

## Curso: Sistemas complejos en la Economía

Profesora: Dra. Martha Gabriela Alatraste Contreras  
martha.alatraste@economia.unam.mx

### Presentación

Este curso ofrece un acercamiento a la economía desde la perspectiva de los sistemas complejos. Se brindan definiciones, conceptos y herramientas clave para conocer qué es un sistema complejo, cómo se estudia y cómo entender su funcionamiento.

### Objetivo

Comprender por qué la economía es un sistema complejo, analizar su comportamiento y modelar un sistema económico como una red.

### Evaluación

- 80% de asistencia
- Entre de trabajo final individual (100%)

### Pre-requisitos

- Conocimientos de teoría de conjuntos, álgebra lineal y estadística.
- Es deseable el conocimiento básico en algún lenguaje de programación.

### Temario

#### 1. Sistemas complejos

##### 1.1 Reduccionismo vs complejidad.

Referencia:

Miller, J. and Page, S. (2007). *Complex Adaptive Systems. An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton University Press.

##### 1.2 Características de los sistemas complejos: interacción de componentes heterogéneos, auto-organización, emergencia, dependencia a la trayectoria y condiciones iniciales, dinámica, coordinación, caos.

Referencias:

Bar-Yam, Yanner. (2004). *Making Things Work. Solving Complex Problems in a Complex World*, NECSI, Knowledge Press, USA.

Sornette, Didier. (2003). *Critical Phenomena in Natural Sciences. Chaos, Fractals, Self-organization and Disorder: Concepts and Tools*. Springer Science & Business Media.

### 1.3 Propiedades estadísticas de los sistemas complejos.

Referencias:

Barabási, Albert-László. (2007). The Architecture of Complexity. From Network Structure to Human Dynamics, *IEEE Control Systems Magazine*, pp. 33-42.  
Sornette, Didier. (2007). Probability Distributions in Complex Systems. *ArXiv Physics*, arXiv:0707.2194v1 (<https://arxiv.org/pdf/0707.2194v1>)

### 1.3 Economía compleja.

Referencias:

Kirman, A. (2011). *Complex Economics: Individual and collective rationality. The Graz Shumpeter Lectures*, Routledge  
Farmer, J. Doyne, M. Gallegati, C. Hommes, A. Kirman, P. Ormerod, S. Cincotti, A. Sanchez, and D. Helbing. (2012). A complex systems approach to constructing better models for managing financial markets and the economy. *The European Physical Journal Special Topics*. 214, pp. 295-324. DOI: 10.1140/epjst/e2012-01696-9  
Arthur, W.B. (2015). *Complexity and the economy*. Oxford University Press.

## 2. Redes complejas

### 2.1 Definición.

Referencias:

Barabási, Albert-László. (2012). The network takeover, *Nature Physics*, 8, pp.14-16.  
Barabási, Albert-László. *Network Science*, on-line book:  
<https://networksciencebook.com/>  
Newman, M.E.J. (2010). *Networks: An Introduction*, Oxford University Press.  
Newman, M.E.J. (2003). The structure and function of complex networks, *SIAM Review*, vol. 45, no. 2, pp. 167-256.

### 2.2 Propiedades estructurales.

- 2.2.1 Topología
- 2.2.2 Propiedades
- 2.2.3 Centralidad
- 2.2.4 *Clustering*, cliques y comunidades
- 2.2.5 Otras métricas

Referencias:

Albert, Réka and Albert-László Barabási. (2002). Statistical Mechanics of Complex Networks, *Reviews of Modern Physics*, 74, pp. 47-97.

Newman, M.E.J. (2010). *Networks: An Introduction*, Oxford University Press.  
Newman, M.E.J. (2003). The structure and function of complex networks, *SIAM Review*, vol. 45, no. 2, pp. 167-256.

## 2.3 Algunos tipos de redes

2.3.1 Redes aleatorias (*random networks*)

2.3.2 Redes libre de escala

2.3.3 Redes mundo pequeño

2.3.4 Lattices

Referencias:

Barabási, Albert-László. *Network Science*, on-line book:

<https://networksciencebook.com/>

Barabási, Albert-László. (2009). Scale-Free Networks: A Decade and Beyond. *Science*, 325, 5939, pp. 412-413.

Broido, Anna D. and Aaron Clauset. (2019). Scale-free networks are rare. *Nature Communications*, 10, 1017, pp. 1-10.

## 3. Modelos basados en agentes

## 4. Ejercicios

4.1 Introducción a la programación orientada a objetos.

4.2 SciPy, NumPy, NetworkX

## Referencias

Albert, Réka and Albert-László Barabási. (2002). Statistical Mechanics of Complex Networks, *Reviews of Modern Physics*, 74, pp. 47-97.

Arthur, W.B. (2015). *Complexity and the economy*. Oxford University Press.

Axelrod, Robert. (1997). *Complexity of Cooperation*. Princeton University Press, Princeton, NJ, especially pp. 206-221.

Barabási, Albert-László. *Network Science*, on-line book: <https://networksciencebook.com/>

Barabási, Albert-László. (2009). Scale-Free Networks: A Decade and Beyond, *Science*, 325, 5939, pp. 412-413.

Barabási, Albert-László and Zoltan Oltvai. (2004). Network biology: Understanding the cell's functional organization, *Nature Reviews Genetics*, 5, pp. 101-113.

Barabási, Albert-László. (2007). The Architecture of Complexity. From Network Structure to Human Dynamics, *IEEE Control Systems Magazine*, pp. 33-42.

Barabási, Albert-László. (2012). The network takeover, *Nature Physics*, 8, pp.14-16.

Bar-Yam, Yanner. (2004). Making Things Work. Solving Complex Problems in a Complex World, *NECSI, Knowledge Press, USA*.

Broido, Anna D. and Aaron Clauset. (2019). Scale-free networks are rare. *Nature Communications*, 10, 1017, pp. 1-10.

- Easley, D. and Kleinberg, K. (2010). *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World*, Cambridge University Press.
- Farmer, J. Doyne, M. Gallegati, C. Hommes, A. Kirman, P. Ormerod, S. Cincotti, A. Sanchez, and D. Helbing. (2012). A complex systems approach to constructing better models for managing financial markets and the economy. *The European Physical Journal Special Topics*. 214, pp. 295-324. DOI: 10.1140/epjst/e2012-01696-9
- Garas, A., Argyrakis, P., Rozenblat, C., Tomassini, M. and Havlin, S. (2010). Worldwide Spreading of Economic Crisis, *New Journal of Physics*, 12, pp. 1-12.
- Kirman, A. (2011). *Complex Economics: Individual and collective rationality*. The Graz Shumpeter Lectures, Routledge.
- Miller, J. and Page, S. (2007). *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*, Princeton University Press.
- Newman, M.E.J. (2010). *Networks: An Introduction*, Oxford University Press.
- Newman, M.E.J. (2003). The structure and function of complex networks, *SIAM Review*, vol. 45, no. 2, pp. 167-256.
- Smaldino, Paul E. (2023). *Modeling Social Behavior. Mathematical and Agent-Based Models of Social Dynamics and Cultural Evolution*. Princeton University Press.
- Sornette, Didier. (2007). Probability Distributions in Complex Systems. *ArXiv Physics*, arXiv:0707.2194v1 (<https://arxiv.org/pdf/0707.2194v1>)
- Sornette, Didier. (2003). *Critical Phenomena in Natural Sciences. Chaos, Fractals, Self-organization and Disorder: Concepts and Tools*. Springer Science & Business Media.