



**Universidad de Costa Rica**  
**Sistema de Estudios de Posgrado**  
**Programa de Posgrado en Estadística**

## **SP-1626 Estadística Bayesiana**

---

### **INFORMACIÓN GENERAL**

<b>Plan de estudios al que pertenece el curso:</b>	730501 Maestría Académica en Estadística y 730506 Maestría Profesional en Estadística
<b>Tipo de curso:</b>	Obligatorio para la Maestría Académica en Estadística y Maestría Profesional en Estadística
<b>Modalidad:</b>	Teórico
<b>Número de créditos:</b>	4 créditos
<b>Horas presenciales:</b>	4 horas semanales
<b>Horas de atención de estudiantes:</b>	2 horas semanales ( <i>Oficina 10, Viernes, 3pm a 5pm</i> )
<b>Requisitos:</b>	SP1652 Modelos Lineales Generalizados o SP1628 Análisis Estadístico Multivariado o SP1629 Análisis de Datos Categóricos
<b>Correquisitos:</b>	No tiene
<b>Profesor:</b>	<i>Guaner Rojas Rojas</i>

### **PROGRAMA**

#### **Justificación**

El presente es un curso introductorio de estadística Bayesiana que subraya los principios de la inferencia estadística Bayesiana, sus diferencias con el enfoque frecuencial clásico y que presta debida atención a los métodos de cálculo desarrollados en los últimos años basados en métodos simulación de Monte Carlo vía Cadenas de Markov, el uso al paquete BUGS y del lenguaje R.



El enfoque Bayesiano es un enfoque flexible y poderoso para resolver problemas estadísticos complejos y tiene una elegancia y claridad teóricas que impresiona. Los modelos Bayesianos reconocen inherentemente e incorporan los juicios subjetivos del investigador, lo que explica tanto su gran poder como la controversia que los rodea.

## Objetivo general

Desarrollar el enfoque Bayesiano de la estadística contrastándolo con el enfoque clásico a la luz de las numerosas aplicaciones que se han desarrollado en los últimos años con ayuda de nuevos métodos computacionales.

## Objetivos específicos

Al finalizar el curso el estudiante tendrá criterio y conocimiento básico para:

1. Comprender los conceptos fundamentales de verosimilitud y el teorema de Bayes.
2. Aplicar la teoría Bayesiana para encontrar distribuciones a posteriori con datos normales y con otras distribuciones.
3. Aplicar los métodos Bayesianos en problemas de estimación y contraste de hipótesis.
4. Aplicar la teoría Bayesiana en modelos lineales.
5. Comprender el algoritmo de Metropolis-Hastings y el muestreo de Gibbs, como herramientas para la generación de muestras en densidades posteriores.
6. Utilizar las principales técnicas del diagnóstico de convergencia en MCMC.
7. Comprender los aspectos fundamentales de los modelos jerárquicos Bayesianos, y su relación con las técnicas MCMC.
8. Utilizar el lenguaje R y el programa BUGS para resolver los problemas del cálculo Bayesiano en la solución de problemas prácticos.

## Descripción del curso

### I. Fundamentos y principios. (3 semanas)

#### 1.1 Fundamentos y principios

- Función de verosimilitud.
- Teorema de probabilidad total.
- Teorema de Bayes.

#### 1.2 Distribuciones a priori y a posteriori

- Distribuciones a priori (informativas y no-informativas).
- Distribuciones a posteriori.
- Distribuciones conjugadas.
- Aplicación del teorema de Bayes a diferentes tipos de datos y de parámetros: modelo binomial, normal, Poisson.



## II. Técnicas computacionales en la estadística Bayesiana. (4 semanas)

- 2.1 Algoritmo Metropolis-Hastings
  - Breve introducción a cadenas de Markov.
  - Algoritmo de Metropolis-Hastings (M-H).
  - Modificaciones en la tasa de aceptación (M-H simétrico, M-H de caminata aleatoria).
  - Introducción a MCMCpack y OpenBugs.
- 2.2 Muestreo de Gibbs
  - Gibbs en dos etapas.
  - Gibbs en múltiples etapas.
- 2.3 Diagnósticos de convergencia
  - Diagnósticos gráficos: traza, media ergódica, función de autocorrelación.
  - Paquete coda.

## III. Inferencia Bayesiana. (3 semanas)

- 3.1 Estimación
  - Intervalos de credibilidad.
- 3.2 Contraste de hipótesis
  - La paradoja de Lindley.
  - Procedimiento de Jeffrey.
  - Factor de Bayes.
- 3.3 Predictivismo
- 3.4 Modelos lineales
  - Modelo de regresión lineal simple.
  - Modelo de regresión multivariado.
  - Modelo de regresión logística.
  - Análisis de variancia.

## IV. Modelos jerárquicos. (4 semanas)

- 4.1 Fundamentos
  - Razones para usar un modelo jerárquico.
  - Datos estructurados jerárquicamente
  - Intercambiabilidad.
- 4.2 Aplicaciones
  - Modelos de componentes de variancia.
  - Modelos mixtos.
  - Datos longitudinales.
  - Modelos espaciales.



## Metodología

Presentaciones teóricas: se impartirán lecciones magistrales por parte del docente donde se explicarán los conceptos y sus aplicaciones.

Prácticas: se usará el laboratorio de computadoras de la Escuela de Estadística para el desarrollo de lecciones prácticas durante el semestre. Durante las sesiones de laboratorio se utilizará el lenguaje de programación R. Se realizarán ejercicios y sus respectivas prácticas.

## Cronograma

I(3), II(4), III(3), IV(3). Exámenes y presentaciones (2). El número de semanas de cada tema (entre paréntesis) es un valor estimado.

## Bibliografía

- Albert, J. (2009). *Bayesian Computation with R*. Springer.
- Barnett, V. (1999). *Comparative Statistical Inference*. Wiley, New York. Tercera edición.
- Bayes, T. (1763). *An Essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chances*. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, en Press, S.J. (1989). *Bayesian Statistics: Principles, Models and Applications*. Wiley, N.Y.
- Bernardo, J.M. (1981). *Bioestadística: una perspectiva bayesiana*. Ed. Vicens-Vives, Barcelona.
- Bernardo, J.M. (2003). *Bayesian Statistics*. Encyclopedia of Life Support Systems, a Integrated Virtual Library. [www.eolss.net](http://www.eolss.net).
- Bernardo, J.M. (2000). *Métodos Estadísticos Contemporáneos en la Investigación Científica*. Departamento de Estadística. Universidad de Valencia.
- Bernardo, J.M. *Monitoring the 1982 Spanish Victory: A Bayesian Analysis*. *Journal of the American Statistical Association*, September 1984, Volume 79, Number 387, p.510-515.
- Box, G.E.P y Tiao, G.C. (1973) *Bayesian Inference in Statistical Inference*. Addison-Wesley, P.C
- Briggs, A.H., Claxton, K., and Sculpher, M.J. (2006). *Decision modelling for health economic evaluation*. Oxford university press.
- Carlin B.P y Thomas A. Louis. (1996). *Bayes and Empirical Bayes Methods for Data Analysis*. Chapman and Hall, N. Y.
- Casella, G. *An Introduction to Empirical Bayes Data Analysis*. *The American Statistician*, May 1985, Vol.39, No.2, p.83-87.
- Casella, G y Edward I.George. *Explaining the Gibbs Sampler*. *The American Statistician*, August 1992, Vol.46, No.3, p.167-174.
- Cox, D.R.(2006). *Principles of Statistical Inference*. Cambridge University Press, UK.
- Chib, S and Greenberg, E.(1985). *Understanding the Metropolis Hasting Algorithm*. *The American Statistician*, 49, p.327-335.



- Cowles, M.K. *Applied Bayesian Statistics with R and OpenBugs Examples*. New York: Springer.
- Efron, B (1986). *Why Isn't Everyone a Bayesian?* The American Statistician, 40 (1), 1-11.
- Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., and Rubin, D.B. (2003). *Bayesian Data Analysis*. Texts in Statistical Science. Chapman and Hall/CRC, 2nd edition.
- Gelman, A. (2007). *Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models*. Cambridge University Press.
- Gilks, W.R., Richardson, S., y Spiegelhalter, D.J. (1996). *Markov chain Monte Carlo in practice*. Vol. 2. CRC Press.
- Gill, J. (2008). *Bayesian Methods: A Social and Behavioral Sciences Approach*. Segunda Edición. New York: Chapman and Hall.
- Lee, P.M. (2012). *Bayesian statistics: an introduction*. John Wiley & Sons.
- Lunn, D., Jackson, C., Best, N., Thomas, A., & Spiegelhalter, D. *The BUGS Book: A practical introduction to Bayesian Analysis*. New York: Taylor & Francis Group.
- Press, S.J. (2003). *Subjective and Objective Bayesian Statistics: Principles, Models and Applications*. Wiley.
- Raiffa, H., y Schlaifer, R. (1961). *Applied Statistical Decision Theory*. Harvard Business School Publications.
- Robert, C.P. y Casella, G. (2005). *Monte Carlo Statistical Methods*. Springer Texts in Statistics. Springer, 2nd edition.
- Robert, C.P. y Casella, G. (2009). *Introducing Monte Carlo Methods with R*. Springer, 2009.
- Stigler, S.M. *Thomas Bayes's Bayesian Inference*. Journal of the Royal Statistical Society, 145, Part 2, pp.250-258, 1982.

### Libro de texto

El curso se basará en su mayor parte en: **Press, S.J. (2003). *Subjective and Objective Bayesian Statistics: Principles, Models and Applications*. Wiley.**

### Evaluación

La evaluación corresponde a la realización de dos exámenes y dos trabajos de aplicaciones. Los trabajos deben ser escritos en forma de artículos científicos y sean presentados oralmente. Además, se realizarán algunas tareas para los estudiantes.

TOTAL	100%
Tareas	10%
Examen Módulo I (teórico)	25%
Examen Módulo II (práctico)	25%
Aplicación del Módulo III y IV	40%



<b>Fecha</b>	<b>Contenido</b>
16 de marzo	Examen de diagnóstico y programa del curso
23 de marzo	Módulo I
06 de abril	Módulo I
13 de abril	Módulo I Asignación de Tarea 1
20 de abril	Módulo II Entrega de Tarea 1
27 de abril	Examen teórico I en clase
04 de mayo	Módulo II
11 de mayo	Módulo II
18 de mayo	Módulo II
25 de mayo	Examen práctico I en clase
01 de junio	Módulo III
08 de junio	Módulo III
15 de junio	Módulo III Asignación de Tarea 2
22 de junio	Módulo IV Entrega de Tarea 2
29 de junio	Módulo IV
06 de julio	Módulo IV
13 de julio	Presentaciones orales del Módulo III y IV. Entrega de trabajo escrito de aplicación del Módulo III y IV