

<b>TÍTULO:</b> Introducción a la Radiobiología			
<b>AÑO:</b> 2026	<b>CUATRIMESTRE:</b> Primero	<b>N° DE CRÉDITOS:</b> 1	<b>VIGENCIA:</b> 3 años
<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas			
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Física			

### **FUNDAMENTOS**

El carácter inherentemente inter- y multi-disciplinar de la línea de investigación de física aplicada a la medicina impone desafíos formativos en tópicos con fuerte vínculo en disciplinas como química, biología; entre otras. En particular, los efectos de las radiaciones ionizantes sobre sistemas vivos, uno de los focos centrales de la línea de investigación, exige conocimientos referidos al comportamiento físico-químico así como características y propiedades biológicas para una comprensión integral y acabada de los fenómenos y sistemas de estudio. La radiobiología es una disciplina, consolidada desde hace décadas, destinada a un abordaje integral físico, químico, biológico, matemático y fisiológico de los efectos a corto, mediano y largo plazo derivados de la exposición de sistemas biológicos a radiaciones ionizantes.

La asignatura ofrece un abordaje inicial sobre la radiobiología como tópico central, desarrollando áreas que abarcan desde los procesos físicos primordiales hasta la respuesta biológicamente sopesada por exposición a radiaciones ionizantes.

### **OBJETIVOS**

#### **OBJETIVOS**

- Adquirir conocimientos generales teórico-prácticos en el área de la radiobiología.
- Instruir al alumno en los efectos biológicos de la radiación ionizante.
- Introducir al alumno en el biología y fisiología celular de interés para física médica.
- Instruir al alumno en el manejo de modelos y metodologías de radiobiología de interés para física médica.

### **PROGRAMA**

#### **MÓDULO I: Física y química en la interacción radiación-materia**

Fuentes de radiación ionizante. Tipos de radiación ionizante: Clasificación. Principios de la dosimetría de radiación: Dosis y unidades, Transferencia lineal de energía (LET). Efectos directos e indirectos por radiaciones ionizantes.

#### **MÓDULO II: Radiobiología molecular y celular**

Lesiones por radiación en el ADN. Principales tipos de reparación del ADN

Reconocimiento y señalización del daño. Consecuencias del daño no reparado en el ADN: daño cromosómico. Definición radiobiológica de muerte celular. Curvas y modelos de supervivencia. Efectos del ciclo celular. Efectividad biológica relativa

Reparación celular ejemplificada en curvas de supervivencia. Hiperradiosensibilidad celular (HRS) y reparación inducida. Otras dianas moleculares: efectos epigenéticos

Sensibilizantes a la radiación. Protectores de radiación.

#### **MÓDULO III: Radiobiología en la radioterapia tumoral y en tejidos sanos**

Crecimiento tumoral. Respuesta tumoral a la irradiación. Dependencia del control tumoral con la dosis y el tamaño tumoral. Efectos del fraccionamiento de la dosis. Predicción de la respuesta

tumoral a la radiación. Hipoxia tumoral. Respuesta celular y tisular. Respuestas tisulares agudas. Respuestas tisulares tardías. Predicción de la respuesta tisular normal. Ratio terapéutico. Irradiación de cuerpo completo.

#### **MÓDULO IV: Bases radiobiológicas de la protección radiológica**

Consecuencias para la salud tras la irradiación de cuerpo completo por accidentes radiactivos. Riesgos de radiación a largo plazo por dosis bajas. Cáncer inducido por radiación en supervivientes de la bomba atómica. Estudios epidemiológicos en otras poblaciones expuestas a la radiación. Mecanismos del cáncer inducido por radiación. Efectos de la radiación en el embrión y el feto en desarrollo. Enfermedades hereditarias inducidas por radiación.

#### **MÓDULO V: Radiobiología aplicada en radio-oncología**

Braquiterapia, radionúclidos y radioinmunoterapia. Radioterapia con partículas cargadas y alta LET. Terapia de captura de neutrones de boro (BNCT). Técnicas de biología molecular y celular. Sensado celular. Oncogenes y genes supresores de tumores.

#### **MÓDULO V: Ciclo celular, crecimiento tumoral y la cinética celular**

Crecimiento tumoral. Cinética celular. Proliferación celular en tejidos normales. Mecanismos de muerte celular. Ensayos in vitro e in vivo para la supervivencia celular. Reparación del daño por radiación. Biología tumoral e interacciones huésped-tumor. Radiobiología del daño tisular normal. Respuestas tisulares agudas. Respuestas tisulares tardías. Irradiación de cuerpo completo. Tolerancia al retratamiento. Efectos del volumen. Índice terapéutico

#### **MÓDULO VI: Fraccionamiento temporal de dosis administrada**

Reparación y repoblación. Redistribución/reclutamiento. Reoxigenación. Relación entre tiempo y dosis. Curvas de isoeffecto. Modelo lineal cuadrático y modelos de isoeffecto. Esquemas de fraccionamiento modificados.

#### **MÓDULO VII: Situaciones de Aplicación de Radiobiología**

El modelo cuadrático lineal: uso, interpretación y desafíos. Curvas de supervivencia celular en radiobiología: del acelerador lineal al ajuste lineal-cuadrático y alternativas. Radiobiología en hadtonterapia. Radiobiología para radioterapia FLASH.

#### **MÓDULO VIII: El método Monte Carlo para modelar procesos en radiobiología para radioterapia**

Procesos estocásticos y principios de simulación Monte Carlo. Métodos de Monte Carlo en dosimetría de radioterapia: Macrodosimetría, microdosimetría y nanodosimetría. Radiobiología de la respuesta a la radioterapia en los enfoques de Monte Carlo. Determinación de la estructura de trayectorias de partículas para daños inducidos por radiación. Los códigos FLUKA y PENELOPE-PENHAN.

#### **PRÁCTICAS**

Práctico de laboratorio I: Experimentación con técnicas de dosimetría biológica.

Práctico de laboratorio II: Ejercitación teórico-analítica sobre modelos LQ y LQC de supervivencia para células de interés en radioterapia.

Práctico de laboratorio III: Experimentación virtual con técnicas e simulación Monte Carlo vinculadas a: macro- y microdosimetría con simulaciones Monte Carlo.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- F. Attix. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry. Editorial John Wiley and Sons, 1986.
- IAEA. Radiation Biology: A Handbook for teachers and and students. Viena, 2010
- F. Kahn. The physics of the radiation therapy 3ra. Ed., Editorial Lippincott Wil-liams & Wil, 2003.
- F. Salvat, J. Fernández-Varea and J. Sempau. PENELOPE, an algorithm and computing code for Monte Carlo simulation of electron photon showers. Editorial NEA, France 2003.
- Battistoni, G. et al. Overview of the FLUKA code. Annals of Nuclear Energy. 82: 10-18. ISSN0306-4549, doi: 10.1016/j.anucene.2014.11.007.
- M. Valente Elementos de cálculo dosimétrico para hadronterapia y campos mix-tos Notas del curso de posgrado en FaMAF 2010-2011-2012. (disponible en: <http://www.famaf.unc.edu.ar/~valente>)
- M. Valente y P. Pérez Dosimetría y radiobiología. Notas para curso de grado, Universidad de Catamarca, 2011. (disponible en: <http://www.famaf.unc.edu.ar/~valente>)

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Oliveira Dias, J., et al. Obtaining cell survival curves in radiobiology: From the linear accelerator to the linear quadratic fitting and alternatives. World Academy of Sc. Journ. 7, 73, 2025. doi: 10.3892/wasj.2025.361
- C. Salinas Domján et al. Development and characterization of Staphylococcus aureus-hydrogel-based radiation dosimeter. Appl. Rad. Isot., 2024. doi: 10.1016/j.apradiso.2024.111455
- El Naqa. I. et al. Monte Carlo role in radiobiological modelling of radiotherapy outcomes. Phys. Med. Biol., 57. R75–R97, 2012. doi:10.1088/0031-9155/57/11/R75
- S. McMahon. The linear quadratic model: usage, interpretation and challenges. Phys. Med. Biol., 64, 2019. doi: <https://doi.org/10.1088/1361-6560/aaf26a>.
- C. Limoli & M. Vozenin. Reinventing Radiobiology in the Light of FLASH Radio-therapy. Annu Rev Cancer Biol. 7, 2023. doi:10.1146/annurev-cancerbio-061421-022217

#### MODALIDAD DE EVALUACIÓN

##### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Dos (2) evaluaciones parciales sobre contenidos teórico-prácticos.
- El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos y de laboratorio.
- No existe régimen de promoción

#### REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Curso “Fundamentos de Física Médica” (Especialidad 1 de Lic. en Física) APROBADO