



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** MÉTODOS DE MONTE-CARLO PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TIPO NUMÉRICO

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

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.

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.

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.

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.

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

**Objetivos planteados:**

- 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:**

- 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 Moinelo, 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.

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

**Plazas:** 1

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

**Nombre y apellidos:** PEDRO GONZÁLEZ RODELAS

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** MATEMÁTICA APLICADA

**Correo electrónico:** prodelas@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:**

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

**Nombre y apellidos:** ANTONIO JESUS MORENO RECHE

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