

Guía docente de la asignatura

**Radiobiología Clínica****Fecha última actualización: 21/07/2021****Fecha de aprobación por la Comisión Académica del****Máster: 27/07/2021****MÁSTER**

Máster Universitario en Avances en Radiología Diagnóstica y Terapéutica y Medicina Física

**MÓDULO**

Módulo I: Radiobiología y Bases de la Investigación en Radioterapia

**RAMA**

Ciencias de la Salud

**CENTRO RESPONSABLE  
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

<b>SEMESTRE</b>	Segundo	<b>CRÉDITOS</b>	4	<b>TIPO</b>	Obligatorio	<b>TIPO DE ENSEÑANZA</b>	Presencial
-----------------	---------	-----------------	---	-------------	-------------	--------------------------	------------

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES****BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

- Efectos generales de la radiación sobre los medios biológicos. Niveles molecular, celular y tisular. Radiopatología.
- Crecimiento y parámetros de cinética tumoral. Respuesta a la radiación de los tumores malignos. Control tumoral por radiación.
- Cirugía, radioterapia y quimioterapia en el tratamiento del cáncer.
- Bases moleculares de la transformación neoplásica.
- Mecanismos de progresión tumoral y metástasis.

## 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

- CG01 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas a la investigación clínica en ámbitos sanitarios con equipos multidisciplinares relacionados con el área de las distintas especialidades radiológicas y la oncología.
- CG02 - 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.
- CG03 - 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.
- CG04 - 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 específicas

- CE01 - Que los estudiantes profundicen y amplíen los conocimientos adquiridos tras la consecución de los estudios de grado de forma que puedan desarrollar y aplicar ideas a la investigación en ciencias radiológicas.
- CE02 - Que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para aplicar los conocimientos a la resolución de problemas en los ámbitos de la investigación radiológica dentro de los campos profesionales multidisciplinares de actuación.
- CE03 - Que los estudiantes conozcan los avances de la tecnología, los fundamentos científicos y los modelos experimentales necesarios para el desarrollo de la investigación clínica del área.
- CE04 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos derivados de los modelos biológicos experimentales in vivo e in vitro.
- CE05 - Que los estudiantes aprendan a extrapolar los resultados experimentales a la práctica clínica.
- CE06 - Que los estudiantes obtengan capacitación suficiente para la realización de la investigación en radioterapia y conozcan las fuentes de exposición y los riesgos para la salud de los agentes físicos ambientales para poder proponer medidas de prevención adecuadas.
- CE07 - Que los estudiantes adquieran las bases científicas suficientes para desarrollar actividades investigadoras en la evaluación del riesgo de carcinogénesis por agentes ambientales: magnitud del problema, mecanismo de acción, estudios experimentales y epidemiológicos y riesgo de enfermedad.
- CE08 - Que los estudiantes incorporen el principio de precaución a la gestión de la actividad profesional e investigadora de modo que valoren y apliquen el binomio riesgo-beneficio en la práctica diaria y sean capaces de innovar siguiendo criterios científicos.
- CE09 - Que los estudiantes sean capaces de promover y dirigir a otros profesionales relacionados con la investigación básica y clínica a colaborar en las tareas de investigación en beneficio de los pacientes.
- CE10 - Adquirir la capacitación profesional suficiente en el ámbito de investigación en radioterapia
- CE11 - Aprender a diseñar experimentos concretos para resolver problemas específicos en Radiobiología.

- CE12 - Saber elegir los diferentes modelos biológicos experimentales para protocolos de investigación diferentes.
- CE13 - Aplicar las fuentes de radiación y las dosis adecuadas a cada situación Experimental.

### Competencias transversales

- CT01 - 1. Comprender el método científico. Capacidad de análisis y síntesis y resolución de problemas.
- CT02 - Razonamiento crítico y aprendizaje autónomo.
- CT03 - Comunicación oral y escrita.
- CT04 - Trabajo en equipo.
- CT05 - Iniciativa y espíritu emprendedor

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Comprender el proceso de interacción de la radiación ionizante con las células y tejidos corporales.
- Identificar los parámetros de cinética tumoral.
- Conocer las relaciones entre dosis, tiempo y fraccionamiento en radioterapia.
- Identificar las principales técnicas de alta precisión empleadas en radioterapia y conocer sus principales indicaciones.
- Comprender las bases moleculares subyacentes a la transformación neoplásica.
- Saber identificar diferentes dianas terapéuticas en el tratamiento del tumor.

### PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

#### Teórico

#### 1. BLOQUE I. Efectos biológicos generales de la radiación.

- Tema 1. Lesiones moleculares radioinducidas: lesión inicial, reparación y lesión residual.
- Tema 2. Mecanismos de reparación del daño radioinducido.
- Tema 3. Biomarcadores de respuesta al tratamiento con radiación.

## **2. BLOQUE II. Supervivencia y destrucción celular y tisular por radiación.**

- Tema 4. Ensayos de clonogenicidad. Concepto de radiosensibilidad.
- Tema 5. Efectos celulares y tisulares de la radiación. Tolerancia de los tejidos normales.
- Tema 6. Ensayos predictivos en radioterapia.

## **3. BLOQUE III. Respuesta tumoral al tratamiento radioterápico.**

- Tema 7. Control tumoral por radiación: elementos de influencia. Curvas dosis-probabilidad de control.
- Tema 8. Relaciones dosis-tiempo-fraccionamiento en radioterapia. Dosis biológica equivalente. Ecuaciones de isoeffecto. Aplicaciones clínicas.
- Tema 9. Radioinmunoterapia.

### **Práctico**

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Bibliografía fundamental**

- GG Steel. Basic clinical radiobiology. Third edition. Oxford University Press, NY, 2002.
- M Joiner and A van der Kogel. Basic clinical radiobiology. Fifth Edition. Hodder Arnold, UK, 2019.
- PC Lara y M Lloret. Principios generales del cáncer. Ediciones Aran SL., Madrid, 2012.

### **Bibliografía complementaria**

- At the crossroads of cancer stem cells, radiation biology and radiation oncology. Cancer Res., 2016.
- Cancer stem cells: Radioresistance, prediction of radiotherapy\_outcome and specific targets for

combined treatments. *Advances drug Delivery Reviews*, 2017.

- Modeling the effect of intratumoral heterogeneity of radiosensitivity on tumor response over the course of fractionated radiation therapy. *Radiation Oncology*, 2019.
- Approaches to treat immune hot, altered and cold tumours with combination immunotherapies. *Nature reviews/Drugs Discovery*, 2019.
- The Role of Cancer Stem Cells in Radiation Resistance, *Frontiers in Oncology*, 2020.
- Inflammatory microenvironment remodelling by tumour cells after radiotherapy. *Nature reviews/Cancer*, 2020.
- CSC radioresistance: A therapeutic challenge to improve radiotherapy effectiveness in cancer. *Cells*, 2020.

## ENLACES RECOMENDADOS

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD05 Seminarios
- MD06 Análisis de fuentes y documentos
- MD07 Realización de trabajos en grupo
- MD08 Realización de trabajos individuales
- MD09 Aula virtual
- MD10 Talleres

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

### Evaluación ordinaria

1. El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se le haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

2. Criterios y porcentaje sobre la calificación final:

- Asistencia a clase y participación en clase (hasta un 30 % de la calificación total).
- Presentación de tareas (hasta un 70 % de la calificación total).

3. Para la presentación de tareas se utilizará el recurso TAREA de la plataforma PRADO.

### **Evaluación extraordinaria**

1. El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.
2. Se considerarán los mismos criterios y porcentajes que en la convocatoria ordinaria. Todos aquellos estudiantes que no hayan aprobado la asignatura en la convocatoria ordinaria podrán concurrir a la extraordinaria. Si la causa de no haber superado la asignatura ha sido el no realizar en tiempo y/o forma la tarea asignada, el alumno ha de contactar con el profesor para la asignación de una nueva tarea, así como para conocer los requisitos necesarios para poder presentarse a la convocatoria extraordinaria.
3. Aquellos estudiantes que no hayan seguido el proceso de evaluación continua obtendrán el 100% de la calificación mediante la realización de un trabajo.
4. Para la presentación de tareas se utilizará el recurso TAREA de la plataforma PRADO.

### **Evaluación única final**

1. El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrá acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.
2. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha

producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas, la solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

3. La evaluación en tal caso consistirá en:

- Realización de una prueba tipo test de respuesta múltiple: 100% de la calificación final.

4. Para la realización de la prueba se utilizará el recurso CUESTIONARIO de la plataforma PRADO.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

### 1. Metodología Docente

- Para el desarrollo de esta materia, hay que distinguir entre actividades que exigen la presencia del alumnado y otras que corresponden al trabajo autónomo del mismo. Es importante indicar que es obligatoria la asistencia de, al menos, el 80% de las clases presenciales. Por tanto, el alumno que no haya asistido a alguna de las clases presenciales deberá realizar las tareas encomendadas por el profesor respecto a los contenidos de la clase correspondiente.
- Los tipos de actividades a realizar (y el tiempo dedicado) serán:
  - Clases magistrales (6 clases, 2 horas/clase).
  - Actividades programadas en el aula como seminarios, debates y trabajos en grupo de los alumnos (12 horas/alumno).
  - Actividades de tutoría (6 horas/alumno).
  - Actividades de trabajo autónomo del alumnado (20 horas/alumno).
- Parte del trabajo autónomo se realizará a través de PRADO que proporciona la plataforma ideal para que los alumnos dispongan del material necesario para completar su formación en esta materia. Entre este material se incluyen trabajos publicados recientemente de los cuales los alumnos tendrán que realizar las diferentes tareas asignadas por el profesor. Dichas tareas deberán realizarse por todos los alumnos y tendrán que enviarse en el tiempo indicado para poder ser evaluadas.



- De forma puntual y siempre por motivos laborales o de movilidad, se podrá permitir el seguimiento y participación *on line* de las clases presenciales a través del programa zoom administrado por la UGR. En estos casos, se podrá requerir la presencia mediante tutoría individual de los alumnos que la hayan seguido de esta forma.

## ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y TELE-PRESENCIAL)

### Atención tutorial

#### HORARIO (Según lo establecido en el POD)

- El horario de tutorías se puede consultar en la página web del Departamento de Radiología y Medicina Física
- [https://www.ugr.es/~dptorad/pdf/TUTORIAS\\_21-22.PDF](https://www.ugr.es/~dptorad/pdf/TUTORIAS_21-22.PDF)

#### Herramientas para la atención tutorial (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

- Las tutorías se realizarán de forma presencial siempre que sea posible.
- En caso de que las restricciones sanitarias no lo permitan, las tutorías se llevarán a cabo mediante correo electrónico, vía telefónica o a través de videoconferencia utilizando ZOOM y GOOGLE MEET.

### Medidas de adaptación de la metodología docente

- Se mantendrá el mayor porcentaje posible de actividad presencial que permitan las restricciones sanitarias, siguiendo las recomendaciones del ministerio de universidades de 10 de junio de 2020.
- Los contenidos teóricos de la asignatura se impartirán combinando clases presenciales en el Centro correspondiente y clases *on line* impartidas de forma síncrona y asíncrona, con

presentaciones de power point locutadas y/o temas escritos con los contenidos teóricos de la asignatura. Para ello, se utilizará la plataforma PRADO y el sistema de videoconferencia a través de ZOOM y/o GOOGLE MEET.

### **Medidas de adaptación de la evaluación (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación)**

#### **Evaluación Ordinaria**

- Se emplearán los mismos instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final previamente indicados en el apartado “EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)”.

#### **Evaluación Extraordinaria**

- Se emplearán los mismos instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final previamente indicados en el apartado “EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)”.

#### **Evaluación única final**

- Se emplearán los mismos instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final previamente indicados en el apartado “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*”.

### **ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)**

#### **Atención tutorial**

**HORARIO**  
(Según lo establecido en el POD)**Herramientas para la atención tutorial (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)**

- El horario de tutorías se puede consultar en la página web del Departamento de Radiología y Medicina Física
- [https://www.ugr.es/~dptorad/pdf/TUTORIAS\\_21-22.PDF](https://www.ugr.es/~dptorad/pdf/TUTORIAS_21-22.PDF)
- Las tutorías se llevarán a cabo mediante correo electrónico, vía telefónica o a través de videoconferencia utilizando ZOOM y GOOGLE MEET.

**Medidas de adaptación de la metodología docente**

- En caso de suspensión de la actividad presencial los contenidos teóricos de la asignatura se impartirán mediante clases *on line* impartidas de forma síncrona y asíncrona, con presentaciones de power point locutadas y/o temas escritos con los contenidos teóricos de la asignatura. Para ello, se utilizará la plataforma PRADO y el sistema de videoconferencia a través de ZOOM y/o GOOGLE MEET.

**Medidas de adaptación de la evaluación (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación)****Evaluación Ordinaria**

- Se emplearán los mismos instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final previamente indicados en el apartado “EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)”.

**Evaluación Extraordinaria**

- Se emplearán los mismos instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final previamente indicados en el apartado “EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE

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

### **Evaluación única final**

- Se emplearán los mismos instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final previamente indicados en el apartado “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*”.