



DOCTORADO

Programa Analítico de Materia:

1. Nombre de la materia:

Redes complejas en ecosistemas económicos - Introducción a Teoría de Grafos y Complex Network Analysis

2. Presentación de la materia:

Este curso tiene por objeto proveer a los estudiantes de una perspectiva desde la teoría de sistemas complejos, el uso de teoría de grafos y Complex Network Analysis (CNA), que les permita describir, analizar y entender cómo se forman las estructuras de los ecosistemas económicos a partir de las relaciones dentro del mismo con el fin de intervenir e impulsar sus dinámicas sociales para la construcción de estrategias de desarrollo y política pública usando datos cuantitativos, cualitativos y procesos matemáticos complejos.

3. Docente responsable:

Nombre y Apellido: Tedesco Marcelo S.
Máximo título alcanzado: Doctor.

4. Equipo Docente:

- Marcelo S. Tedesco (ITBA)
- Francisco Ramos (MIT SSCR)

5. Requisitos de admisibilidad a la materia:

Haber completado los siguientes cursos:

- Aplicaciones de la Teoría de Grafos a la Vida Real I y II
<https://www.edx.org/learn/math/universitat-politecnica-de-valencia-aplicaciones-de-la-teoria-de-grafos-a-la-vida-real-i>
<https://www.edx.org/learn/computer-programming/universitat-politecnica-de-valencia-aplicaciones-de-la-teoria-de-grafos-a-la-vida-real-ii>
- Programación en R:
<https://www.edx.org/learn/r-programming/harvard-university-ciencia-de-datos-fundamentos-de-r?index=product&queryId=4b2e9e0957746d52e6dc208551fb5669&position=3>

ó

<https://www.edx.org/learn/r-programming/tecnologico-de-monterrey-algoritmos-y-programacion-en-r?index=product&queryId=ac3f0ef41a9670186193a0e90c9b4b1d&position=1>





| |
|---|
| 6. Duración en horas: |
| Horas teóricas: 4 Horas prácticas: 16 Horas totales: 20 |
| 7. Idioma del dictado: |
| Castellano. |
| 8. ¿Podría dictarse una versión en idioma inglés? |
| No. |
| 9. Objetivos de aprendizaje: |
| <ol style="list-style-type: none">1. Entender que dice la evidencia científica sobre la relación entre biología, sociedad y economía, incluyendo sus mecanismos de interacción y comprender como se forman las estructuras ecosistémicas a partir de sus relaciones y el impacto de las relaciones benéficas y no benéficas en dichas estructuras.2. Describir y Analizar los ecosistemas económicos desde la teoría de sistemas complejos y la ciencia de la complejidad utilizando teoría de grafos y complex network analysis (CNA)3. Desarrollar capacidades básicas para el uso de Software especializado en CNA. |
| 10. Contenidos: |
| <ul style="list-style-type: none">• Unidad 1. Conceptos introductorios: un lenguaje común sobre ecosistemas.<ol style="list-style-type: none">1.1 Introducción a la Teoría de Sistemas Complejos<ol style="list-style-type: none">1.1.1. Propiedades de los Sistemas Complejos1.1.2. Componentes de los Sistemas Complejos1.2 La economía como un subsistema social y un subsistema biológico.1.3 Los tipos de relaciones en los ecosistemas y sus efectos a largo plazo.<ol style="list-style-type: none">1.3.1 Mecanismos Benéficos vs No-Benéficos1.4 Marco de Referencia de Integración de Ecosistemas.1.5 Introducción a los límites del sistema por su función o propósito.1.6 Definición de Ecosistema Económico desde la Teoría de Sistemas Complejos.• Unidad 2. Introducción al Estudio de Ecosistemas Económicos.<ol style="list-style-type: none">2.1 Introducción al uso de CNA para Ecosistemas Económicos<ol style="list-style-type: none">2.1.1 Sociogramas, Nodos y Aristas.2.1.2 Ejemplos prácticos y reales: Las Estructuras de Buenos Aires y Ciudad de México.2.2 Centro gravitacionales. |





Métricas útiles para medir estructuras ecosistémicas.
Métricas útiles para medir propiedades del sistema complejo.
Métricas útiles para medir nodos (actores).
El índice de Colaboración: Midiendo la capacidad homeostática del ecosistema económico.

- Unidad 3. Teoría de Grafos y Lectura de Estructuras en Ecosistemas.
 - 3.1 Fundamentos matemáticos de grafos
 - 3.2 Tipologías de redes: aleatorias, pequeñas-mundos, escala libre
 - 3.3 Métricas de red:
 - Globales: densidad, clustering, diámetro
 - Nodos: centralidad de grado, intermediación, cercanía, eigenvector
 - Subgrupos: detección de comunidades (algoritmo de Louvain)
 - 3.4 Aplicaciones a ecosistemas: hubs, nodos puente, cuellos de botella
 - 3.5 Interpretación ecosistémica de patrones
 - 3.6 Taller: análisis estructural sobre red modelo (con guía de lectura de topologías)

- Unidad 4. Software aplicado: Gephi para Ecosistemas Económicos.
 - 4.1 Introducción práctica a Gephi: interfaz, nodos y aristas, formatos
 - 4.2 Importación, limpieza y edición de datasets
 - 4.3 Aplicación de métricas desde el software
 - 4.4 Layouts para visualización estratégica (ForceAtlas2, Yifan Hu, Fruchterman-Reingold)
 - 4.5 Coloreado por atributos y modulares, uso de filtros
 - 4.6 Exportación de visualizaciones para reportes o artículos
 - 4.7 Ejercicio guiado con un dataset real.

- Unidad 5. Software aplicado: Gephi para Ecosistemas Económicos.
 - 5.1 Dinámicas de crecimiento, fragmentación y reconfiguración
 - 5.2 Simulación de disrupciones: eliminación de nodos clave
 - 5.3 Redundancia estructural, resiliencia y adaptabilidad
 - 5.4 Comparación entre ecosistemas colaborativos vs. competitivos
 - 5.5 Interpretación sistémica: sostenibilidad, robustez y fragilidad
 - 5.6 Laboratorio final: análisis completo de un ecosistema económico
 - Construcción de red
 - Aplicación de métricas
 - Interpretación de resultados
 - Discusión colectiva



11. Trabajo de laboratorio:

Uso de herramienta Gephi para permitir al estudiante visualizar, manipular y medir redes a partir de datos reales o sintéticos. Cada sesión práctica incluye ejercicios guiados, interpretación de métricas y elaboración de visualizaciones propias

12. Metodología de enseñanza:





El seminario combina clases expositivas breves con análisis de casos reales y ejercicios prácticos utilizando software como Gephi. Se emplea una metodología activa basada en problemas, fomentando la comprensión de conceptos clave a través de la experimentación directa. Los participantes trabajan con datos reales y simulados, aplicando métricas de redes para interpretar estructuras ecosistémicas. El enfoque es colaborativo, integrador y orientado a la aplicación crítica.

13. Bibliografía obligatoria:

- Earls, J., (2013) Introducción a los Sistemas Complejos. Lima: Fondo Editorial de la PUCP.
- Tedesco, M.S. (2022). How and why to study collaboration at the level of economic ecosystems. D-Lab Working Papers: NDIR Working Paper 03. Cambridge, MA: MIT D-Lab.
- Tedesco, M. S., Nunez-Ochoa, M. A., Ramos, F., Medrano, O., & Beuchot, K. (2022). A proposal for measuring the structure of economic ecosystems: a mathematical and complex network analysis approach. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2207.04346>
- Tedesco, M.S. & Serrano, T. (2019). Roles, Values, and Social Dynamics, a new model to describe and understand economic ecosystems. Cambridge: MIT D-Lab.
- Tedesco, M. S., & Ramos, F. (2024). Grassroots Innovation Actors: Their Role and Positioning in Economic Ecosystems -- A Comparative Study Through Complex Network Analysis. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2401.06163>
- Tedesco, M., Sanchez, V. and Ramos, F., An Extensive Study of Mauritius` Innovation-Driven Entrepreneurial Economic Ecosystem, Sarcina, A. editor(s), Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024, doi:10.2760/509609, JRC136605.
- Bondy, J. A., & Murty, U. S. R. (2008). Graph theory. Springer Publishing Company, Incorporated.
- Pósfai, M., & Barabási, A. L. (2016). Network science (Vol. 3). Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Jackson, M. O. (2008). Social and economic networks (Vol. 3, p. 519). Princeton: Princeton university press.
- Hernandez, M., Van Mieghem, P., (2011) Classification of graph metrics. Nas. https://www.nas.ewi.tudelft.nl/people/Piet/papers/TUDreport20111111_MetricList.pdf
- Börner, K., Sanyal, S., & Vespignani, A., (2007) Network science. ARIST, 41(1), 537-607.



14. Bibliografía complementaria:

- Beiler, K.J., Durall, D.M., Simard, S.W., Maxwell, S.A. & Kretzer, A.M. (2010). Mapping the wood-wide web: mycorrhizal networks link multiple Douglas-fir cohorts. *New Phytologist*, 185, 543-553
- Hoffecker, E. (2019). Understanding Innovation Ecosystems: A Model for Joint Analysis and Action. MIT D-Lab.
- Meadows, D., Blascos, J. (2022). Pensando en sistemas. España: Capitán Swing Libros.
- OECD/IDB (2022). Innovative and Entrepreneurial Universities in Latin America, OECD Skills Studies, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/ca45d22a-en>





- Simard, S.W., Martin, K., Vyse, A. & Larson, B. (2013). Meta-networks of fungi, fauna and flora as agents of complex adaptive systems. In K. Puettmann, C. Messier & K.D. Coates (Eds.), *Managing World Forests as Complex Adaptive Systems: Building Resilience to the Challenge of Global Change* (pp. 133-164). Routledge.

15. Recursos didácticos para la enseñanza:

Uso de Aula Virtual y Software especializado (libre)

16. Modalidad de evaluación:

Trabajo Final para entregar hasta los 30 días de finalización del curso.

17. Requisitos de aprobación:

Se espera nivel de rendimiento acorde a exigencias de doctorado. Condición de asistencia regular. Aprobación Trabajo Final.

