Guía docente de la asignatura

Radiobiología (M44/56/3/31)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 02/07/2025

Máster	Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica
MÓDULO	Física y Tecnología de Radiaciones
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Primero	**Créditos**	6	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Una parte de esta asignatura requiere desarrollar programas de ordenador para aplicaciones específicas relacionadas con la materia que se imparte. Es recomendable, por tanto, tener conocimientos de programación en cualquier lenguaje.

Se recomienda no utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura. En caso de hacerlo, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas, siguiendo las "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR", documento publicado en esta ubicación: https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenidoo

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Fisiología celular. Modelos de crecimiento celular. Efectos de las radiaciones ionizantes sobre la célula.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 22F8A058D3AA5573954CADBC628C3B53
06/05/2026 - 11:02
Pág. 1 de 8

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 22F8A058D3AA5573954CADBC628C3B53
06/05/2026 - 11:02
Pág. 2 de 8

la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 22F8A058D3AA5573954CADBC628C3B53
06/05/2026 - 11:02
Pág. 3 de 8

- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno conocerá:

- los mecanismos de acción de la radiación ionizante sobre las células y los tejidos vivos.

- la respuesta de las células y tejidos a las radiaciones.

- los riesgos de las radiaciones ionizantes para el ser humano.

- los fundamentos científicos de la limitación de dosis en Protección Radiológica.

- las bases de la radiobiología clínica.

- la formulación matemática de los conceptos básicos de la radiobiología.

El alumno será capaz de:

- aplicar la formulación de isoefecto lineal-cuadrática en la práctica clínica de la radioterapia.

- utilizar los modelos de simulación para resolver problemas de radiobiología.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

1. Efectos subcelulares y celulares de las radiaciones ionizantes:

1.1. Radioquímica celular.

1.2. Lesiones del ADN y reparación celular.

1.3. Tipos de muerte celular y su cuantificación.

1.4. Señalización celular. Efectos “bystander” y respuesta adaptable.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): 22F8A058D3AA5573954CADBC628C3B53 Pág. 4 de 8

2. Conceptos básicos de epidemiología:

2.1. Medicina basada en la evidencia.

2.2. Medidas de asociación y significación estadística.

2.3. Modelos de regresión y análisis de supervivencia.

2.4. Estudios epidemiológicos.

3. La radiobiología de la protección radiológica.

3.1. Tipos de efectos causados por las radiaciones ionizantes.

3.2. Carcinogénesis por radiación.

3.3. Cuantificación del riesgo en protección radiológica.

3.4. El sistema de protección radiológica de la ICRP. Limitación de dosis.

4. Radiobiología clínica. La radiobiología de la radioterapia.

4.1. Relaciones dosis-respuesta en radioterapia.

4.2. Crecimiento tumoral. Respuesta de los tumores a la radiación.

4.3. Organización de los tejidos sanos. Respuesta de los tejidos sanos a la radiación.

4.4. Fraccionamiento en radioterapia. Ecuaciones de isoefecto.

4.5. Formas clínicas de fraccionamiento. Ejemplos prácticos.

4.6. Fundamentos biológicos de la hadronterapia.

5. Métodos computaciones en radiobiología.

5.1. El método Monte Carlo aplicado en radiobiología.

5.2. Modelos de carcinogénesis por radiación.

5.3. Modelos dosis-respuesta e individuación de la radioterapia.

5.4. Simulación de tratamientos fraccionados en radioterapia.

PRÁCTICO

Aplicaciones Monte Carlo en radiobiología. Desarrollo de códigos computacionales para la simulación del crecimiento celular y de los efectos de la radiación en agregados celulares y tumores.

BIBLIOGRAFÍA

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 22F8A058D3AA5573954CADBC628C3B53
06/05/2026 - 11:02
Pág. 5 de 8

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2000 Report. Sources and Effects of Ionizing Radiation.
- Principios de radiobiología clínica. Guerrero R, Guirado D, Vilches M, editores. Asociación Española de Técnicos en Radiología (AETR). Ronda, 2007.
- Radiobiología Clínica. Sociedad Española de Física Médica (SEFM), Almería, 2003.
- Basic Clinical Radiobiology. Editado por M Joiner y A van der Kogel, 4ª edición, Edward Arnold, Londres. 2009.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- EJ Hall y AJ Giaccia. Radiobiology for the Radiologist. 6ª edición, Lippincott Williams & Wilkins. Filadelfia. 2006.
- Radiobiological Modelling in Radiation Oncology. Editado por RG Dale y B Jones. The British Institute of Radiology. Londres 2007.
- Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Recomendaciones 2007, ICRP-103. Traducción autorizada de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR). Senda Editorial, Madrid 2008.

ENLACES RECOMENDADOS

http://www.rerf.jp/

http://www.icrp.org/

http://www.albireotarget.com/

http://www.epa.gov/radiation/understand/health_effects.html

http://www-naweb.iaea.org/NAHU/index.html

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral (Clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): 22F8A058D3AA5573954CADBC628C3B53 Pág. 6 de 8

descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- MD02 Actividades prácticas (Clases prácticas). Para desarrollar en el alumnado las habilidades instrumentales de la materia.
- MD03 Seminarios. Para desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- MD04 Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.
- MD05 Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- MD06 Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

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

EVALUACIÓN ORDINARIA

Los estudiantes que concurran a la convocatoria ordinaria serán evaluados mediante evaluación continua, siendo la asistencia a clase obligatoria. Dicha evaluación se basará en los siguientes instrumentos:

- seguimiento del trabajo de los alumnos en las clases prácticas, la resolución de problemas y el desarrollo de proyectos individuales o en grupo, evaluándose las entregas de los informes/memorias realizadas por los mismos (el 30% de la calificación final).

- realización de un trabajo final de la materia (hasta el 70% de la calificación final)

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación extraordinaria se llevará a cabo con los mismos instrumentos indicados para la Evaluación Única Final.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

De acuerdo con la Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la UGR, se contempla la realización de una evaluación única final a la que podrán acogerse aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua por algunos de los motivos recogidos en el Artículo 8. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad, o más tarde si hay causa sobrevenida, lo solicitará a través de la sede electrónica, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 22F8A058D3AA5573954CADBC628C3B53
06/05/2026 - 11:02
Pág. 7 de 8

La evaluación en este caso se llevará a cabo según los siguientes instrumentos:

- realización de un examen de la materia impartida a lo largo del curso (valoración: 50% de la calificación final); constará de una parte teórica (20% de la calificación final) y otra de ejercicios y problemas (30% de la calificación final).
- realización de un trabajo de aplicación de la simulación Monte Carlo a un problema específico de la materia (valoración: 50% de la calificación final).

INFORMACIÓN ADICIONAL

Las tutorías de los profesores Guirado Llorente y Zamora Ardoy serán presenciales o por videoconferencia, de acuerdo con los alumnos, durante el tiempo de impartición de la parte de la asignatura que tienen asignada. Fuera de ese plazo atenderán a los alumnos vía correo electrónico.

Alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE):

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. La metodología docente y la evaluación serán adaptadas al alumnado con NEAE, conforme al Artículo 11 de la Normativa de Evaluación y de Calificación de estudiantes de la UGR, publicada en el Boletín Oficial de la UGR nº 112, de 9 de noviembre de 2016
Inclusión y Diversidad de la UGR.

En el caso de estudiantes con discapacidad u otras NEAE, el sistema de tutoría deberá adaptarse a sus necesidades, de acuerdo a las recomendaciones de la Unidad de Inclusión de la UGR, procediendo los Departamentos y Centros a establecer las medidas adecuadas para que las tutorías se realicen en lugares accesibles. Asimismo, a petición del profesorado, se podrá solicitar apoyo a la unidad competente de la Universidad cuando se trate de adaptaciones metodológicas especiales.

Información de interés para alumnado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): 22F8A058D3AA5573954CADBC628C3B53 Pág. 8 de 8