



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

SP-1653 Modelos Mixtos

INFORMACIÓN GENERAL

Plan de estudios al que pertenece el curso:	730501 Maestría Académica en Estadística y 730506 Maestría Profesional en Estadística
Tipo de curso:	Obligatorio para la Maestría Académica en Estadística y Optativo Maestría Profesional en Estadística
Modalidad:	Teórico-práctico
Número de créditos:	4 créditos
Horas presenciales:	4 horas semanales
Horario:	L 17:00-20:50
Aula:	Virtual - https://udecr.zoom.us/j/86862167699
Horas de atención de estudiantes:	Virtual – M 18:00-20:00 - https://udecr.zoom.us/j/86862167699
Requisitos:	SP1652 Modelos Lineales Generalizados o SP1626 Estadística Bayesiana
Correquisitos:	No tiene
Ciclo lectivo:	II-2023
Profesor:	Ricardo Alvarado Barrantes, PhD estad.ucr@gmail.com celular: 84021263



PROGRAMA

Justificación

Los modelos mixtos son extensiones de los modelos de regresión en los cuales se tiene uno o varios componentes aleatorios, además del error. Un caso particular de estos son los modelos multinivel, en donde los datos están agrupados y los coeficientes pueden variar en cada grupo. En este curso se pretende presentar los modelos multinivel básicos, con ejemplos y aplicaciones en diversas áreas. Primero se presentan los modelos con datos agrupados de manera simple, para luego seguir con modelos para medidas repetidas y análisis longitudinal, para finalmente dar un marco de referencia general, en términos conceptuales y metodológicos en cuanto a los GLMM (Generalized Linear Mixed Models), los modelos mixtos lineales generalizados.

Objetivo general

Involucrar al estudiante con situaciones teóricas y prácticas para que desarrolle su capacidad de análisis de datos en estructuras jerárquicas, particularmente por medio del uso de los modelos de regresión multinivel.

Objetivos específicos

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Identificar las distintas estructuras para los modelos multinivel y su respectiva notación.
2. Aplicar las técnicas de estimación y de predicción para modelos multinivel.
3. Interpretar adecuadamente y en términos sustantivos los resultados de un análisis multinivel.
4. Conocer el marco de referencia básico para los modelos lineales generalizados multinivel.



Descripción del curso

I. Introducción a los modelos mixtos

- Modelos lineales mixtos
- Violación a supuestos del modelo clásico de regresión lineal
- Tipos y estructuras de datos
- Efectos fijos vs efectos aleatorios: una noción general

II. Modelos lineales multinivel

- Lógica de los modelos lineales multinivel
- Muestreo simple vs muestreo de conglomerados
- Coeficiente de correlación intraclase
- Problemas de ignorar la estructura multinivel (agregación y desagregación)
- Representación por ecuaciones
- Ejemplo ilustrativo con dos y tres niveles
- Efectos (coeficientes) fijos y aleatorios: contexto experimental y contexto observacional
- Estimación y prueba de hipótesis
- Variancia explicada en cada nivel
- Centrado y estandarización de variables explicativas
- Prueba de razón de verosimilitud (LRT, siglas en inglés) para la comparación de modelos anidados
- Diferentes modelos:
 - ❖ Modelo nulo y de efectos fijos en un nivel.
 - ❖ Modelo nulo de interceptos aleatorios (derivación del coeficiente de correlación intraclase)
 - ❖ Modelo de interceptos aleatorios y coeficientes fijos
 - ❖ Modelo de interceptos aleatorios y coeficientes aleatorios
- Introducción de variables del segundo nivel
- Introducción de interacciones entre variables del primer nivel
- Modificación de la estructura de covarianzas residuales
- Modelación con 3 niveles
- Bondad de ajuste
- Supuestos de los modelos multinivel y diagnósticos



III. Análisis de datos longitudinales y medidas repetidas

- Lógica de los modelos longitudinales vs medidas repetidas
- Ejemplos ilustrativos
- Efectos (coeficientes) fijos y aleatorios: contexto experimental y contexto observacional
- Interpretación de interacciones
- Estimación y prueba de hipótesis
- Bondad de ajuste
- Comprobación de supuestos

IV. Modelos mixtos lineales generalizados (GLMM, siglas en inglés)

- Datos binarios y proporciones
- Datos de categorías ordenadas
- Datos de conteos
- Interpretación y asuntos de software

V. Temas específicos avanzados

- Métodos de estimación bayesianos para modelos multinivel
- Tamaño de muestra y análisis de potencia
- Inferencia causal utilizando modelos multinivel
- Imputación de valores perdidos
- Modelos no anidados y otras complejidades



Metodología

El curso es teórico-práctico y exige el uso frecuente de la computadora. Se espera que el estudiante aprenda los fundamentos teóricos de los modelos mixtos, y que aplique las técnicas a archivos de datos utilizando lenguajes de programación estadística. Se propone una combinación de actividades, tales como:

1. Presentaciones teóricas: lecciones por parte del docente donde se explican los conceptos y sus aplicaciones. Se procurará igualmente contar con la participación de invitados, profesionales e investigadores de diferentes áreas, que hayan aplicado modelos mixtos en diferentes áreas del conocimiento para que expongan al grupo sus estudios y valoren el potencial de estos modelos desde su propia experiencia.
2. Laboratorios: sesiones estructuradas con ejercicios sobre los contenidos desarrollados en las clases teóricas con solución disponible. Durante las sesiones de laboratorio se utiliza el lenguaje de programación R.
3. Prácticas: ejercicios fuera de clase que incluyen aplicaciones con datos para ser analizados, así como interpretaciones de los resultados.
4. Trabajo de investigación: los estudiantes deben enfrentarse a un problema real que deben analizar y presentar en forma de artículo. El trabajo debe ser parte de una investigación y contar con la colaboración de la persona experta que la está desarrollando.
5. Simulación: en este trabajo se plantea un objetivo metodológico de la estadística relacionado con la potencia en modelos mixtos para estudiarlo mediante el planteamiento de escenarios simulados.
6. Exposición sobre artículo publicado: los estudiantes deben seleccionar un artículo de una revista científica donde se aplique un modelo mixto, exponerlo y entregar un reporte sobre el artículo con énfasis en la metodología, incluyendo una crítica sobre el mismo.
7. Exposición de temática específica: se asignarán temas para que cada estudiante haga un corta exposición teórica basada en revisión bibliográfica.

Evaluación

TOTAL	100%
I Examen	28%
II Examen	22%
Exposiciones	10%
Trabajo final	25%
Trabajo de simulación	15%



Cronograma

I(1), II(5), III(3), IV(2), V(2). El número de semanas de cada tema (entre paréntesis) es un valor estimado.

SEMANA / FECHA	CONTENIDO	DETALLE
1: 17.08	FERIADO	
2: 21.08	Introducción	
3: 28.08	Modelos lineales multinivel	Revisión bibliográfica
4: 04.09		
5: 11.09		
6: 18.09		
7: 25.09		
8: 02.10		Primer examen
9: 09.10	Datos longitudinales	
10: 16.10		
11: 23.10		
12: 30.10	GLMM	
13: 06.11		Simulación
14: 13.11	Temas avanzados	Presentaciones de tema específico
15: 20.11		Trabajo final
16: 27.11		Segundo examen



Bibliografía

- Finch, W.H., Bolin, J.E., & Kelley, K. (2019). *Multilevel Modeling Using R* (2nd ed.). Chapman and Hall/CRC.
- Gelman, A. & Hill, J. (2007). *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge.
- Heeringa, S. G., West, B. T. & Berglund P.A. (2017). *Applied Survey Data Analysis* (2nd ed.). Chapman & Hall.
- Hox, J.J. (2010). *Multilevel Analysis: Techniques and Applications* (2nd ed.). New York: Routledge.
- West, B. T., Welch, K. B. & Galecki, A. T. (2007). *Linear Mixed Models: A Practical Guide Using Statistical Software* (2nd ed.). Chapman & Hall.
- Verbeke, G. & Molenberghs, G. (2000). *Linear Mixed Models for Longitudinal Data*. Springer Series in Statistics.