



**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**  
**DIRECCIÓN ACADÉMICA DE POSTGRADO**

**I.- IDENTIFICACIÓN DEL CURSO**

<b>Nombre de la Asignatura</b>	: <b>EL MÉTODO MONTE CARLO EN FÍSICA MÉDICA</b>
<b>Código</b>	: MFM-101
<b>Programa (Mg.)</b>	: MAGISTER EN FÍSICA MÉDICA
<b>Horas, Módulos</b>	: 64 horas
<b>Calidad</b>	: Electivo
<b>Tipo de formación</b>	: Especializada
<b>Carácter (Teor., Práct., T/P)</b>	: Teórico/Práctico
<b>Régimen</b>	: Electivo – Presencial
<b>Académicos participantes</b>	Dr. Mauro Valente

**II.- DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA**

La asignatura es de carácter teórico-práctico, con fuerte carga en la ejercitación utilizando recurso informático.

Se incluye repaso de temáticas como estadística, conteo, programación, transporte de radiación y cálculo numérico.

La carga horaria se distribuye en 2 (dos) clases semanales de 2 horas cada una, y se prevé que los estudiantes requieran de otras 2 horas semanales para estudio y ejercitación propia.

**III.- OBJETIVOS**

**Objetivos generales:** Formar a los estudiantes en el área de la técnica Monte Carlo, con aplicaciones en física médica, desarrollando los fundamentos basales de la técnica y su implementación como metodología para la resolución numérica en el cálculo, particularmente de estimación de integrales en las ecuaciones de transporte de radiación de Boltzmann en problemas de física médica

**Objetivos específicos:**

- **Proporcionar al estudiante los conceptos teóricos relevantes de la técnica Monte Carlo.**
- **Proporcionar al estudiante las herramientas prácticas para diseñar e implementar rutinas básicas de simulación Monte Carlo para la resolución de problemas de cálculo numérico.**
- **Proporcionar al estudiante conocimientos y experiencia para adaptar rutinas de códigos Monte Carlo de transporte de radiación para aplicaciones en física médica.**

#### IV.- RECURSOS METODOLÓGICOS

La metodología de enseñanza es presencial, incluyendo clases teóricas y prácticas.

Se utilizará recurso informático de acceso directo y/o remoto. Se prevé la realización de actividades prácticas y ejercitación supervisadas durante horario de clase, y tareas a cumplir por parte de los estudiantes.

Se prevé la realización de un proyecto personal, individual de cada estudiante, en el que se apliquen los conceptos y técnicas aprendidas, como parte de las exigencias del curso.

#### V.- EVALUACION

La modalidad de evaluación consiste en la formulación, desarrollo y entrega de un proyecto individual de cada estudiante, más un examen final integrador.

#### VI.- CONTENIDOS

1. Introducción a los Métodos de Monte Carlo
  - 1.1 Esquema general.
  - 1.2. Conceptos básicos.
2. Repaso de estadística y conteo
3. Repaso de teoría de distribuciones
4. La ecuación de transporte de radiación de Boltzmann
5. Estimación de volúmenes e integrales.
  - 5.1. Introducción.
  - 5.2. Tamaño de muestra y error.
  - 5.3. Intervalos de confianza..
6. Comparación con otros métodos clásicos para integración en múltiples variables.
  - 6.1 Problemas de Conteo.
  - 6.2 Generación de muestras.
  - 6.3 Números aleatorios y pseudo-aleatorios.
  - 6.4. Variables aleatorias independientes de distribuciones continuas y discretas.
7. Técnicas de reducción de varianzas y eficiencia computacional.
  - 7.2. Intervalos de confianza simultáneos.
  - 7.3. Estimación de cocientes.
  - 7.4. Estimación secuencial.
8. Simulación Monte Carlo en física médica
  - 8.1 Ejemplos
  - 8.2 Paquetes de simulación Monte Carlo en física médica

- |       |   |
|-------|---|
| 8.2.1 | El código PENELOPE                                    |
| 8.2.2 | Rudimentos básicos sobre el código FLUKA              |
| 8.3   | Distribuciones de dosis en profundidad                |
| 8.4   | Simulación de equipamiento médico de radiología       |
| 8.5   | Simulación de procedimientos de medicina nuclear      |
| 8.6   | Simulación de procesos avanzados y técnicas complejas |

## VII.- PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Las actividades prácticas de laboratorio se refieren a la ejercitación computacional, según el siguiente esquema:

- Trabajo práctico 1: Rudimentos básicos de programación en lenguaje FORTRAN 77
- Trabajo práctico 2: Rudimentos básicos de programación en plataforma MATLAB
- Trabajo práctico 3: Elaboración de rutinas de procesamiento y visualización en MATLAB
- Trabajo práctico 4: Elaboración de rutinas de simulación Monte Carlo básica en MATLAB
- Trabajo práctico 5: adaptación de rutinas de simulación Monte Carlo del código PENELOPE
- Trabajo práctico 6: adaptación de rutinas de simulación Monte Carlo del código FLUKA

## VIII.- BIBLIOGRAFIA

La asignatura contará con bibliografía específica, desarrollada originalmente por el docente para este curso. Además de la lista de artículos científicos que el docente proveerá a lo largo del curso, se recomienda la siguiente lista de bibliografía:

Valente, M. *Elementos de cálculo dosimétrico para campo mixto*. Ed. Universidad Nacional de Córdoba, 2015.

Valente, M. *Fundamentos de física médica*. Ed. Universidad Nacional de Córdoba, 2016.

F. Salvat et al. *PENELOPE2008, A Code System for Monte-Carlo Simulation of Electron and Photon Transport*. NEA

Binder, K., *The Monte Carlo Methods in Statistical Physics*, Springer-Verlag, 1979.

Binder, K. and D. W. Heermann, *Monte Carlo Simulation in Statistical Physics*, Springer-Verlag, 1988.

Crank, J., *Mathematics of Diffusion*, Oxford University Press, 1990.

Duderstadt, J. J. and W. R. Martin, *Transport Theory*, John Wiley & Sons, 1979.

Tain, S., *Monte Carlo Simulations of Disordered Systems*, World Scientific, Singapore, 1992.