

IDENTIFICACIÓN

CURSO	: TÉCNICAS MONTE CARLO PARA TRANSPORTE DE PARTÍCULAS
TRADUCCIÓN	: MONTE CARLO METHODS FOR PARTICLE TRANSPORT
SIGLA	: FIM4021
CRÉDITOS	: 10
MÓDULOS	: 2
REQUISITOS	: SIN REQUISITOS
RESTRICCIONES	: Magíster. En Física (030401) o Doctorado en Física (030501) o Magíster en Astrofísica (036001) o Magíster en Física Médica (030803) o Magíster en Astrofísica (020601) o Doctorado en Astrofísica (020701)
CONECTOR	: NO APLICA
CARÁCTER	: OPTATIVO
TIPO	: TALLER
CALIFICACIÓN	: ESTÁNDAR
PALABRAS CLAVE	: MONTECARLO, SIMULACION, FLUKA
NIVEL FORMATIVO	: MAGÍSTER

INTEGRIDAD ACADÉMICA Y CÓDIGO DE HONOR

La Universidad tiene un compromiso con la construcción de una cultura de respeto e integridad. Quienes participen de este curso se adscriben al Código de Honor UC y adquieren el compromiso de aportar a la construcción de una cultura de Integridad Académica, actuando en consonancia con los valores de veracidad, confianza, respeto, justicia, responsabilidad y honestidad en todo el trabajo académico.

I. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Esta asignatura práctica introduce a el/la estudiante al uso de los métodos Monte Carlo para simular el transporte de partículas. El/la estudiante podrá explorar esta técnica para modelar diferentes fuentes de radiación empleadas en distintas áreas de la física. El curso se organiza en dos ejes: en el primero, se estudia la historia y los conceptos fundamentales del método Monte Carlo, que el/la estudiante tendrá que reproducir en simulaciones. En el segundo eje, se aprende un código Monte Carlo comúnmente utilizado en investigación científica. La metodología de aprendizaje considera casos de estudio, simulación, aprendizaje basado en equipos. La evaluación se organizará en controles individuales a lo largo del curso, además de pruebas individuales de programación en Python y FLUKA.

II. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- 1.- Identificar los conceptos fundamentales y formulaciones que constituyen la base del método Monte Carlo en el ámbito de la física.
- 2.- Valorar el propósito e impacto del método Monte Carlo en la simulación de partículas.
- 3.- Explicar las limitaciones inherentes en la modelización de fenómenos físicos complejos, en situaciones reales.
- 4.- Solucionar problemas probabilísticos, a través de programación, en situaciones reales.
5. Modelar distintas fuentes de radiación, utilizando técnicas Monte Carlo empleadas en experimentos de física

III. CONTENIDOS

1. Herramientas de programación
 - 1.1. Paquetes para simular números aleatorios
 - 1.2. Gráficos y reporte de los resultados
2. Fundamentos del método Monte Carlo
 - 2.1. Historia de las simulaciones Monte Carlo
 - 2.2. Generadores de números pseudoaleatorios
 - 2.3. Formulación fundamental del método Monte Carlo
3. Distribuciones de probabilidad
 - 3.1. Distribuciones comunes (Binomial, Normal, Poisson, ...)
 - 3.2. Función de densidad y acumulativa
 - 3.3. Desigualdad de Chebyshov
4. Probabilidad condicional y valor esperado
 - 4.1. Teorema del límite central
 - 4.2. Test estadísticos y *p-value*
 - 4.3. Teorema de Bayes
5. Transporte de partículas
 - 5.1. Choque de neutrones en medio infinito
 - 5.2. Choque de neutrones en medio finito
6. Código Monte Carlo de uso general
 - 6.1. Introducción a FLUKA y FLAIR
 - 6.2. Geometría combinatoria
 - 6.3. *Scoring* de los resultados
7. Modificar la física en FLUKA
 - 7.1. Declarar haces y fuentes radiactivas extensa
 - 7.2. Cortes en energía
 - 7.3. Definición de materiales complejos
8. Técnica avanzada
 - 8.1. Campos magnéticos
 - 8.2. Bias
 - 8.3. *User routines*
9. Aplicaciones específicas
 - 9.1. Haces múltiples
 - 9.2. Haces de hadrones
 - 9.3. Importación de imágenes médicas

IV. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- Cátedra
- Aprendizaje basado en equipos
- Casos de estudio

V. ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

- Simulación-80%
- Reporte-20%

VI. BIBLIOGRAFÍA

MINIMA:

- FLUKA manual
- Haghighat, Alireza. Monte Carlo Methods for Particle Transport. CRC Press, 2016
- VanderPlas, Jake. *Python data science handbook: Essential tools for working with data*. O'Reilly Media, Inc., 2016

COMPLEMENTARIA:

- Seco, J. and Verhaegen, F. Monte Carlo Techniques in Radiation Therapy. CRC Press, Boca Raton, FL 2013
- Carlos Fernandez-Granda, Probability and Statistics for Data Science, 2017
- Particle data group, 2024