



<b>Título del trabajo:</b> MÉTODOS DE MONTE-CARLO PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TIPO NUMÉRICO
<b>Tutor/a:</b> PEDRO GONZÁLEZ RODELAS <b>Correo electrónico:</b> prodelas@ugr.es
<b>Cotutor/a:</b>
<b>Departamento responsable:</b> MATEMÁTICA APLICADA
<b>Perfil y número de estudiantes al que va dirigido (máximo 2):</b> Hasta 2 estudiantes con intereses y habilidades computacionales. <i>(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de estudiante)</i>
<b>Estudiante que propone el trabajo (Nombre, Apellidos, DNI):</b>
<b>Tipo de trabajo 1.</b>
<b>Competencias</b> <i>Competencias generales:</i> G02, G03, G04, G05, G06, G07, G08, G09. <i>Competencias específicas:</i> E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09, E10.
<b>Resultados de aprendizaje</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Adquirir competencias globales ligadas al desarrollo y aplicación de los conocimientos del Grado.</li><li>• Adquirir competencias ligadas a la búsqueda y organización de información y documentación relevante sobre el tema objeto de estudio.</li><li>• Aplicar el “pensamiento estadístico” y tener capacidad para enfrentarse a las distintas etapas de un estudio estadístico (desde el planteamiento del problema hasta la exposición de resultados).</li><li>• Saber presentar, de forma escrita y oral, la memoria, los resultados y las conclusiones del trabajo realizado.</li></ul>
<b>Antecedentes y resumen del tema propuesto:</b> <p>Los denominados Métodos de Monte-Carlo son diferentes técnicas que permiten analizar fenómenos por medio de algoritmos computacionales. Estos algoritmos se implementan en un ordenador fundamentalmente a través de la generación de números pseudo-aleatorios.</p> <p>El estudio de estos métodos computacionales requiere a su vez de un conocimiento detallado en una amplia gama de campos del saber: la Probabilidad, para describir los experimentos y procesos aleatorios involucrados, la Estadística, para poder analizar los datos obtenidos, la Computación, para implementar eficientemente los algoritmos necesarios, la Matemática en general, para formular y resolver los problemas a estudiar y resolver finalmente, ya sean problemas de Optimización, de Cálculo Numérico, etc.</p> <p>Generalmente, los métodos de Monte-Carlo se basan en la analogía entre probabilidad y cierta medida física o geométrica relacionada con un conteo, superficie, volumen, etc. de manera que se asocia un cierto evento con una medida relativa del universo de posibles resultados. En la práctica esto significará muestrear aleatoriamente un universo de resultados posibles y tomar la fracción de muestras aleatorias que caen en un conjunto dado.</p>



Aparte existen varias técnicas generales para la reducción de la varianza, que mejoran la precisión y la convergencia del método, sin aumentar innecesariamente el número de experimentos. Así que dichas técnicas serán también consideradas y se intentará implementarlas en las aplicaciones concretas que se desarrollen.

En el caso de que haya hasta 2 estudiantes trabajando sobre el mismo tema genérico, cada uno de ellos centraría la parte teórica de su TFG en alguno de estos aspectos teóricos fundamentales, y tendrían que desarrollar aplicaciones concretas diferentes.

**Breve descripción de las actividades presenciales y no presenciales a realizar:**

Actividades presenciales (15-30%)	Planteamiento, orientación y supervisión	15 horas
	Exposición del trabajo	5 horas
	Otras: Resolución de dudas teóricas y problemas de implementación informática	25 horas
Actividades no presenciales (70-85%)	Preparación del trabajo	100 horas
	Elaboración de la memoria	55 horas
	Otras: Programación de los métodos, testeo y depuración de los códigos implementados	100 horas
Total (12 ECTS)		300 horas

**Objetivos que se pretenden alcanzar:**

- Revisión bibliográfica sobre los denominados métodos de Monte-Carlo para la resolución de problemas numéricos y para el análisis de fenómenos en Física y/o Economía.
- Repaso exhaustivo sobre distintas técnicas de generación de números pseudo-aleatorios con la ayuda del ordenador.
- Consideración de diferentes analogías entre probabilidad y medidas de superficie/volumen/capacidad, etc.
- Conocer los resultados teóricos sobre probabilidad y métodos numéricos relacionados con las diferentes técnicas de simulación mediante métodos de tipo Monte-Carlo.
- Uso de la ley de los grandes números para la estimación de la convergencia del método.
- Conseguir la resolución efectiva de varios problemas numéricos mediante la aplicación de dicha técnica en algunas aplicaciones concretas.
- Implementación en un ordenador con la ayuda de un lenguaje de programación adecuado (R y/o Python, fundamentalmente).

**Bibliografía básica para la puesta en marcha del trabajo:**



- Barbu, A. Zhu, S-C. Monte Carlo Methods, Springer Nature, Singapore Pte. Ltd. (2020).
- Carrasco, R., Fernández de Córdoba, P., García-Raffi, L. & Sanchís, J., 2000. Métodos de Simulación Monte Carlo y sus aplicaciones.
- Koch, K-R, Monte Carlo Methods, International Journal of Geomathematics, 9 (2018) 117-143.
- Ramírez V. Barrera, D. Pasadas, M. y Rodelas P. Cálculo Numérico con Matemática, Ariel 2001.
- Rojas Calderón, E. L., 2010. Aplicaciones de la simulación Monte Carlo en dosimetría y problemas de física médica.
- Udías Moineiro, J. M., 2010. Aplicación de Simulaciones Monte Carlo para el análisis de información CT y su uso en PET y Dosimetría.
- Walter, J.-C., Barkema, G.T, An introduction to Monte Carlo methods. Physica A, 418 (2015) 78-87.

### Tipo de trabajo (\*):

1. Estudio de profundización en algún tema concreto de Estadística, o como proyecto de aplicación de la misma a estudios o problemas de otros ámbitos científicos o sociales.
2. Realización completa de todas las fases de un proyecto estadístico, bien con auxilio de prácticas en empresas o con prácticas propuestas y dirigidas por el tutor.
3. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la Estadística.
4. Elaboración de un informe o un proyecto de naturaleza profesional.
5. Elaboración de un plan de empresa.
6. Simulación de encargos profesionales.
7. Trabajos bibliográficos sobre el estado actual de una temática relacionada con la Estadística.
8. Creación y/o empleo de herramientas informáticas para su uso en Estadística.
9. Trabajos de inicio a la investigación.
10. Trabajos cuya finalidad sea la divulgación de la Estadística en diversos contextos.
11. Trabajos sobre Historia de la Estadística.
12. Trabajos relacionados con la docencia de la Estadística.

### Competencias (\*\*)

#### Competencias generales:

**G01.** Poseer los conocimientos básicos de los distintos módulos que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en la propuesta de título de Grado en Estadística que se presenta.

**G02.** Saber aplicar los conocimientos básicos de cada módulo a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elabora-



ción y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de la Estadística y ámbitos en que esta se aplica directamente.

**G03.** Saber reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**G04.** Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado.

**G05.** Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

**G06.** Saber utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.

**G07.** Poder comunicarse en otra lengua de relevancia en el ámbito científico.

**G08.** Poseer habilidades y aptitudes que favorezcan el espíritu emprendedor en el ámbito de aplicación y desarrollo de su formación académica.

**G09.** Fomentar y garantizar el respeto a los Derechos Humanos, a los principios de accesibilidad universal, igualdad, y no discriminación; y los valores democráticos, de la cultura de la paz y de igualdad de género.

#### **Competencias específicas:**

**E01.** Conocer los fundamentos básicos del razonamiento estadístico, en el diseño de estudios, en la recogida de información, en el análisis de datos y en la extracción de conclusiones.

**E02.** Conocer, saber seleccionar y saber aplicar, técnicas de adquisición de datos para su tratamiento estadístico.

**E03.** Conocer los fundamentos teóricos y saber aplicar modelos y técnicas estadísticas en estudios y problemas reales en diversos ámbitos científicos y sociales.

**E04.** Saber seleccionar los modelos o técnicas estadísticas para su aplicación en estudios y problemas reales en diversos ámbitos científicos y sociales, así como conocer herramientas de validación de los mismos.

**E05.** Comprender la importancia de la Investigación Operativa como metodología de optimización, toma de decisiones y diseño de modelos particulares para la resolución de problemas en situaciones específicas.

**E06.** Comprender y utilizar básicamente el lenguaje matemático.

**E07.** Conocer los conceptos y herramientas matemáticas necesarias para el estudio de los aspectos teóricos y prácticos de la Probabilidad, la Estadística y la Investigación Operativa.

**E08.** Conocer y saber utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, bases de datos, visualización gráfica y optimización, que sean útiles para la aplicación y desarrollo de las técnicas estadísticas.

**E09.** Conocer los conceptos básicos y habilidades propias de un ámbito científico o social en el que la Estadística o la Investigación operativa sean una herramienta fundamental.

**E10.** Tomar conciencia de la necesidad de asumir las normas de ética profesional y las relativas a la protección de datos y del secreto estadístico, como premisas que deben guiar la actividad profesional como profesionales de la Estadística.



Universidad de Granada

**GRADO EN ESTADÍSTICA  
PROPUESTA DE TEMA PARA TRABAJOS FIN DE GRADO  
CURSO ACADÉMICO 2022/2023**