



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

---

## **SP-1653 Modelos Mixtos**

---

### **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 Optativo 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>a convenir con los estudiantes</i> )
<b>Requisitos:</b>	SP1652 Modelos Lineales Generalizados y SP1626 Estadística Bayesiana
<b>Correquisitos:</b>	No tiene
<b>Profesor:</b>	<i>Eiliana Montero Rojas, Ph.D.</i>

### **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. Usar adecuadamente el paquete STATA (o alternativamente el lenguaje de programación R) para llevar a cabo análisis con modelos mixtos.
4. Interpretar adecuadamente y en términos sustantivos los resultados de un análisis multinivel.
5. Conocer el marco de referencia básico para los modelos lineales generalizados multinivel.

### Descripción del curso

#### I. Introducción a los modelos mixtos

- Estructuras multinivel
- Agregación y desagregación
- Por qué se requieren técnicas analíticas especiales para multinivel
- Análisis multinivel en diseños experimentales y observacionales
- Estructuras no anidadas

#### II. El modelo básico de regresión en dos niveles

- La lógica de los modelos lineales multinivel
- Ejemplo ilustrativo clásico
- Efectos (coeficientes) fijos y aleatorios: contexto experimental y contexto observacional
- Estimación y prueba de hipótesis
- Bondad de ajuste
- Comprobación de supuestos



### III. Consideraciones metodológicas y estadísticas de importancia

- Estrategia de análisis
- Centrado y estandarización de variables explicativas
- Interpretando las interacciones
- Centrado del promedio del grupo
- ¿Cuánta variancia se explica?

### IV. Análisis de datos longitudinales y medidas repetidas

- La lógica de los modelos
- Ejemplo ilustrativo
- Efectos (coeficientes) fijos y aleatorios: contexto experimental y contexto observacional
- Estimación y prueba de hipótesis
- Bondad de ajuste
- Comprobación de supuestos

### V. GLMM (Generalized Linear Mixed Models), los modelos mixtos lineales generalizados

- Caso de datos dicotómicos y caso de proporciones
- El modelo de Rasch como caso particular de un GLMM
- Regresión logística multinivel
- Datos de categorías ordenadas
- Datos de conteos
- Interpretación y asuntos de software

### VI. Temas específicos avanzados

- Modelos mixtos bayesianos
- Tamaño de muestra y análisis de poder
- Inferencia causal utilizando modelos multinivel
- Diagnósticos y comparaciones de modelos
- Imputación de valores perdidos
- Modelos no anidados y otras complejidades

## Metodología

Se utilizará el paquete STATA (o alternativamente el lenguaje de programación R) para el análisis de datos. Se realizarán ejercicios y prácticas con datos reales. Los estudiantes, en parejas o en grupos de 3, realizarán un trabajo de investigación con datos reales donde pondrán en práctica lo aprendido en el curso. Este trabajo deberá presentarse por escrito con formato de artículo científico. También se asignarán temas a los estudiantes para que realicen una revisión bibliográfica de un tema asociado al curso, el cual presentarán ante el grupo en forma oral, a manera de ponencia.



Se procurará igualmente contar con la participación de invitados, profesionales e investigadores de diferentes áreas, que hayan aplicado modelos multinivel o mixtos en diferentes áreas del conocimiento para que expongan al grupo sus estudios y valoren el potencial de estos modelos desde su propia experiencia.

Dada la naturaleza constructivista y participativa del proceso de aprendizaje es fundamental que los estudiantes asistan a clases, es decir, la asistencia es obligatoria.

### **Cronograma**

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

### **Bibliografía**

Hox, J.J. (2010). Multilevel Analysis: Techniques and Applications. New York: Routledge.

Montero, E. (2014). El potencial de los modelos mixtos de efectos fijos y aleatorios para el análisis de datos en la investigación social. Ponencia presentada en el IV Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales (ELMeCS), realizado del 27 al 29 de agosto de 2014 en la Universidad Nacional, Heredia Costa Rica.

Montero-Rojas E., Moreira-Mora T.E., Zamora-Araya A. & Smith-Castro V. (2019). Una nueva mirada teórica y metodológica a diferencias de género en pruebas de matemática: razonamiento, actitudes psicosociales y modelos multinivel. Manuscrito presentado para publicación en revista EDUCARE.

West, B. T. et al (2007). Linear Mixed Models: A Practical Guide Using Statistical Software. Chapman & Hall.

Verbeke, G. & Molenberghs, G. (2000). Linear Mixed Models for Longitudinal Data. Springer Series in Statistics

### **Evaluación**

<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>
1 Examen comprensivo (3 de dic.)	25%
Prácticas-Tareas (a lo largo del curso)	20%
Exposición (8 y 15 de octubre)	15%
Trabajo final en formato de artículo (10 de dic.)	40%