



**XS-0128 INFERENCIA BAYESIANA
PROGRAMA DE CURSO
I CICLO 2025**

Horas: 2 teoría y 2 práctica
Tipo de curso: teórico-práctico
Horario de clases:
K14:00–15:50, 240CE
J15:00–16:50, 240CE
Clasificación: propio.
Grado de virtualidad: bajo virtual.

Créditos: 4
Requisitos: XS3310 Teoría Estadística, XS0125 Modelos Lineales Avanzados (Equiv. XS3170), XS0130 Programación para Estadística II (Equiv. XS2230).
Correquisitos: ninguno
Ciclo: VII

1. Descripción

El presente curso sobre modelado bayesiano inicia con el desarrollo de las fundamentaciones matemáticas y sus interpretaciones para transformar probabilidades previas en posteriores. Se inicia desde el concepto de probabilidad en el marco bayesiano hasta el uso en la implementación de modelos. Se fortalecen los principios de la inferencia estadística bayesiana enfocado en los métodos de cálculo por simulación de Monte Carlo vía Cadenas de Markov y la implementación con lenguajes de programación estadística. También, se estudiarán los intervalos creíbles, la comparación de medias y proporciones, y los modelos lineales mixtos.

2. Objetivo General

Adquirir un marco de referencia para el uso, fundamentación e interpretación de los modelos bayesianos para la aplicación con datos.

3. Objetivos específicos

Al finalizar el curso el/la estudiante estará en la capacidad de:

1. Formular soluciones bayesianas a problemas de situaciones empíricas para la comprensión de la inferencia bayesiana.
2. Implementar los algoritmos computacionales con cadenas de Markov Monte Carlo en lenguajes de programación estadística para la optimización de soluciones a problemas.

3. Implementar modelos bayesianos de probabilidad uniparamétricos y multiparamétricos para la resolución de problemas de situaciones empíricas y teóricas.
4. Interpretar los resultados, la comparación y el ajuste de los modelos bayesianos para la resolución de problemas de situaciones empíricas.

4. Habilidades y conocimientos (perfil de salida)

Habilidades	Conocimientos
HM01 - Manejar entidades matemáticas asociadas a la estadística	CM02 - Conocimientos intermedios en distribuciones estadísticas y de probabilidad
HM02 - Emplear lenguaje matemático para expresar propiedades estadísticas	CM04 - Conocimientos avanzados de aspectos teórico-matemáticos que dan fundamento al uso de las técnicas de análisis estadístico
HE06 - Aprovechar el uso de los paradigmas de análisis estadístico de datos	CE10 - Conocimientos básicos de las características de los nuevos paradigmas de análisis estadístico de datos (ej: estadística Bayesiana)
HI03 - Planificar las diferentes etapas administrativas y recursos logísticos para llevar a cabo un estudio	CI05 - Conocimientos básicos en aspectos legales asociados al manejo de información

5. Contenidos

1. Pensamiento bayesiano:
 - a) Paradigmas de inferencia
 - b) Inferencia bayesiana
 - c) Aprendizaje de la forma de los datos.
 - d) Predicción
 - e) Distribución previas discretas y continuas.
 - f) Principio de verosimilitud
 - g) Distribuciones posteriores.
 - h) Familias conjugadas.
 - i) Intervalos creíbles.

2. Modelos de un parámetro: binomial, binomial negativo, normal con media conocida, normal con varianza conocida, Poisson, exponencial.
3. Modelos multiparamétricos:
 - a) Modelo normal con media y varianza desconocida, modelo normal con media desconocida y varianza conocida, modelo normal con media conocida y varianza desconocida.
 - b) Modelo multinomial.
4. Computación bayesiana:
 - a) Algoritmo de integración Monte Carlo.
 - b) Introducción a las cadenas de Markov.
 - c) Muestreo por rechazo.
 - d) Algoritmos de cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC).
 - e) Algoritmo de Metropolis-Hastings (M-H).
 - f) Algoritmos de Gibbs.
 - g) Diagnósticos de convergencia por inspección visual.
5. Estimación y comparación de modelos:
 - a) Contraste de hipótesis.
 - b) Intervalos creíbles.
 - c) Modelo de regresión lineal.
 - d) Modelo logístico.
 - e) Análisis de varianza.
 - f) Uso de paquetes computacionales (por ejemplo, JAGS, Stan).
 - g) Diagnósticos de convergencia.
6. Modelos lineales mixtos:
 - a) Fundamentación.
 - b) Efectos fijos y efectos aleatorios.
 - c) Componentes de varianza.
 - d) Ejemplos con datos estructurados en jerarquías, conglomerados y longitudinales.

6. Metodología

Este es un curso de modalidad *Presencial*. Se utilizará la plataforma [Mediación Virtual](#) para la entrega de las tareas, proyectos y resultados de exámenes presenciales. etc. Las principales actividades que se realizarán en el curso son:

- Clases magistrales que combinan presentaciones teóricas de los modelos estadísticos, así como aplicaciones con un alto componente computacional. En las clases también se discutirá aspectos prácticos relacionados con la aplicación de los modelos en distintas áreas de la ciencia.
- Pruebas cortas que buscan evaluar la asimilación de los contenidos en distintos momentos del ciclo. Estas pruebas pueden tener un contenido teórico o práctico, y serán elaboradas en parejas en clase durante un tiempo limitado.
- Trabajo de investigación (Proyecto) que se desarrollará desde la primer semana de clases. Las personas estudiantes deberán escoger una pregunta de investigación relacionada con datos reales y deberán aplicar una técnica de estadística bayesiana con modelos de regresión para contestar parcialmente la misma. Al finalizar el semestre las personas estudiantes presentarán al resto de la clase sus resultados y se deberá entregar tanto un anteproyecto como un informe final en las fechas establecidas. Tanto la pregunta de investigación como la solución metodológica deberá ser avalada por el profesor en una reunión virtual.

7. Evaluación

La evaluación incluirá los siguientes rubros:

- I Examen (25 %). Comprende la materia vista en clase entre la semanas 1 y 7 (inclusive). Fecha: 8 de mayo, en clase.
- II Examen (25 %). Comprende la materia vista en clase entre la semanas 8 y 15 (inclusive). Fecha: 3 de julio, en clase.
- Proyecto (30 %). Los estudiantes deberán desarrollar un proyecto que logre resolver una pregunta de investigación, la cual debe estar relacionada con datos reales. El proyecto se trabajará de manera grupal y se irá desarrollando desde las primeras semanas de clase a través de las siguientes dos actividades:
 - Anteproyecto (10 %). En la primer semana de clases se tendrá disponible las instrucciones correspondientes. Los objetivos de este informe son la definición de la pregunta de investigación, conformación de grupo de trabajo, marco teórico conceptual y análisis descriptivo. Fecha: 1 de junio.

- Infome final (20%). En la semana de entrega del anteproyecto se brindarán las instrucciones correspondientes. Desarrollo del anteproyecto a través de propuestas metodológicas, presentación de resultados y limitaciones. Presentación del proyecto: 1 de julio, virtual. Fecha de entrega del informe escrito del proyecto: 8 de julio.
- Pruebas cortas (20%). En clase.

8. Actividades y cronograma

Semana	Contenido	Detalle
1. 10/03 - 14/03 2. 17/03 - 21/03 3. 24/03 - 28/03	Pensamiento bayesiano	Prueba Corta 1
4. 31/03 - 04/04 5. 07/04 - 11/04	Modelos de un parámetro	
6. 21/04 - 25/04 7. 28/04 - 02/05	Modelos multiparamétricos	Prueba Corta 2
8. 05/05 - 09/05 9. 12/05 - 16/05 10. 19/05 - 23/05	Computación bayesiana	Examen 1 Prueba Corta 3
11. 26/05 - 30/05 12. 02/06 - 06/06 13. 09/06 - 13/06	Estimación y comparación de modelos	Anteproyecto
14. 16/06 - 20/06 15. 23/06 - 27/06 16. 30/06 - 04/07	Modelos lineales mixtos	Prueba Corta 4 Examen 2

9. 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, an Integrated Virtual Library. www.eolss.net.
- Bernardo, J.M. (2000). Métodos Estadísticos Contemporáneos en la Investigación Científica. Departamento de Estadística. Universidad de Valencia.
- Bernardo, J.M. (1984). Monitoring the 1982 Spanish Victory: A Bayesian Analysis. Journal of the American Statistical Association, 79 (387), 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. (1985) An Introduction to Empirical Bayes Data Analysis. The American Statistician, 39 (2), 83-87.
- Casella, G y Edward I. (1992) Explaining the Gibbs Sampler. The American Statistician, 46(3), 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. (2013). Applied Bayesian Statistics with R and Open-Bugs Examples. New York: Springer.**
- Efron, B (1986). Why Isn't Everyone a Bayesian? The American Statistician, 40 (1), 1-11.
- **Faraway, J. J. (2016). Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. Chapman and Hall/CRC.**

- **Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., Dunson, D.B., Vehtari, A., & Rubin, D.B. (2013). Bayesian Data Analysis (3rd ed.). Chapman and Hall/CRC.**
- 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.
- **Korner-Nievergelt, F., Roth, T., Von Felten, S., Guélat, J., Almasi, B., & Korner-Nievergelt, P. (2015). Bayesian data analysis in ecology using linear models with R, BUGS, and Stan. Academic Press.**
- **Kruschke, J. (2014). Doing Bayesian data analysis: A tutorial with R, JAGS, and Stan.**
- Lee, P.M. (2012). Bayesian statistics: an introduction. John Wiley & Sons.
- Lunn, D., Jackson, C., Best, N., Thomas, A., & Spiegelhalter, D. (2012). 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. (1982). Thomas Bayes's Bayesian Inference. Journal of the Royal Statistical Society, 145, 250-258.

10. Atención a estudiantes

– Profesor: Luis A. Barboza.

Correo electrónico: `luisalberto.barboza@ucr.ac.cr`

Horario de Consulta: L10:00-12:00, V11:00-12:00.

Teléfono: 2511 6607.

Zoom-ID: 677 733 0116

Oficina: Cubículo 9. Edificio CIMPA-EMat (Segundo Piso). Ciudad de la Investigación.