

PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Nombre de la Actividad Curricular

Estadística Avanzada: Fundamentos y Aplicaciones de Modelos de Ecuaciones Estructurales

2. Nombre de la Actividad Curricular en Inglés

Advanced Statistics: Fundamentals and Applications of Structural Equation Models

3. Área a la que corresponde la Actividad Curricular

Profundización Metodológica

4. Descripción de la Actividad Curricular (No más de 200 palabras)

Las teorías en sociología suelen ser teorías de procesos generativos, es decir, propuestas de explicación de fenómenos a partir de complejas cadenas de relaciones e interrelaciones entre variables. Los modelos de ecuaciones estructurales (SEM) surgen como una manera para contrastar empíricamente estas teorías. Ejemplo de ello pueden ser los estudios basados en la teoría sobre la estructura de los valores materiales y postmateriales (un ejemplo [aquí](#)), las aplicaciones de la teoría de clases para explicar cambios y estabilidades a lo largo del ciclo vital (un ejemplo [aquí](#)), las aplicaciones de teorías sobre ideología política a la explicación del prejuicio contra las personas homosexuales (un ejemplo [aquí](#)), entre otros muchos campos de aplicación. Si bien los modelos SEM surgen aproximadamente en 1920, sólo a partir de los 2000 los desarrollos informáticos comenzaron a permitir su uso en investigaciones aplicadas. Hoy, los modelos SEM son considerados un marco teórico-analítico flexible y unificador de toda la estadística conocida que permite la comunicación inter y transdisciplinar. Sin embargo, a pesar de las enormes ventajas de los modelos SEM, su uso en sociología es escaso, probablemente por la falta de profesionales con las habilidades teóricas y técnicas que permitan su uso. Este curso, busca contribuir a superar esa brecha entregando a sus estudiantes herramientas teóricas y prácticas que les permitan contrastar teorías con modelos SEM para variables observadas e introducirles en el trabajo como modelos SEM para variables latentes.

IMPORTANTE: *Este curso no requiere conocimientos previos de uso de software, pero sí requiere conocimientos de regresión lineal múltiple al nivel de Estadística Multivariable para lograr sus objetivos de aprendizaje. Es muy probable que las personas que no cuenten conocimientos de regresión lineal múltiple al comienzo de este curso no logren los objetivos de aprendizaje definidos en este programa. Considere esto al momento de su inscripción de asignaturas del semestre.*

5. Nombre Completo del Docente(s) Responsable(s) Prof. Dra. Karina Navarro rdznavarro@uchile.cl		
6. Unidad Académica / organismo de la unidad académica que lo desarrolla Facultad de Ciencias Sociales / Departamento de Sociología		
7. Semestre Académico en que se dicta Ciclo de Profundización		
8. Ámbito Investigación		
9. Horas de trabajo semanal	2 horas docencia directa	4 horas trabajo autónomo
10. Tipo de créditos 4 SCT	1.5 SCT	2.5 SCT
11. Número de Créditos SCT – Chile 4 créditos		
12. Requisitos	Teoría sociológica clásica; Análisis de información cualitativa; Estadística correlacional; Estrategias de investigación cuantitativa	
13. Propósito general del curso	Este curso busca que las/os estudiantes aprendan herramientas teóricas y prácticas que les permitan contrastar teorías de forma empírica a través de modelos SEM para variables observadas e introducirles en el trabajo con modelos SEM para variables latentes.	
14. Competencias	1a Delimitar, conceptualizar y analizar diversos objetos de investigación social, con especial énfasis en aquellos relacionados con los procesos de transformación del país y Latinoamérica 1c Manejar diversas estrategias metodológicas de las ciencias sociales	

	1d Manejar un conjunto de herramientas para el procesamiento y análisis de información 1e Transmitir los conocimientos derivados de la práctica investigativa, así como aquellos adquiridos durante el proceso formativo.
15. Subcompetencias	1.4 Contribuir a generar conocimiento sociológico en el marco de estudios y/o procesos de investigación donde se articulen creativamente las dimensiones teórica, metodológica y práctica. 1.5 Comunicar los saberes disciplinares de manera pertinente a las características de distintos contextos y audiencias, utilizando diversas estrategias y formatos.
16. Resultados de Aprendizaje Al finalizar este curso, las y los estudiantes: 1. Serán capaces de detectar modelos teóricos de procesos generativos en la teoría sociológica, y contrastarlos empíricamente a través de sistemas de ecuaciones simultáneas dentro del marco analítico de las ecuaciones estructurales. 2. Comprenderán los fundamentos teóricos, estadísticos y matemáticos de los modelos de ecuaciones estructurales estimados por información completa y limitada. 3. Podrán estimar modelos de ecuaciones estructurales para variables observadas, evaluar su bondad de ajuste global, detectar problemas de ajuste específicos, proponer soluciones, evaluar la capacidad explicativa del modelo para cada una de las variables dependientes, analizar los resultados del modelo, sus implicaciones para la teoría y reportar sus resultados reconociendo su aporte y limitaciones. 4. Si bien este no es un curso de uso de software, al finalizar el curso, los estudiantes conocerán las ventajas y desventajas del trabajo en modelos SEM con diferentes software (e.g., STATA, AMOS, RStudio-lavaan, Mplus) y serán capaces de estimar sus modelos usando un software especializado en este tipo de modelos Mplus (Muthén & Muthén, 1998-2022).	

17. Saberes / Contenidos

Parte 1: Fundamentos sociológicos, teóricos, y estadísticos

- La sociología vista desde la lógica del control estadístico vs desde el análisis de procesos generativos (Judea Pearl y John H. Goldthorpe); la importancia del modelamiento de procesos para la sociología teórica y empírica (Hubert Blalock)
- Modelos de ecuaciones estructurales: orígenes (desde S. Wright a Joreskog & Sorbon), revoluciones en el campo (desde LISREL de Karl Joreskog; pasando por la perspectiva unificada de Irini Moustaki y el desarrollo de las estimaciones ADF y Mplus de Muthén y Muthén; hasta la ‘democratización’ de la técnica de Yves Rosseel et al., las innovaciones ‘recientes’) y sus perspectivas a futuro.
- Tipos análisis estructural: (a) modelos para variables observadas, latentes, y situaciones mixtas; (b) análisis exploratorios, confirmatorios y pseudo-exploratorios o pseudo-confirmatorios; (c) modelos de estructura y de medida.

Parte 2: ¿Cómo se hace y qué significa?

- Especificación de modelos: nombre de parámetros (Joreskog & Sorbon) y variables según su posición en el modelo; requisitos para las bases de datos; tipos de error estimables (e.g., error de medida, estimación, predicción, especificación), su impacto en los resultados y cómo minimizarlos.
- Estimación: reglas de trazado (S. Wright); tipos de correlación (de Pearson, poliserial, policórica, tetracórica y otros) involucradas en los modelos; procedimientos de estimación de parámetros con supuestos fuertes y robustos (e.g., ML, WLS, ULS, MLR, WLSMV, ULSCMV).
- Evaluación de ajuste: comparación de matrices (observada, reproducida y residual), estadísticos (e.g., χ^2 , RMSEA, CFI, TLI) y capacidad explicativa.
- Interpretación de resultados (efectos directos, indirectos, brutos y estandarizados según el tipo de variables involucradas).

Parte 3: Aplicaciones Prácticas

Revisión de investigaciones publicadas en temas relevantes para la sociología para conocer en la práctica los estándares de:

- Formulación de modelos teóricos, traducción empírica, formulación de pregunta y objetivos de investigación, forma de producción de hipótesis.
- Reporte e interpretación de resultados (efectos brutos, estandarizados, directos e indirectos), pruebas de hipótesis e intervalos de confianza.

- Pequeños-grandes trucos comunes en la investigación aplicada (e.g., correlación de errores, uso vs abuso de índices de modificación, etc.). Implicancias para la teoría.

18. Metodología

Las actividades de este curso combinarán:

- Clases expositivas de la profesora donde se revisarán los contenidos del curso se presentarán ejemplos aplicados que se discutirán en conjunto con el estudiantado.
- Clases prácticas de uso de software, donde se trabajará con una base de datos real para estimar los modelos usando un software especializado.
- Exposiciones a cargo de duplas de estudiantes, donde se revisarán trabajos de investigación de terceros desde una perspectiva crítica similar a la modalidad de aula invertida.
- Tutorías individuales y personalizadas.

"Las situaciones no cubiertas por este programa se resolverán por las disposiciones existentes en el Reglamento General de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ciencias Sociales (Decreto Exento N°0045106 del 24 de noviembre de 2017). Por último, se advierte que todo acto que falte a la ética e integridad académica, será sancionado a partir de las medidas establecidas en los reglamentos existentes en la Universidad de Chile, y que velan por asegurar la calidad en la formación académica"

19. Evaluación

Este curso será evaluado solo a través de:

- Dos tareas de ejercitación sobre contenidos teóricos (30% nota).
- Dos tareas tipo ejercicios de aplicación de contenidos usando una base de datos real para lo cual deberán trabajar en parejas (40% nota).
- Una exposición oral (en parejas) de una revisión crítica (similar a una evaluación de pares de una revista) de una investigación seleccionada ya publicada que use modelos SEM. En este ejercicio los estudiantes aplicarán lo aprendido en clases para juzgar el producto de la investigación (30% nota).

Las ponderaciones indicadas arriba corresponden a la nota de presentación a examen. Podrán eximirse del examen todas las personas cuya nota final ponderada sea igual o superior a 5.5. Podrán presentarse a examen de primera oportunidad las personas que cumpliendo el requisito de asistencia tengan un promedio igual o superior a 3.5. Quienes no cumplan con el requisito de asistencia o su promedio de presentación a examen sea inferior a 3.5 deberán presentarse a examen de segunda oportunidad. En cualquiera de las dos instancias, el examen tendrá una ponderación del 40% de la nota final y será individual

20. Requisitos de aprobación

Nota de aprobación mínima (Escala de 1.0 a 7.0): 4.0.

Este curso requiere asistir al menos al 75% de las clases y participar activamente de ellas. El requisito de asistencia podrá flexibilizarse para los casos que cuenten con autorización de la unidad correspondiente de la universidad.

Las/os estudiantes solo deben justificar, ante Secretaría de Estudios y con la debida documentación, su inasistencia a las actividades evaluadas, siempre dentro de los 5 días hábiles establecidos en Reglamento General de los Estudios de Pregrado de la Facultad de Ciencias Sociales. Y, con respecto a la inasistencia a clases, la existencia de justificativo no altera el cálculo de porcentaje de asistencia para determinar si se presenta a examen de primera o segunda oportunidad.

21. Palabras Clave

Ecuaciones estructurales; análisis de senderos; modelos de ecuaciones simultaneas; modelos causales; análisis de estructuras de covarianza;

22. Bibliografía Obligatoria

- Blalock, H. (1988). *Construcción de teorías en ciencias sociales: De las formulaciones verbales a matemáticas*. Trillas.
- Byrne, B. M. (2013). *Structural equation modeling with Mplus: Basic concepts, applications, and programming*. Routledge.
- Dominguez, S. (2014). ¿Matrices Policóricas/Tetracóricas o Matrices Pearson? Un estudio metodológico. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 6(1), 39-48.
- Muthén, B. O., Muthén, L. K., & Asparouhov, T. (2017). *Regression and mediation analysis using Mplus*. Muthén & Muthén.
- Pérez, E., Medrano, L. A., & Sánchez Rosas, J. (2013). El Path Analysis: conceptos básicos y ejemplos de aplicación. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 5(1).
- Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2012). *A first course in structural equation modeling*. Routledge.
- Rdz-Navarro, K., & Asún, R. A. (2016). Desarrollos recientes en estadística: Aportes teórico-metodológicos a la investigación sociológica. *Sociología y Tecnociencia*, 1(6), 1-13.
- Valente, M. J., Rijnhart, J. J., Smyth, H. L., Muniz, F. B., & MacKinnon, D. P. (2020). Causal mediation programs in R, M plus, SAS, SPSS, and Stata. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 27(6), 975-984.

19. Bibliografía Complementaria

- Asún, R.A., Rdz-Navarro, K., & Alvarado, J.M. (2016). Developing multidimensional Likert scales using item factor analysis: The case of four-point items. *Sociological Methods & Research* 45(1) 109-133.
- Ferrando, P.J, & Anguiano, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del psicólogo*, 31(1), 18-33.
- Hox, J. J. (2013). Multilevel regression and multilevel structural equation modeling. *The Oxford handbook of quantitative methods*, 2(1), 281-294.
- Izquierdo, I., Olea, J., & Abad, F. J. (2014). El análisis factorial exploratorio en estudios de validación: Usos y recomendaciones. *Psicothema*, 26(3), 395-400.
- McNeish, D., & MacKinnon, D. P. (2022). Intensive longitudinal mediation in Mplus. *Psychological Methods*. Ahead of print.
- McNeish, D., Somers, J. A., & Savord, A. (2024). Dynamic structural equation models with binary and ordinal outcomes in Mplus. *Behavior Research Methods*, 56(3), 1506-1532.
- Ng, C. K. J., Kwan, L. Y. J., & Chan, W. (2024). A Note on Evaluating the Moderated Mediation Effect. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 31(2), 340-356.
- Rdz Navarro, K., & Yang Wallentin, F. (2020). Specification issues in nonlinear SEM: The moderation that wasn't. *Psycothema* 32(1), 115-121.
- Rdz-Navarro, K., & Alvarado, J. M. (2015). Reexamining nonlinear structural equation modeling procedures: The effect of parallel and congeneric measures. *Multivariate Behavioral Research*, 50(6), 645-661.
- Zhou, Y., Wang, W., Hu, T., Tong, T., & Liu, Z. (2024). Causal Mediation Analysis for an Ordinal Outcome with Multiple Mediators. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 31(2), 205-216.

24. Recursos Web

Preliminarmente, para este curso se recomienda consultar los siguientes recursos web (a lo largo del curso, se entregará mayor material a través de U-Cursos):

<https://statmodel.com/> Se trata de la página oficial de Mplus. Cuenta con un conjunto muy amplio de artículos, videos, y clases de SEM de acceso gratuito, así como tutoriales de Mplus. Muchas de las clases en la página son del propio Bengt Muthén (Profesor de la

University of California y creador de Mplus) junto a su equipo. Hoy en día, el trabajo de Muthén y su equipo es el principal referente mundial en SEM.

<https://lavaan.ugent.be/> Se trata de la página del proyecto lavaan creado por Yves Rosseel (Profesor de la University of Ghent), que es un esfuerzo de creación de una librería de R para la estimación de modelos SEM. El proyecto lavaan se financia principalmente del bolsillo de Rosseel, donaciones tipo crowdsourcing, y el trabajo voluntario de algunos académicos de distintas partes del mundo. Aunque aún dista de ser una librería completa, los análisis que tiene implementados han sido todos validados con Mplus.

25. Programación por sesiones

Los contenidos de esta actividad curricular se desarrollarán según se muestra a continuación. La planificación podría verse afectada a lo largo del semestre. Cualquier modificación será realizada de común acuerdo con el curso.

	Fechas		Programación
Semana 1	04-ago	08-ago	Presentación e introducción curso
Semana 2	11-ago	15-ago	Parte 1: Fundamentos
Semana 3	18-ago	22-ago	Parte 1: Fundamentos
Semana 4	25-ago	29-ago	Parte 1: Fundamentos + Tarea 1 matrices
Semana 5	01-sept	05-sept	Parte 1: Fundamentos
Semana 6	08-sept	12-sept	Parte 1: Fundamentos + Tarea 2 poli/tetracóricas
Semana 7	15-sept	19-sept	Pausa fiestas patrias
Semana 8	22-sept	26-sept	Parte 2: Cómo se hace y qué significa
Semana 9	29-sept	03-oct	Parte 2: Cómo se hace y qué significa
Semana 10	06-oct	10-oct	Parte 2: Cómo se hace y qué significa + Evaluación 3
Semana 11	13-oct	17-oct	Parte 2: Cómo se hace y qué significa
Semana 12	20-oct	24-oct	Parte 2: Cómo se hace y qué significa + Evaluación 4
Semana 13	27-oct	31-oct	Semana trabajo autónomo
Semana 14	03-nov	07-nov	Parte 3: Aplicaciones
Semana 15	10-nov	14-nov	Presentaciones (Evaluación 5)
Semana 16	17-nov	21-nov	Presentaciones (Evaluación 5)
Semana 17	24-nov	28-nov	Presentaciones (Evaluación 5)
Semana 18	01-dic	05-dic	Exámenes
Semana 19	08-dic	12-dic	Cierre actas