



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Estimación Monte Carlo de la radiación dispersada en experimentos de irradiación de cultivos celulares

### **Descripción general** (resumen y metodología):

En radiobiología se estudian distintos fenómenos asociados con la irradiación celular cuyas características son llamativas. Uno de ellos es el efecto "bystander", en el que células irradiadas son capaces de enviar señales "biológicas" específicas a otras células cercanas que, aún no habiendo sido irradiadas, sufren efectos similares, incluida la muerte celular, a los que afectan a las primeras. En los experimentos que actualmente se realizan para comprobar este efecto, se consigue irradiar selectivamente células individuales situadas en cultivos celulares que usualmente incluyen un número elevado de células.

En este trabajo se quiere estudiar la radiación dispersa producida en este tipo de experimentos con el fin de dilucidar si esa radiación podría afectar de manera significativa a las células cercanas no irradiadas. Si ese fuera el caso, esas células no irradiadas absorberían una cierta dosis que podría eventualmente ser causa de parte del efecto bystander.

Para llevar a cabo este estudio se utilizará el código de simulación Monte Carlo PENHAN que permite simular las trayectorias que electrones, fotones, positrones, protones y partículas alfa siguen en los medios materiales con los que interactúan. Será necesario construir geometrías que repliquen las situaciones experimentales pertinentes, en las que se pueden encontrar elementos tales como cajas de cultivo, medios de cultivo, estructura celulares, etc. Se considerarán fuentes de rayos X para producir la irradiación de los cultivos celulares, aunque se analizarán también fuentes de radiación de las otras partículas que PENHAN permite simular, con el fin de contrastar sus posibilidades en este tipo de experimentos de radiobiología. Se estudiarán específicamente los mapas de dosis en el volumen ocupado por los cultivos.

Además se construirá una geometría celular realista, incluyendo los elementos fundamentales de la célula para identificar, si es posible, las zonas celulares que pueden ser más afectadas.

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

### **Objetivos planteados:**

1. Adquisición de conocimientos básicos sobre estructura celular y radiobiología.
3. Estudio de los mecanismos de interacción de fotones, electrones y positrones con la materia.
4. Estudio de las técnicas Monte Carlo básicas.
5. Puesta en marcha del programa de simulación Monte Carlo PENHAN.
6. Construcción de geometrías para la simulación de cultivos celulares.
7. Construcción de geometrías celulares para simulación Monte Carlo.
8. Estimación de la radiación dispersada en la irradiación de cultivos celulares

### **Bibliografía básica:**

1. N. Suntharalingam, et al. Radiation oncology physics: A handbook for teachers and students. (IAEA, 2005)
2. T. Kuchimaru, et al. Microdosimetric characteristics of micro X-ray beam for single cell irradiation. IEEE Trans. Nucl. Sci. 53 (2006) 1363-1366
3. M. Folkard, et al. A charged-particle microbeam: I. Development of an experimental system for

- targeting cells individually with counted particles. Int. J. Radiat. Biol. 72 (1997) 375-385
4. M. Folkard, et al. A charged-particle microbeam: II. A single-particle micro-collimation and detection system. Int. J. Radiat. Biol. 72 (1997) 387-395
  5. H. Tang, et al. Radiation-induced bystander effect and its clinical implications. Front. Oncol. 13 (2023) 1124412
  6. M. Tomita, M. Maeda. Mechanisms and biological importance of photon-induced bystander responses: do they have an impact on low-dose radiation responses. J. Radiat. Res. 56 (2015) 205-219
  7. E.J. Hall. The bystander effect. Health Phys. 85 (2003) 31-35
  8. J.E. Turner. Atoms, radiation and radiation protection (John Wiley and Sons, 1995)
  9. F. Salvat. PENELOPE 2024: A code system for Monte Carlo simulation of electron and photon transport. (Nuclear Energy Agency, 2025)
  10. F. Salvat. PENHAN: Monte Carlo simulation of the coupled transport of electrons, photons, nucleons, and alphas. (2025)
  11. E.B. Podgorsak. Radiation physics for medical physicists. (Springer, 2016)

### **Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

Es importante tener conocimientos de FORTRAN y sobre los procesos básicos de interacción radiación-materia.

**Plazas:** 1

### **2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** ANTONIO MIGUEL LALLENA ROJO

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

**Correo electrónico:** lallena@ugr.es

### **3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Ámbito de conocimiento/Departamento:**

**Correo electrónico:**

### **4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**Centro de convenio Externo:**

### **5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:** CELIA QUINTANA MARTIN

**Correo electrónico:** celiaquintana@correo.ugr.es