



UNIVERSIDADE DA CORUÑA *Universidade*deVigo

## **PROGRAMA OFICIAL DE POSTGRADO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA**

### ***DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA MATERIA***

**Código de la materia:** 493011

**Nombre de la materia:** Simulación Estadística

**Número de créditos ECTS:** 5

**Curso académico:** 2018/2019

**Profesorado:** Rubén Fernández Casal

### ***OBJETIVOS DE LA MATERIA***

Se pretende que el alumno adquiera destreza en la identificación de problemas reales que pueden ser resueltos mediante simulación y su resolución en la práctica. Para ello se tratará de que el alumno conozca el funcionamiento de los principales algoritmos de generación de números aleatorios uniformes, así como de métodos generales y específicos para simular distintas distribuciones de probabilidad (tanto discretas como continuas y en el caso uni o multidimensional). También se pretende que el alumno conozca las principales aplicaciones de la simulación (especialmente en inferencia estadística), las ventajas y limitaciones de esta metodología y algunas de las técnicas más utilizadas.

### ***CONTENIDOS DE LA MATERIA***

#### **1. Introducción.**

Conceptos de sistema real, modelo y definición de simulación. Experimentación real y simulación. Simulación necesaria e innecesaria. Ventajas e inconvenientes de la simulación. Contenidos de la asignatura.

2. Generación de números pseudoaleatorios uniformes en  $(0,1)$ .  
Introducción. Propiedades deseables de un generador de números pseudoaleatorios uniformes. Métodos de los cuadrados medios y de Lehmer. Métodos congruenciales. Medidas estadísticas de calidad de un generador de números pseudoaleatorios.
3. Análisis de los resultados de simulación.  
Diagnóstico de la convergencia. Estimación de la precisión. Problemas de estabilización y dependencia.
4. Aplicaciones de la simulación.  
Aplicaciones en inferencia estadística. Introducción al remuestreo Bootstrap. Integración Monte Carlo. Muestreo de importancia. Optimización Monte Carlo. Temple simulado. Algoritmos genéticos de optimización.
5. Métodos universales para la generación de variables continuas.  
Método de inversión. Método de aceptación/ rechazo y sus variantes. Ejemplos de métodos específicos para generación de distribuciones continuas notables.
6. Métodos universales para la generación de variables discretas.  
Método de la transformación cuantil. Algoritmos basados en búsqueda secuencial. Métodos de truncamiento. Algoritmos basados en árboles binarios. Método de la tabla guía. Método de Alias. Ejemplos de métodos específicos para generación de distribuciones discretas notables.
7. Simulación de distribuciones multidimensionales.  
Método de las distribuciones condicionadas. Método de aceptación/rechazo. Simulación de datos dependientes: métodos basados en la factorización de la matriz de covarianzas y simulación basada en cópulas. Simulación discreta multivariante.
8. Técnicas de reducción de la varianza.  
Variables antitéticas. Números aleatorios comunes. Muestreo estratificado. Variables de control. Condicionamiento.
9. Introducción a los métodos de cadenas de Markov Monte Carlo.  
Muestreo de Gibbs. Algoritmo Metropolis Hastings. Diagnóstico de un algoritmo MCMC.

## ***BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA***

### **Bibliografía básica**

- Cao, R. Introducción a la simulación y a la teoría de colas. NetBiblo. 2002.
- Gentle, J.E. Random number generation and Monte Carlo methods. Springer-Verlag. 2003.
- Jones, O. et al. Introduction to Scientific Programming and Simulation Using R. CRC. 2009
- Ripley, B.D. Stochastic Simulation. John Wiley & Sons. 1987.
- Robert, C.P. y G. Casella. Introducing Monte Carlo Methods with R. Springer. 2010.
- Ross, S. M. Simulation. Prentice Hall. 1999.

## **Bibliografía complementaria**

- Bratley, P. A guide to simulation. Springer-Verlag. 1990.
- Devroye, L. Non-uniform random variate generation. Springer-Verlag. 1986.
- Evans, M. y Swartz, T. Approximating integrals via Monte Carlo and deterministic methods. Oxford University Press. 2000.
- Hörmann, W. et al. Automatic Nonuniform Random Variate Generation. Springer. 2004.
- Moeschlin, O. et al. Experimental stochastic. Springer-Verlag. 1998.
- Pardo, L. y Valdés, T. Simulación. Aplicaciones prácticas a la empresa. Díaz de Santos. 1987.
- Robert, C.P. y G. Casella. Monte Carlo statistical methods. Springer. 2004.

## **COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS**

### **Competencias generales:**

- G1 - Capacidad para iniciar la investigación y para participar en proyectos de investigación que pueden culminar en la elaboración de una tesis doctoral.
- G3 - Capacidad de trabajo en equipo y de forma autónoma
- G6 - Capacidad de identificar y resolver problemas
- G11 - Adquirir destreza para el desarrollo de software

### **Competencias específicas:**

- E4 - Conocer las aplicaciones de los modelos de la estadística y la investigación operativa.  
Comprensión de las técnicas básicas de simulación.
- E27 - Obtener los conocimientos precisos para un análisis crítico y riguroso de los resultados.  
Capacidad crítica sobre las posibilidades y limitaciones de las técnicas de simulación.
- E78 - Fomentar la sensibilidad hacia los principios del pensamiento científico, favoreciendo las actitudes asociadas al desarrollo de los métodos matemáticos, como: el cuestionamiento de las ideas intuitivas, el análisis crítico de las afirmaciones, la capacidad de análisis y síntesis o la toma de decisiones racionales
- E84 - Ser capaz de manejar diverso software (en particular R) e interpretar los resultados que proporcionan éstos en los correspondientes estudios prácticos.  
Capacidad de identificar problemas que requieran el diseño de experimentos de simulación y resolverlos mediante su implementación en lenguajes de programación de alto nivel (como el lenguaje GNU R).

## ***METODOLOGÍA DOCENTE: ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y SU VALORACIÓN EN CRÉDITOS ECTS***

Aproximadamente la mitad de la docencia presencial se impartirá mediante exposiciones orales del profesor mientras que la otra mitad corresponderá a prácticas (empleando el paquete estadístico R), propuestas por el profesor.

La actividad presencial y el correspondiente trabajo personal del alumno para su preparación serán de 3.5 créditos ECTS (incluyendo el examen final). Los otros 1.5 créditos ECTS de la materia corresponden a realización de trabajos prácticos individuales durante el curso.

## ***CRITERIOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN***

La evaluación se realizará por medio de prácticas propuestas por el profesor (G1, G3, G11, E4, E27, E78, E84) así como un examen escrito teórico-práctico (G1, G3, G6, G11, E4, E27, E78, E84). Para aprobar la materia será necesario superar las dos partes. La nota del examen escrito representará el 60% de la calificación global, mientras que el 40% restante corresponderá a las prácticas. La evaluación de dichas prácticas por el profesor será llevada a cabo durante las sesiones de prácticas y mediante trabajos individuales.

## ***TIEMPO DE ESTUDIO Y DE TRABAJO PERSONAL QUE DEBE DEDICAR UN ESTUDIANTE PARA SUPERAR LA MATERIA***

Se considera que el trabajo personal del alumno para superar la materia es de 125 horas, repartidas como se detalla a continuación:

1. Actividad presencial (36 h): 16 h de lección magistral, 18 h de prácticas con ordenador y 2 h de examen.
2. Estudio personal: 50 h.
3. Trabajos prácticos (a entregar a lo largo del curso): 30 h.
4. Atención personalizada: 9 h.

## ***RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIO DE LA MATERIA***

Se recomienda la asistencia a las clases y especialmente el seguimiento diario de las prácticas. Un prerequisite necesario es haber cursado al menos una materia de estadística básica en una titulación de grado precedente o la materia Estadística Aplicada del presente máster. Disponer de nociones generales sobre el paquete estadístico R facilitará el aprovechamiento de las clases y la realización de las prácticas.

## ***RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE***

Bibliografía, apuntes y ordenador. Uso del repositorio de material docente del máster.