

# Temario del curso: Modelos lineales

Profesores: Ramsés H Mena y Raúl Rueda

## Descripción general

El curso aborda los fundamentos teóricos y prácticos de los modelos lineales clásicos y sus extensiones modernas, desde la regresión lineal de rango completo hasta los modelos lineales generalizados y mixtos. Se enfatizan los aspectos geométricos, inferenciales y computacionales, así como su conexión con métodos contemporáneos de regularización e inferencia bayesiana.

## Temario

### 1. Introducción y repaso de herramientas analíticas y numéricas

Aproximaciones analíticas (Taylor, Laplace) y numéricas para la optimización cuadrática. Introducción breve a métodos de simulación e inferencia MCMC.

### 2. Modelos de rango completo: regresión lineal clásica

Formulación del modelo lineal  $E[y|\beta, \sigma] = X\beta$ . Estimación por mínimos cuadrados. Propiedades y geometría del estimador. Contrastes de hipótesis y medidas de ajuste.

### 3. Diagnóstico y validación del modelo lineal

Supuestos del modelo. Influencia y apalancamiento. Multicolinealidad. Selección de variables (AIC, BIC, validación cruzada). Evaluación predictiva.

### 4. Modelos de rango incompleto y regularización

Identificabilidad y soluciones generalizadas. Regresión ridge, LASSO y *elastic net*. Propiedades geométricas y conexión con el aprendizaje estadístico lineal.

### 5. Modelos lineales generalizados (MLG): teoría

Familias exponenciales y funciones de enlace. Estructura del MLG: componentes sistemático y aleatorio. Estimación por máxima verosimilitud e IRLS. Contrastes de verosimilitud y devianza.

### 6. Modelos lineales generalizados: aplicaciones

Modelos logístico, probit, de Poisson, gamma e inverso gaussiano. Evaluación del ajuste: pseudo- $R^2$ , curvas ROC, devianza residual. Interpretación de parámetros.

### 7. Extensiones modernas de los modelos lineales

Modelos lineales mixtos y jerárquicos (efectos aleatorios). Inferencia bayesiana en modelos lineales. Modelos aditivos generalizados (GAM). Métodos lineales en aprendizaje estadístico (ridge, LASSO, boosting).

### 8. Aplicaciones prácticas y proyectos

Implementación en R o Python (lm, glm, lme4, glmnet, PyMC, scikit-learn). Análisis de casos reales y discusión crítica sobre las limitaciones y perspectivas de los modelos lineales.

## Bibliografía:

- Christensen, R. (2011). *Plane Answers to Complex Questions: The Theory of Linear Models*. Springer.
- McCullagh, P. & Nelder, J. (1989). *Generalized Linear Models*. Chapman & Hall.
- Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S., & Marx, B. (2021). *Regression: Models, Methods and Applications*. Springer.
- Fox, J. (2016). *Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models*. Sage.
- Gelman, A., Hill, J., & Vehtari, A. (2020). *Regression and Other Stories*. Cambridge University Press.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning*. Springer.
- Seber, G. A. F. & Lee, A. J. (2012). *Linear Regression Analysis*. Wiley.
- Wood, S. N. (2017). *Generalized Additive Models: An Introduction with R*. Chapman & Hall/CRC.