

# Simulación

Semestre 2019-II (agosto - diciembre 2019)

Instructor: Dr. Jorge Francisco de la Vega Góngora  
email: jorge.delavegagongora@gmail.com

---

## Introducción

Simulación es una materia muy importante en la formación de matemáticas aplicadas, estadística e ingenierías y la ciencia en general. Esta materia se basa en conocimientos previos de Estadística, Probabilidad, Cálculo y Computación. Es muy conveniente para esta materia contar con conocimientos básicos de procesos estocásticos, inferencia estadística y conocimientos básicos de estadística bayesiana. También es importante tener bases de programación para poder realizar las simulaciones.

## Objetivo General de la materia

- Introducir al alumno al manejo de métodos eficientes para la generación de observaciones provenientes de fenómenos aleatorios con ciertas características conocidas.
- Al final del curso el alumno deberá ser capaz de llevar a cabo por cuenta propia un proyecto de simulación con su respectiva implementación en alguna plataforma computacional.

El enfoque general del curso es hacia la **simulación estocástica**.

## Detalle de los temas del curso

- Tema 0. Introducción a la Simulación
  - 0.1 Naturaleza de la Simulación
  - 0.2 Sistemas, modelos y simulación
  - 0.3 Simulación de eventos discretos
- Tema 1. Generación de uniformes pseudoaleatorios
  - 1.1 Números pseudoaleatorios
  - 1.2 Generadores de números pseudoaleatorios
- Tema 2. Generación de variables aleatorias
  - 2.1 Métodos generales
  - 2.2 Métodos particulares para distribuciones continuas
  - 2.3 Métodos particulares para distribuciones discretas
  - 2.4 Variadas correlacionadas
  - 2.5 Vectores aleatorios: cópulas
- Tema 3. Prueba para números pseudoaleatorias

- 3.1 Pruebas de bondad de ajuste
- 3.2 Pruebas teóricas: Kolmogorov-Smirnov y otras
- 3.3 Pruebas empíricas: QQ-plots y otras
- Tema 4. Métodos de Monte Carlo
  - 4.1 Monte Carlo por medio de cadenas de Markov
  - 4.2 Métodos de Remuestreo
- Tema 5. Técnicas de reducción de varianza
  - 5.1 Variadas antitéticas
  - 5.2 Variadas de control
  - 5.3 Condicionamiento
  - 5.4 Importance Sampling
  - 5.5 Números pseudoaleatorios comunes
  - 5.6 Muestreo estratificado
- Tema 6. Aplicaciones de simulación.
  - 6.1 Simulación de procesos estocásticos
  - 6.2 Simulación en inferencia estadística

## Referencias generales del curso

No hay un libro de texto único para este curso. Hay muchas referencias que serán de utilidad. Las siguientes referencias son algunos textos que pueden ser relevantes para el curso, y no están dadas en orden de importancia. Algunas de las referencias se encuentran disponibles en la biblioteca del ITAM.

Se espera que cada semana se lea un promedio de 40-50 páginas en lecturas asignadas y ustedes serán responsables de cubrir dichas lecturas. Más adelante especificaremos algunas revistas y artículos relevantes para el curso. Generales

- Morgan, B. J. T. (1984). *Elements of Simulation*. Chapman & Hall.
- Ross, Sheldon M. (1997). *Simulation*. Prentice Hall.
- Suess, Eric A. & Bruce E. Tumbo (2010). *Introduction to Probability Simulation and Gibbs Sampling with R*. Springer.
- Bratley, P., B. L. Fox, & L. E. Schrage (1983). *A guide to simulation*. Springer Verlag.
- Robert, C.P. & G. Casella (1999). *Monte Carlo Statistical Methods*. (Este libro es la versión "grande" del texto sugerido). Springer Verlag
- Rubinstein, R. Y. (1981). *Simulation and the Monte Carlo Method*. Wiley
- Kennedy, W. J & J. Gentle (1980). *Statistical Computing*. Marcell Dekker
- Law, A.M. & D. Kelton (1991). *Simulation modeling & Analysis*. McGraw-Hill.
- George S. Fishman (1996). *Monte Carlo: Concepts, algorithms and applications*. Springer.
- Thisted, Ronald A. (1988). *Elements of Statistical Computing*. Chapman & Hall.
- Banks, Jerry & John S. Carson II & Barry L. Nelson (1999) *Discrete-Event System*. Simulation Prentice Hall, 2nd ed.
- Banks, Jerry, ed. (1998). *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice*. Wiley
- Ripley, Brian D. (1987). *Stochastic Simulation*. Wiley.
- Gentle, James E. (2005). *Random Number Generation and Monte Carlo Methods*. 2nd. ed. Springer
- Debroye, Luc. (1986). *Non-Uniform Random Variate Generation*. Springer

## Orientados a aplicaciones

- Jäckel, Peter (2002). *Monte Carlo Methods in Finance*, Wiley.
- Chang, Mark (2011). *Monte Carlo Simulation for the Pharmaceutical Industry. Concepts, Algorithms and Case Studies*. CRC Press.
- Laguna, Manuel & Johan Marklund (2013). *Business Process Modeling, Simulation and Design*. 2nd. Ed. CRC Press.
- Train, Kenneth E. (2009). *Discrete Choice Methods With Simulation*. 2nd Ed. Cambridge.

## Algunos textos para conocer mejor R:

- Venables, W.N. y B.D. Ripley (2001). *Modern Applied Statistics with S-plus*, 4th. ed. Springer. Este libro provee un panorama general de metodología estadística a través de ejemplos en S-plus, que son casi 100% extrapolables a R.
- Becker, Richard A., John M Chambers y Allan R. Wilks (1988). *The new S Language. A programming environment for data analysis and graphics*, Wadsworth & Brooks/Cole. California.
- Spector, Phil (1994). *An introduction to S and S-Plus*, Duxbury Press, California.
- Murrell, Paul (2005). *R graphics*. Chapman and Hall.
- Tempel, Matthias (2016). *Simulation for Data Science with R*, PACKT Publishing, UK.

## Sobre Cópulas en simulación:

- Nelson, Roger B. (2006). *An introduction to copulas*, Springer.
- Teoría de cópulas y aplicaciones en simulación de riesgos financieros y en ingeniería civil

## Sobre MCMC, Gibbs Sampler:

- Carlin, Bradley P. y Tom Louis (2008). *Bayes and Empirical Bayes Methods for Data Analysis*, Third Edition. CRC Press.
- Dagpunar, J. S. (2007). *Simulation and Monte Carlo. With applications in finance and MCMC*. John Wiley & Sons.

## Sobre Bootstrap, Jackknife y pruebas de permutación:

- Efron, Bradley y Robert Tibshirani. (1988). *An introduction to the Bootstrap*, Chapman & Hall/CRC.
- Efron, Bradley. (1982). *The Jackknife, the Bootstrap and other resampling plans*, Regional Conference Series in Applied Mathematics, SIAM.