

Guía docente de la asignatura

**Agentes Físicos, Salud y Gestión de Residuos Radioactivos (20611A1)**

Fecha de aprobación:

Departamento de Química Inorgánica: 21/06/2023

Departamento de Radiología y Medicina Física:

27/06/2023

Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear:

23/06/2023

<b>Grado</b>	Grado en Ciencias Ambientales	<b>Rama</b>	Ciencias				
<b>Módulo</b>	Complementos de Formación	<b>Materia</b>	Agentes Físicos, Salud y Gestión de Residuos Radioactivos				
<b>Curso</b>	4 <sup>o</sup>	<b>Semestre</b>	1 <sup>o</sup>	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Optativa

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Es recomendable que tengan 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)**

Propiedades y naturaleza de los agentes físicos ambientales.  
Radiobiología: Efectos biológicos de la interacción de los agentes ambientales sobre el organismo.  
Relación cáncer y medioambiente: concepto de cáncer. Exposición a agentes ambientales y cáncer.  
Protección radiológica y principio de precaución.

**COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA****COMPETENCIAS GENERALES**

- CG01 - Comprender el método científico. Capacidad de análisis y síntesis y resolución de problemas.
- CG02 - Razonamiento crítico y aprendizaje autónomo.
- CG04 - Capacidad de organización y planificación.
- CG05 - Comunicación oral y escrita.
- CG07 - Trabajo en equipo.
- CG09 - Iniciativa y espíritu emprendedor.
- CG10 - Conocimiento de una lengua extranjera.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- CE03 - 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

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

1. Identificar las fuentes de exposición y los riesgos para la salud de los agentes físicos ambientales atendiendo a sus características físico-químicas, con especial interés en las radiaciones ionizantes y no ionizantes
2. Evaluar la carcinogénesis por agentes ambientales: magnitud del problema, mecanismo de acción, estudios experimentales, estudios epidemiológicos, riesgo de enfermedad, basándose en criterios científicos.
3. Aprender conceptos elementales sobre cáncer y su relación con agentes ambientales.
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. Integrar y relacionar las evidencias experimentales encontradas en los estudios de laboratorio con los conocimientos teóricos adquiridos.
7. Adquirir seguridad para el manejo de sustancias radiactivas y conocer los correspondientes procesos radiactivos.
8. Ser capaz de clasificar los residuos radiactivos y tipificarlos de acuerdo con las recomendaciones realizadas por "ENRESA".
9. Conocer la legislación vigente para la manipulación, transporte de los residuos radiactivos.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### 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 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)**

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".

**PRÁCTICO**

**PROGRAMA DE SEMINARIOS(0,5 ECTS): 5 seminarios**

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

Evidencia científica: manejo de bases de datos y selección adecuada de artículos científicos.  
Cómo elaborar la información para una presentación oral.  
Cómo exponer la información científica de forma oral.

Se dedicarán **2 seminarios** a la exposición por grupos de un tema de libre elección por cada grupo, de contenidos generales relacionados con la asignatura.

- 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.

**PROGRAMA PRÁCTICO: DEPARTAMENTO DE QUIÍMICA INORGÁNICA (1 ECTS):**

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

**1. Visita al Almacén de Residuos Radiactivos** de muy baja, baja y media actividad del Cabril, Hornachuelos, Córdoba. Se hará siempre que el número de alumnos sea suficiente. Supone 6 horas. En el caso de que no sea posible la realización de dicha visita, estas horas se cubrirán con las prácticas de laboratorio y seminarios.

**2. Realización de prácticas experimentales de laboratorio:**

2.1. Parámetros que afectan a la medida de muestras radiactivos con un Contador Geiger-Müller (voltaje de operación, geometría de conteo y calibración, estadística de conteo).



- 2.2. Manejo de equipos portátiles de dosimetría y radioprotección
  - 2.3. Absorción y atenuación de las radiaciones (beta y gamma) por la materia, para el transporte de RR. Medida de espesores.
  - 2.4. Retrodispersión de las partículas beta por la materia. Medida de espesores
  - 2.5. Visita al Laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental del departamento de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada, que pertenece a la Red de Vigilancia Radiológica Ambiental nacional (REVIRA).
  - 2.6. Videos
3. Seminarios para la resolución de problemas numéricos. 2 horas.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Radiobiology for the Radiologist. 7Th edition. Philadelphia, PA : Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, [2012]
- 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

#### 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.
- Mortalidad atribuible a la exposición a radón residencial en España INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN 2021. MINISTERIO DE SANIDAD CENTRO DE PUBLICACIONES PASEO DEL PRADO, 18-20. 28014 Madrid NIPO: 133-21-049-6 ESTILO ESTUGRAF IMPRESORES, S.L.

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

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

## ENLACES RECOMENDADOS

- Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA): <http://www.iaea.org/>
- Base de datos de artículos científicos <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- Consejo de Seguridad Nuclear <http://www.csn.es/>
- Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA): <http://www.enresa.es/>
- Ministerio de Sanidad. Centro de publicaciones. <https://cpage.mpr.gob.es>



- 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)
- World Health Organization (OMS): <http://www.who.int/en/>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD02 - Sesiones de discusión y debate
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 - Prácticas de laboratorio
- MD05 - Prácticas de campo
- MD07 - Seminarios
- MD08 - Ejercicios de simulación
- MD10 - Realización de trabajos en grupo

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

Los estudiantes deberán 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. La superación de la asignatura no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia con un mínimo de 5 puntos sobre 10.

#### EVALUACIÓN ORDINARIA:

**Evaluación continua** a lo largo del periodo académico, que permitirá evaluar las competencias generales y específicas tanto teóricas como prácticas adquiridas por el alumnado. Este seguimiento se llevará a cabo mediante la realización de actividades formativas y resolución de problemas, exposición de trabajos tutelados en seminarios y prácticas de laboratorio.

#### Evaluación examen de contenidos.

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

**1. Prueba escrita de evaluación final, computará el 50 % de la calificación final.** Consistirá en una prueba escrita sobre un supuesto práctico real. Para lo cual, una vez planteado el caso deberán contestar a un máximo de 10 preguntas breves de los distintos bloques de la asignatura. Todas ellas con el mismo valor.

**2. Actividades Formativas, seminarios y prácticas computará el 50% de la calificación final:**

- 10% a partir de los ejercicios propuestos de seguimiento y tareas entregadas durante el curso y participación en clases y seminarios.
- 20 % Prácticas de Laboratorio. Serán obligatorias y se evaluará:
  - Actitud en el laboratorio (Grado de participación y de comunicación del alumno).
  - Cuaderno de laboratorio presentado al finalizar las prácticas.
  - 20 % Planificación y defensa de un trabajo en grupo preparado en los seminarios descritos en el apartado B de la asignatura. Se valorará:
    - Contenido.
    - Material y bibliografía utilizada.



- Argumentación científica. Relación con otras materias.
- Coordinación del grupo.
- Exposición oral.
- Adecuación al tiempo (10 minutos por grupo).
- Participación en la discusión o preguntas formuladas.
- Propuestas concretas de divulgación y prevención sobre el tema elegido.
- Capacidad de síntesis mediante resumen escrito de la presentación y de la discusión.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

En caso de acudir a la Convocatoria Extraordinaria, para superar la asignatura, siguiendo la Normativa de la Universidad de Granada según la cual la convocatoria extraordinaria se ajustará a las reglas establecidas en la Guía Docente de la asignatura, **garantizando, en todo caso, la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final**, se realizará única prueba de evaluación escrita de preguntas breves, que recogerá de forma equilibrada los contenidos teóricos y prácticos impartidos así como de todas las actividades formativas incluidas en la asignatura durante el periodo de docencia de la misma de forma que se garantice la adquisición de todas las competencias descritas.

En todo caso, la superación de la asignatura no se logrará sin un conocimiento uniforme de toda la materia con un mínimo de 5 puntos sobre 10.

Se podrá considerar la calificación obtenida en la evaluación continua a petición del alumnado, en cuyo caso el valor de la prueba de evaluación escrita, computará un 50%

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Evaluación Única Final (artículo 8 de la “Normativa de Evaluación” aprobada en Consejo de Gobierno el 20 de mayo de 2013). "Los estudiantes que no puedan acogerse por los motivos recogidos en la normativa de la UGR, al plan de evaluación anterior podrán someterse a un proceso de evaluación única final. Para acogerse a este tipo de evaluación, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, o en las dos semanas siguientes a su matriculación si esta se ha producido con posterioridad al inicio de la asignatura, lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, al Director del Departamento, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua."

Consistirá en una única prueba de evaluación escrita (examen de preguntas breves) que recogerá de forma equilibrada los contenidos teóricos y prácticos impartidos así como de todas las actividades formativas incluidas en la asignatura durante el periodo de docencia de la misma de forma que se garantice la adquisición de todas las competencias descritas.

En todo caso, la superación de la asignatura no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia con un mínimo de 5 puntos sobre 10.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado en la medida de lo posible.

La metodología ampliada respecto al documento verifica es la siguiente:

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 se adquieran 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 y al Laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental.
- ☒ Evaluación continua: Ejercicios de seguimiento que se irán proponiendo de forma presencial o en el aula virtual prado.ugr.es
- ☒ Seminarios y talleres de preparación y/o exposición de trabajos.
- ☒ Guías de trabajo autónomo. En el aula virtual PRADO.ugr.es se pondrá el material necesario para el correcto seguimiento del curso y para la realización de las tareas de la evaluación continua
- ☒ Tutorías.

