competencias específicas:**

CE3 Conocer y aplicar la terminología y unidades de medida en los procesos físicos  
CE12 Diseño de muestreos, tratamiento de datos e interpretación de resultados estadísticos y de programas estadísticos y bases de datos  
CE25 Elaboración, implantación, coordinación y evaluación de planes de gestión de residuos  
CE26 Elaboración y aplicación de evaluaciones de impacto ambiental y de evaluaciones ambientales estratégicas  
CE28 Capacidad de realizar procedimientos de vigilancia ambiental y auditorías ambientales en empresas y administraciones  
CE30 Conocimiento de toxicología ambiental y salud pública  
CE37 Capacidad de consideración transdisciplinar de un problema ambiental  
CE38 Conocimiento de la complejidad y la incertidumbre de las dimensiones temporales y espaciales de los procesos ambientales.

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

1. Valorar las características físico-químicas e identificar las fuentes de exposición y los riesgos para la salud de los agentes físicos ambientales con especial interés en las radiaciones ionizantes y no ionizantes
2. Evaluar, con criterios científicos, la carcinogénesis por agentes ambientales: magnitud del problema, mecanismo de acción, estudios experimentales, estudios epidemiológicos, riesgo de enfermedad
3. Relacionar cáncer con agentes ambientales e identificar las dificultades de esta asociación
4. Incorporar el principio de precaución a la gestión ambiental. Valorar el binomio riesgo/beneficio y conocer los principios básicos de protección radiológica
5. Saber comunicar a la población general los riesgos en salud de los contaminantes ambientales apoyándose en criterios científicos
6. Buscar bibliografía relacionada con la materia en las bases de datos apropiadas e interpretar los resultados
7. Integrar las evidencias experimentales encontradas en los estudios de laboratorio con los conocimientos teóricos adquiridos.
8. Adquirir seguridad para el manejo de sustancias radiactivas y conocer los correspondientes procesos radiactivos.
9. Clasificar los residuos radiactivos y tipificarlos de acuerdo con las recomendaciones realizadas por "ENRESA".
10. Conocer la legislación vigente para la manipulación, transporte de los residuos radiactivos.

**TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA****TEMARIO TEÓRICO:****A. Fundamentos de física de la radiación y desintegración radiactiva****PROGRAMA DE TEORÍA (1 ECTS, 10 h)**

- Lección 1. Fundamentos de las desintegraciones radiactivas



- Lección 2. Interacción radiación-materia: Interacción de partículas cargadas con la materia
- Lección 3. Interacción radiación-materia: Interacción de fotones con la materia
- Lección 4. Detectores de las radiaciones ionizantes y espectrometría
- Lección 5. Magnitudes y unidades radiológicas

## **B. Agentes físicos y salud**

### **PROGRAMA DE TEORÍA 2,5 ECTS (25 h)**

- Lección 6. Evaluación del riesgo en salud de agentes físicos ambientales.
- Lección 7. Clasificación de la radiación electromagnética, fuentes. Magnitudes y unidades relacionadas con el efecto biológico de la radiación ionizante.
- Lección 8. Etapas de la acción biológica de la radiación. Lesiones moleculares radioinducidas. Efectos celulares de la radiación.
- Lección 9. Dosimetría biológica.
- Lección 10. Efectos tisulares de la radiación ionizante. Efectos estocásticos y deterministas
- Lección 11. Efectos de la radiación sobre organismos en desarrollo.
- Lección 12. Efectos agudos de la sobreexposición y Efectos a largo plazo.
- Lección 13. Epidemiología del cáncer radioinducido en seres humanos. Comparación con otros riesgos.
- Lección 14. Epidemiología del Cáncer. Crecimiento y desarrollo tumoral. Código europeo contra el cáncer.
- Lección 15. Exposición humana a otros agentes ambientales relacionados con cáncer. Disruptores endocrinos. Principio de precaución.

## **C. Control y Gestión de Residuos Radiactivos**

### **PROGRAMA DE TEORÍA: 1,0 ECTS (10 horas presenciales)**

- Lección 16. Radiactividad Ambiental: natural y artificial. Vigilancia radiológica ambiental (REVIRA)
- Lección 17. Protección radiológica: externa e interna. Legislación española
- Lección 18. Residuos radiactivos: Instalaciones que generan residuos radiactivos
- Lección 19. Gestión de residuos radiactivos: Clasificación y almacenamiento
- Lección 20. Control de residuos radiactivos: Acondicionamiento, Transporte por “ENRESA”

## **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

### **a) PROGRAMA DE SEMINARIOS 0,5 ECTS (5 horas presenciales)**

**Se dedicarán 3 seminarios de aprendizaje con los siguientes contenidos:**

1. Manejo de bases de datos y elección adecuada de artículos científicos
2. Cómo elaborar la información para una presentación oral
3. Cómo exponer la información científica de forma oral

**Contenidos generales a elección por el alumnado para su preparación y exposición en grupo. Se dedicarán 2 seminarios.**

-Efectos agudos de la radiación ionizante. Análisis actualizado de datos históricos de



explosiones nucleares y/o accidentes nucleares.

-Efectos tardíos de la radiación a altas y bajas dosis en situaciones laborales y ambientales concretas.

-Aspectos del Código europeo contra el cáncer relacionados con la exposición a agentes ambientales.

-Exposición a radiaciones no ionizantes y cáncer.

-Disruptores endocrinos.

El programa de seminarios se irá adaptando a los problemas en salud de agentes ambientales que se vayan produciendo, en su caso, cada curso y que se consideren de actualidad.

Para la exposición se utilizarán los dos últimos jueves del calendario en el que se esté impartiendo el apartado B de la asignatura.

#### **b) TEMARIO PRÁCTICO 1 ECTS (10 horas presenciales):**

##### **1. Prácticas de Laboratorio. Departamento de Química inorgánica**

Realización de algunas de las prácticas de laboratorio que se indican (8 horas):

1.1. Parámetros que afectan a la medida de muestras radiactivas con un contador Geiger-Müller (voltaje de operación, geometría de contaje y calibración).

1.2. Manejo de equipos portátiles de dosimetría y radioprotección.

1.3. Estadística de Contaje.

1.4. Absorción y atenuación de las radiaciones beta y gamma respectivamente por la materia (almacenamiento y transporte de RR). Medida de espesores

1.5. Retrodispersión de las partículas beta por la materia. Medida de espesores.

1.6. Visita al laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental del departamento de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada. Vigilancia Radiológica Ambiental (aire, agua, suelo y dieta).

##### **2. Resolución de Problemas Numéricos (2 horas)**

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

- Radiobiology for the Radiologist. 5Th edition. Lippincott Williams Wilkins. Philadelphia, 2000.
- Radiochemistry and Nuclear Methods of Analysis. William D. Ehmann and Diane E. Vance Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1991.
- Atoms, Radiation, and Radiation Protection. James E. Turner, Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1995.
- Las Radiaciones ionizantes. Su utilización y riesgos. Javier Ortega Aramburu. Tomos I y II. Javier Ortega Aramburu. Ediciones UPC. 1996.
- Radiochemistry and Nuclear Chemistry. G. R. Choppin, Jan-Olov Liljenzin and Jan Rydberg. British Library Cataloguing in Publication Data. 1996.
- Residuos radiactivos y su percepción pública. Ed. Colegio Oficial de Físicos. 2000



#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Modern nuclear chemistry. W. Loveland, D.J. Morrissey and G.T. Seaborg. John Wiley & Sons, Inc. New York. 2006.
- Revistas especializadas: Nuclear España (Sociedad Nuclear Española).
- VI Plan General de Residuos Radiactivos. ENRESA. 2009.

#### Artículos científicos de revistas disponibles en la UGR o vía electrónica:

- Epidemiología ambiental y cáncer
- Environmental health perspectives
- Occupational and environmental medicine
- Radiation research

#### ENLACES RECOMENDADOS

- Base de datos de artículos científicos <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- Ministerio de Trabajo y asuntos sociales. Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo  
[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_354.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_354.pdf)
- Universidad de Granada: <http://www.ugr.es>
- Consejo de Seguridad Nuclear <http://www.csn.es/>
- Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa): <http://www.enresa.es/>
- World Health Organization (OMS): <http://www.who.int/en/>
- International Commission on Radiological Protection (ICRP): <http://www.icrp.org/>
- Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA): <http://www.iaea.org/>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección Magistral con participación de los alumnos. El recurso didáctico que emplearemos será el seguimiento de un caso práctico de interés para el titulado en el grado de Ciencias Ambientales y en el que para su estudio detallado se precisa de una gran parte de los conocimientos que se pretenden adquirir en esta asignatura. El caso será real y estará ampliamente documentado. Su seguimiento nos permitirá ir introduciendo al alumnado en la adquisición de las competencias necesarias para la evaluación de dicha situación.
- Prácticas experimentales de laboratorio.
- Visita a la instalación radiactiva de la Facultad de Ciencias.
- Ejercicios de seguimiento y autoevaluación, que se irán proponiendo de forma continua.
- Seminarios y talleres de preparación y/o exposición de trabajos.
- Guías de trabajo autónomo.
- Tutorías.

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



El alumno deberá de adquirir todas las competencias que se establecen en esta guía docente. El grado de adquisición de cada una de ellas determinará la calificación final. Algunas de ellas se alcanzarán con la misma actividad y con varias metodologías.

#### **EVALUACIÓN ORDINARIA:**

**Evaluación, por curso:** consistirá en una evaluación continua, a lo largo del periodo académico, que permitirá conocer las competencias generales y específicas adquiridas tanto teóricas como prácticas por los alumnos. Este seguimiento se llevará a cabo mediante la exposición de trabajos tutelados de teoría, problemas, seminarios y realización de prácticas de laboratorio, así como la realización de pruebas evaluativa escritas (preguntas breves). La superación de la asignatura no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia.

Para ello, los procedimientos utilizados, con su correspondiente contribución a la calificación final serán:

**-Prueba escrita de evaluación,** computará hasta el 50 % de la nota final. Consistirá en una prueba escrita de evaluación al final del curso sobre un supuesto práctico real. Para lo cual, se les pondrá un número igual de preguntas de cada apartado del temario descrito.

**Actividades Formativas,** computará hasta un 50% de la nota final. La contribución a la calificación final será:

- 15% a partir de los ejercicios propuestos de seguimiento y tareas entregadas durante el curso
- Prácticas de Laboratorio. Serán obligatorias. Computará hasta un 15% de la nota final y se evaluará:
  - Actitud en el laboratorio (Grado de participación y de comunicación del alumno)
  - El cuaderno de laboratorio que debe presentar el alumno al finalizar las prácticas
- 20 % a partir de las exposiciones de los trabajos expuestos en grupo en los seminarios descritos en el apartado B de la asignatura.

Una vez realizadas todas la actividades propuestas, para la superación de la asignatura será necesario tener una nota global de al menos 5 puntos sobre 10.

En caso de acudir a la convocatoria extraordinaria , para superar la asignatura se tendrán en cuenta las calificaciones de las actividades realizadas durante el curso y se evaluará la parte teórica de la asignatura en su totalidad.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA”

**Evaluación Única Final (artículo 8 de la “Normativa de Evaluación” aprobada en Consejo de Gobierno el 20 de mayo de 2013)** . Los alumnos que no puedan acogerse por los motivos que establezca la normativa, al plan de evaluación anterior, podrán someterse a un proceso de evaluación única final, solicitándolo al Director o Directora de cualquiera de los Departamentos implicados, durante las dos primeras semanas de desarrollo de la asignatura. Consistirá en una única prueba evaluativa escrita (examen de preguntas breves) que recogerá de



---

forma equilibrada los contenidos teóricos y prácticos impartidos de la asignatura durante el periodo de docencia de la misma.

INFORMACIÓN ADICIONAL

**Plataforma docente:** PRADO 2

**Planificación de actividades**

Se entrega al inicio del curso la programación completa de la asignatura, incluyendo el cronograma.

**Esquemas de clase.**

En aquellos temas que se precise soporte audiovisual, éste se facilitará previamente.

**Guiones de prácticas.**

Se facilitará un guion de prácticas antes del comienzo de las mismas.

**Direcciones de Internet**

Se facilitará al alumno direcciones de Internet de utilidad.

