



## 33661 - MODELOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES

### Información de la asignatura

**Código - Nombre:** 33661 - MODELOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES

**Titulación:** 787 - Máster en Metodología de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud (2023)

**Centro:** 105 - Facultad de Psicología

**Curso Académico:** 2023/24

### 1. Detalles de la asignatura

#### 1.1. Materia

-

#### 1.2. Carácter

Optativa

#### 1.3. Nivel

Máster (MECES 3)

#### 1.4. Curso

2 y 1

#### 1.5. Semestre

Segundo semestre

#### 1.6. Número de créditos ECTS

6.0

#### 1.7. Idioma

Castellano e Inglés (lectura de artículos)

#### 1.8. Requisitos previos

-

#### 1.9. Recomendaciones

Los conocimientos previos necesarios son los más básicos de la estadística inferencial y el análisis de datos. Los contenidos de los programas de las asignaturas de grado de psicología, o como alternativa los de los cursos de nivelación, son suficientes para abordar con éxito esta optativa. Es necesario estar familiarizado con el entorno de trabajo Windows y con el paquete de análisis estadístico SPSS. También son recomendables los conocimientos de inglés leído.

#### 1.10. Requisitos mínimos de asistencia

<b>Código Seguro de Verificación:</b>		<b>Fecha:</b>	29/05/2023	1/7
<b>Firmado por:</b>	<i>Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas</i>			
<b>Url de Verificación:</b>		<b>Página:</b>	1/7	

No hay.

### 1.11. Coordinador/a de la asignatura

-

<https://autoservicio.uam.es/paginas-blancas/>

## 1.12. Competencias y resultados del aprendizaje

### 1.12.1. Competencias

CG1 - Tomar conciencia de la importancia de la metodología en la adquisición del conocimiento científico, así como de la diversidad metodológica existente para abordar distintos problemas de conocimiento.

CG2 - Desarrollar el razonamiento crítico y la capacidad para realizar análisis y síntesis de la información disponible.

CG3 - Saber identificar las necesidades y demandas de los contextos en los que se exige la aplicación de herramientas metodológicas y aprender a proponer las soluciones apropiadas.

CG5 - Obtener información de forma efectiva a partir de libros, revistas especializadas y otras fuentes.

CG6 - Desarrollar y mantener actualizadas competencias, destrezas y conocimientos según los estándares propios de la profesión.

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CE4 - Analizar datos identificando diferencias y relaciones. Esto implica conocer las diferentes herramientas de análisis así como su utilidad y aplicabilidad en cada contexto.

### 1.12.2. Resultados de aprendizaje

Un estudiante que supere la asignatura **Modelos de ecuaciones estructurales** debe estar capacitado para...

1. Entender las partes de un modelo de ecuaciones estructurales, sus componentes y el papel de cada uno de los parámetros contenidos en él. Debe ser capaz de formular las ecuaciones de un modelo (matricial y explícitamente) y determinar los grados de libertad disponibles.
2. Ser capaz de valorar modelos ya publicados, criticarlos, detectar errores de especificación y de identificación de los parámetros, y proponer mejoras.
3. Ser capaz de definir modelos simples de las tipologías básicas: modelo de regresión lineal múltiple, modelo de rutas, modelo de análisis factorial confirmatorio, modelo de análisis factorial de segundo orden y modelo de regresión con variables latentes (recursivo y no recursivo).
4. Utilizar las prestaciones del programa AMOS para definir y estimar los modelos de las tipologías mencionadas anteriormente, estableciendo las restricciones necesarias para poder llevar a cabo la estimación. Ser capaz de realizar una valoración técnica de los resultados. Saber interpretar los resultados de la estimación. Distinguir la información relevante de la accesoría.
5. Aprender a elaborar un informe básico que resuma la aplicación de esta técnica de análisis a un problema concreto de investigación.
6. Conocer las limitaciones de esta metodología de análisis y los problemas que pueden surgir al utilizarla de manera inadecuada en la elaboración de teorías científicas.
7. Preparar los datos con otras herramientas de análisis de datos como el SPSS o EXCEL para su análisis, valorar la adecuación previa de los datos y saber cómo introducirlos en los programas de estimación (AMOS, Mplus, LISREL, R).
8. Obtener de forma autónoma y eficiente información relevante a partir de las fuentes bibliográficas relacionadas con los avances en el desarrollo de estos modelos y su problemática y sus limitaciones.
9. Acercarse con actitud crítica a una base de datos, sabiendo dónde y cómo dirigir la atención para encontrar fortalezas y debilidades.
10. Trabajar de forma minuciosa y ordenada en el tratamiento de los datos, como estrategia de autoprotección contra errores y como estrategia de control de la calidad en el proceso de análisis estadístico.

### 1.12.3. Objetivos de la asignatura

<b>Código Seguro de Verificación:</b>		<b>Fecha:</b>	29/05/2023	2/7
<b>Firmado por:</b>	<i>Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas</i>			
<b>Url de Verificación:</b>		<b>Página:</b>	2/7	

El objetivo de esta asignatura es introducir al alumno en la materia de los modelos de ecuaciones estructurales para que los conozca, comprenda y sea capaz de aplicarlos.

Se comienza con una revisión de los conceptos fundamentales y de la nomenclatura utilizada. Se estudia la formulación de este tipo de los modelos y su representación gráfica y mediante ecuaciones. Se discuten los métodos de estimación y los estadísticos de bondad de ajuste. Se desarrollan ejemplos simples para ilustrar la manera de definir estos modelos con los programas al uso. Se discuten las principales ventajas, potencialidades e inconvenientes de estos métodos de análisis y se estudian algunos artículos ilustrativos en los que se utilizan (correcta o incorrectamente) dichos modelos.

El interés se centra en los pasos necesarios para conseguir formular, especificar, identificar, estimar, valorar e interpretar este tipo de modelos, incidiendo en las estrategias que deben conocerse para poder utilizar los programas disponibles

### 1.13. Contenidos del programa

1. INTRODUCCIÓN. ÁLGEBRA DE MATRICES: Nomenclatura y notación. Tipos de matrices. Operaciones básicas y sus propiedades. Representación. Sistemas de ecuaciones lineales. CONCEPTOS BÁSICOS: El concepto de causalidad. Los diagramas estructurales: convenciones y definiciones. Tipos de relaciones. El concepto de error y sus tipos. El concepto de "ajuste".
2. NOTACIÓN: Convenciones y símbolos utilizados. Representación algebraica. Representación matricial. Representación gráfica. FORMULACIÓN DE UN MODELO: Modelo de Medida y Variables observables. Modelo de estructural las variables latentes. Modelo completo. TIPOS DE RELACIONES: Covariación vs. Causalidad. Relación espuria. Relación causal directa e indirecta. Relación causal recíproca. Relación causal condicionada. Efectos directos, indirectos y totales.
3. EL PROGRAMA AMOS. Interfaz gráfica. Panel de dibujo. Panel de herramientas. Definición de un modelo. Introducción de los datos. Especificación de las restricciones del modelo. Estimación y resultados básicos. LOS PROGRAMAS Mplus y LISREL.
4. EL MODELO DE REGRESION. Especificación. El modelo de independencia. EL modelo saturado. IDENTIFICACIÓN. El problema de la identificación de los parámetros. Grados de libertad del modelo. Identificación local. Introducción de restricciones y métodos utilizados más habitualmente. ESTIMACIÓN Y CONTRASTE DE HIPÓTESIS: Métodos de estimación de parámetros y su función de ajuste: Máxima verosimilitud, ULS, WLS.
5. ESTADÍSTICOS DE BONDAD DE AJUSTE: Revisión de los estadísticos de ajuste comúnmente utilizados para valorar lo modelos: Chi-cuadrado, GFI, AGFI, RMSEA, CFI, TLI, RMR. EL MODELO DE ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO. Modelos de medida de las variables exógenas y endógenas.
6. EL MODELO DE ANÁLISIS FACTORIAL DE SEGUNDO ORDEN. Comparación de modelos anidados. ELABORACIÓN DE UN INFORME.
7. EL MODELO ESTRUCTURAL COMPLETO. Efectos directos e indirectos. Cantidad de varianza explicada. Error de medida y error de predicción. EL MODELO DE RUTAS.
8. VALIDACIÓN Y COMPARACIÓN DE GRUPOS. Análisis multi-muestra. Ajuste global. Invarianza de configuración, invarianza métrica e invarianza estructural. Comparación de medias latentes. Comparación de medias factoriales.
9. MODELOS DE CURVA LATENTE. Modelos de efectos mixtos. Especificación del modelo. Modelo de progresión lineal. Modelo de progresión cuadrática. Modelos por tramos. Modelos con predictores de indicador. Modelos con covariables. Estimación con AMOS.
10. MODELOS JERÁRQUICOS Y MODELOS MULTINIVEL. Notación multinivel. Descomposición de la varianza entre niveles y estimación de las matrices las de varianzas-covarianzas intra e inter-grupos. Falacia ecológica. Modelo vacío. Modelos de efectos fijos en ambos niveles. Medias como resultado. Medias y pendientes como resultado. Modelo de coeficientes aleatorios. Incorporación de predictores en cada nivel. Modelo factorial confirmatorio multinivel. Estimación con Mplus.
11. OTROS MODELOS. Modelos multirasgo-multimétodo. Modelos bifactor. Modelos de perfiles latentes. Modelos de clases latentes.
12. EJEMPLOS (Transversal). Elaboración de modelos y crítica de artículos que utilicen las siguientes tipologías: Regresión múltiple. Análisis de rutas. Análisis factorial confirmatorio. Análisis factorial de segundo orden. Modelo causal con variables latentes.

### 1.14. Referencias de consulta

La asignatura se basa un manual elaborado por profesores del Departamento:

Ruiz, M. A. (2000). *Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales*. Madrid: UNED ediciones.

Adicionalmente, al estudiante se le ofrecen referencias bibliográficas que puede utilizar para profundizar en algunos temas del programa y para completar algunas de las actividades prácticas:

Arbuckle, J. L. & Wothke, W. (1999). *Amos 4.0 User's Guide*. Chicago: SmallWaters Corporation.

<b>Código Seguro de Verificación:</b>		<b>Fecha:</b>	29/05/2023	<b>3/7</b>
<b>Firmado por:</b>	<i>Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas</i>			
<b>Url de Verificación:</b>		<b>Página:</b>	3/7	

- Bollen, K. A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. New York: John Wiley & sons.
- Bollen, K. A. & Long, J. S. (Ed.). (1993). *Testing structural equation models*. Newbury Park, CA: Sage.
- Byrne, B. M. (2001). *Structural Equation Modeling with AMOS. Basic Concepts, Applications and Programming*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Pbs.
- Dillon, W. R. & Goldstein, M. (1984). *Multivariate Analysis: Methods and Applications*. New York: John Wiley & Sons.
- Du Toit, M. & du Toit, S. (2001). *Interactive LISREL: User's Guide*. Lincolnwood, IL: Scientific Software International.
- Finch, H., & Bolin, J. (2017). *Multilevel modeling using Mplus*. CRC Press.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. & Tatham, R. L. (2006) - 6ª Ed. *Multivariate Data Analysis*. Pearson Prentice-Hall.
- Hayduck, L. A. (1987). *Structural Equation Modeling with LISREL: Essentials and Advances*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Heck, R. H. (2001). Multilevel modeling with SEM. In *New developments and techniques in structural equation modeling* (pp. 109-148). Psychology Press.
- Hoyle, R. H. (Ed.) (1995). *Structural Equation Modeling: Concepts, Issues and Applications*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hox, J. J., Moerbeek, M., & Van de Schoot, R. (2017). *Multilevel analysis: Techniques and applications*. Routledge.
- Jöreskog, K. G. & Sörbom, D. /SPSS (1988). *LISREL® 7: A guide to the Program and Applications*. 2ª ed. Chicago, IL: SPSS.
- Jöreskog, K., Sörbom, D., du Toit, S. & du Toit, M. (2001). *LISREL 8: New Statistical Features*. Lincolnwood, IL: Scientific Software International.
- Kim, J.O. & Mueller, C. W. (1978a). *Introduction to Factor Analysis: What it is and How to do it*. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 007-013. Newbury Park, CA: Sage.
- Kim, J.O. & Mueller, C. W. (1978b). *Factor Analysis: Statistical Methods and Practical Issues*. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 007-014. Newbury Park, CA: Sage.
- Long, J. S. (1983). *Confirmatory Factor Analysis: A Preface to LISREL*. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 007-033. Newbury Park, CA: Sage.
- Mulaik, S. A. (2009). *Linear causal modeling with structural equations*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.
- Muthén, L.K. & Muthén, B.O. (2012, 7ª ed.). *Mplus: Statistical analysis with latent variables. User's Guide*. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Long, J. S. (1990). *Covariance Structure Models: An introduction to LISREL*. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 007-034. Newbury Park, CA: Sage.
- McDonald, R. P. (1997). Goodness of approximation in the linear model. En L. Harlow, S. A. Mulaik, y J. H. Steiger (Eds.). *What if there were no statistical tests?* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 199-220.
- Pardo, A. y Ruiz, M. A. (2002). *SPSS 11. Guía para el análisis de datos*. Madrid: McGraw-Hill.
- Saris, W. E. & Stronkhorst, L. H. (1984). *Causal Modelling in Non-Experimental Research*. Amsterdam: Sociometric Research.
- SPSS (1993). *SPSS® LISREL® 7 and PRELIS®: User's Guide and Reference*. Chicago, IL: SPSS Inc.
- van Eye, A. & Clogg, C. C. (Ed.) (1994). *Latent Variables Analysis: Applications for Developmental Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Wang, J. y Wang, X. (2012). *Structural equation modeling. Applications using Mplus*. John Willey & Sons.

## 2. Metodologías docentes y tiempo de trabajo del estudiante

### 2.1. Presencialidad

Presencialidad mínima: 24 horas

### 2.2. Relación de actividades formativas

Conseguir que el estudiante desarrolle las competencias propuestas en el apartado 1.12 de esta guía docente exige combinar varios métodos docentes:

1. *Clases teórico-prácticas*. Se realizan en un aula convencional. En estas clases, el profesor explica la teoría relativa a cada tema y, tras cada explicación, plantea los ejercicios necesarios para asegurar la correcta asimilación de los conceptos teóricos. En este tipo de clases se trabajan todas las competencias.
2. *Clases prácticas con ordenador*. Se realizan en un aula de informática. En estas clases se aprende a utilizar programas informáticos de tratamiento de datos (SPSS y Excel) y a preparar los datos para el análisis. Se aprende a utilizar los programas AMOS y Mplus para definir y estimar los modelos. En este tipo de clases se trabajan las competencias 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 10.

<b>Código Seguro de Verificación:</b>		<b>Fecha:</b>	29/05/2023	<b>4/7</b>
<b>Firmado por:</b>	Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas			
<b>Url de Verificación:</b>		<b>Página:</b>	4/7	

3. *Trabajo práctico con modelos publicados.* Consiste en un trabajo práctico que los estudiantes llevan a cabo de manera individual o en grupos pequeños (2 o 3 estudiantes). Se desarrollan tras haber avanzado suficientemente en los contenidos teóricos. Cada grupo debe resolver un conjunto de cuestiones relativas a modelos formulados en artículos. Estas cuestiones obligan a poner en práctica todo o aprendido en las clases teóricas y prácticas. Con esta práctica se trabajan las competencias 1, 2, 3, 6, 8, 9 y 10.
4. *Tutorías en grupo.* Tienen la función principal de ofrecer un seguimiento directo del trabajo práctico con el programa AMOS. En estas sesiones de tutoría los estudiantes tienen la oportunidad de recibir información sobre cómo están realizando el trabajo en grupo y pueden aclarar las dudas que vayan surgiendo. Con esta práctica se trabajan todas las competencias.
5. *Tutorías individuales.* La labor de tutela individual es esencial para que los estudiantes puedan consultar todo lo que no haya quedado claro en el resto de actividades docentes. Las tutorías individuales sirven para reforzar las explicaciones de las clases teórico-prácticas, para ayudar a resolver los ejercicios de repaso de cada tema, para hacer seguimiento de la práctica en grupo, para aclarar dudas sobre el manejo del SPSS, etc. En este tipo de actividad se pueden trabajar todas las competencias.
6. *Trabajo personal.* La consecución de los objetivos de la asignatura sólo es posible con el trabajo constante del estudiante. En ese trabajo juega un papel esencial el repaso del material expuesto en clase y la realización de los ejercicios propuestos por el profesor para cada tema.
7. *Página del profesor.* Todos los profesores de la asignatura tienen páginas *web* en la que los estudiantes pueden encontrar materiales (programa, bibliografía, ejercicios de repaso, archivos de datos, etc.), instrucciones sobre las tareas que es necesario ir desarrollando, cronograma de actividades, etc.

### 3. Sistemas de evaluación y porcentaje en la calificación final

#### 3.1. Convocatoria ordinaria

Los estudiantes deberán realizar dos tareas para superar la asignatura: un *examen final* y un *control de las prácticas*. De modo optativo podrán realizar tareas adicionales que serán registradas en un portafolio individual.

1. El **examen final** de la asignatura consta de una serie de ejercicios diseñados para evaluar si el estudiante ha adquirido las competencias básicas descritas en el apartado 1.12 de esta guía docente. Se realiza en el aula convencional o en el aula de informática y con la ayuda del material que el estudiante considere apropiado. Representa el 80% de la calificación final.
2. Las **prácticas** permiten evaluar el trabajo práctico realizado personalmente o en grupo. La evaluación de las prácticas implica la entrega de los trabajos. Representa el 20% de la calificación final.
3. El **portafolio** (optativo) consiste en una serie de trabajos adicionales que el estudiante puede realizar a lo largo del cuatrimestre. Estos trabajos serán acordados y supervisados por el profesor y estarán siempre centrados en tareas que puedan contribuir al desarrollo de las competencias descritas en el apartado 1.12 de esta guía docente (consulta de libros, artículos o información obtenida a través de Internet para profundizar en algún tema, informes sobre la utilización de herramientas estadísticas en trabajos de investigación publicados, etc.). El estudiante puede subir la calificación hasta un punto por esta actividad.

##### 3.1.1. Relación actividades de evaluación

El 70 % de la calificación dependerá del rendimiento en un examen teórico de varias preguntas cortas, principalmente dirigido a la evaluación de los conocimientos teóricos adquiridos y de las destrezas en el manejo de software. Por tanto, este examen se valorará sobre 7 puntos. Se exige un mínimo de 3 para poder aprobar la asignatura.

El 40 % restante dependerá de la calidad que tengan las prácticas individuales realizadas. Los profesores podrán entrevistar a los estudiantes sobre el trabajo desarrollado en estas prácticas, antes de proceder a su evaluación.

Los estudiantes podrán obtener un punto adicional si entregan un portafolio con trabajos adicionales realizados a lo largo del cuatrimestre: resúmenes de lecturas, manejo de software distinto al empleado en el curso, tareas adicionales propuestas por el profesor en las sesiones prácticas o por iniciativa del alumno, prácticas con otros datos, etc.

<b>Código Seguro de Verificación:</b>		<b>Fecha:</b>	29/05/2023	5/7
<b>Firmado por:</b>	<i>Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas</i>			
<b>Url de Verificación:</b>		<b>Página:</b>	5/7	

### 3.2. Convocatoria extraordinaria

Las tareas de evaluación de la convocatoria extraordinaria serán las mismas que las de la convocatoria ordinaria, excepto el portfolio.

El alumno puede decidir conservar la calificación de las prácticas o repetir los ejercicios para su nueva evaluación.

#### 3.2.1. Relación actividades de evaluación

En el caso de que el estudiante no supere la materia en la convocatoria ordinaria, los pesos en la convocatoria extraordinaria serán de un 70% (7 puntos) para el examen y un 30% (3 puntos) para las prácticas, exigiéndose un mínimo de 3.5 en el examen para poder aprobar la asignatura.

### 4. Cronograma orientativo

En el siguiente cronograma se asume un calendario académico de 17 semanas: 14 de docencia y 3 de evaluación. No obstante, debido a la inevitable presencia de días no lectivos (Hispanidad, Todos los Santos, Almudena, Constitución, Inmaculada), una estimación realista obliga a programar un máximo de 12 semanas de docencia. También se asume en el cronograma que la asignatura tiene asignadas 3 clases semanales.

En el cronograma se recogen dos tipos de actividad: (A) clases teórico-prácticas (aula convencional) y (B) clases prácticas con ordenador (aula de informática).

#### Semana 1

- A. Presentación de la asignatura. Tema 1: Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales. Álgebra de matrices. Conceptos básicos.

#### Semana 2

- A. Tema 2: Notación y formulación de un modelo. Tipos de relaciones.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 2.

#### Semana 3

- A. Tema 3: El programa AMOS. Tema 4: El modelo de regresión. Identificación y estimación.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 4.
- C. Ejercicios en el aula de informática.

#### Semana 4

- A. Tema 5: Estadísticos de bondad de ajuste. El programa Mplus. El modelo de análisis factorial confirmatorio. El modelo de medida.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 5.
- C. Ejercicios en el aula de informática.

#### Semana 5

- A. Tema 6: El modelo de análisis factorial de segundo orden. Comparación de modelos.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 6.
- C. Ejercicios en el aula de informática.

#### Semana 6

- A. Tema 7: El modelo estructural completo. El modelo de rutas. Efectos directos, indirectos y totales.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 7.
- C. Ejercicios en el aula de informática.

Código Seguro de Verificación:		Fecha:	29/05/2023	6/7
Firmado por:	<i>Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas</i>			
Url de Verificación:		Página:	6/7	

## Semana 7

- A. Tema 8: Validación y comparación de grupos. Modelos multigrupo.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 8.

## Semana 8

- A. Tema 9: Modelos de mediación. Modelos de curva latente.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 9.

## Semana 9

- A. Tema 11. Modelos de regresión multinivel.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 10.

## Semana 10

- A. Tema 11 (continuación). Modelos multinivel con variables latentes.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 10.

## Semana 11

- A. Presentación de un informe sobre SEM. Discusión de los artículos leídos.
- B. Ejercicios de repaso del Tema 10.

## Semana 12

- A. Tema 12. Problemas habituales y extensiones: medidas ordinales, análisis de matrices de correlaciones, Modelo MIMIC. Discusión de artículos.
- B. Ejercicios de repaso de los Temas 6 al 11.

## Semana 13

- B. Exposición y entrega de los trabajos en grupo.

## Semana 14

- A. Tutela de prácticas.

Dependiendo de la fecha del examen final, después de la última semana de clase el estudiante dispone de una a tres semanas de trabajo personal (con horario vigente de tutorías individuales) para preparar el examen final.

<b>Código Seguro de Verificación:</b>		<b>Fecha:</b>	29/05/2023	<b>7/7</b>
<b>Firmado por:</b>	<i>Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas</i>			
<b>Url de Verificación:</b>		<b>Página:</b>	7/7	