



## Taller en línea

SISTEMAS COMPLEJOS APLICADOS A LA ECONOMÍA Y  
FENÓMENOS SOCIALES

Nov. 17, 24, Dic. 1 y 3, 2020



Ingresa al sitio web:

<http://www.complejidad.iiec.unam.mx/cursotaller2020/>





**Introducción a sistemas complejos**

**Modelación Basada en Agentes**

**Ejemplos representativos:**

1. El juego de la vida de John Conway
2. El modelo de segregación de Schelling
3. El modelo del bar “El Farol” de Brian Arthur
4. Economic Disparity



*Ant colonies, highway traffic, market economies, immune systems - In all of these systems, patterns are determined not by some centralized authority but by local interactions among decentralized components.*

Mitchel Resnick <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Resnick, Mitchel (1997). *Turtles, termites, and traffic jams: explorations in massive parallel microworlds*. MIT Press.

[https://www.youtube.com/watch?v=xYl4m0xFcCU  
&ab\\_channel=SophiavanColler](https://www.youtube.com/watch?v=xYl4m0xFcCU&ab_channel=SophiavanColler)



[https://www.youtube.com/watch?v=OxYn3e  
imhA&ab\\_channel=FelixMu%C3%B1oz](https://www.youtube.com/watch?v=OxYn3eimhA&ab_channel=FelixMu%C3%B1oz)

MERCADOS FINANCIEROS



[/www.youtube.com/watch?v=xuCCeLlodkk](https://www.youtube.com/watch?v=xuCCeLlodkk)





Las ciencias de la complejidad, estudian la forma en que grandes conjuntos de componentes - interactuando localmente entre si - pueden espontáneamente auto-organizarse y presentar estructuras globales y comportamientos no-triviales a mayores escalas, sin intervención externa, autoridad central o líderes que determinen el comportamiento colectivo.

Las propiedades del todo pueden no ser entendidas o predichos a partir del conocimiento total de cada una de sus partes. Las colecciones de elementos que presentan estas propiedades es un sistema complejo, y requiere de nuevos marcos matemáticos y métodos científicos para ser estudiado.<sup>1</sup>

En el taller mostraremos dos metodologías para el estudio y análisis de sistemas complejos:

- Modelación Basada en Agentes
- Redes complejas





- **Interacciones:** múltiples componentes interactuando entre sí y con su entorno.
  - **Dinámica:** cambian sus estados en el tiempo.
- 
- **Emergencia:** Interacciones entre sus elementos generan información nueva, *“el todo es más que la suma de sus partes”*.
  - **Autoorganización:** producen patrones de manera espontánea sin un plan determinado.
  - **Adaptación:** retroalimentación del entorno para mantener funcionalidad, robustos.
- 
- **Métodos:** incorporar modelación matemática y computacional. Simulación.
  - **Interdisciplina:** entender y abordar una gran variedad de sistemas en muchos ámbitos. Necesidad de colaboración entre las diversas disciplinas.
- 
- **Actores (agentes):** Personas, vehículos, ciudades, empresas, productores, consumidores, vendedores, presas, depredadores, hormigas, votantes, neuronas, células, partículas, ...





**Evolución en el tiempo, dinámicas no lineales**

**Complejo no es sinónimo de complicado**

**Lo complejo depende del contexto y descripción de un fenómeno**

**Uso de modelos y simulaciones computacionales**

¿Qué es un modelo?

Un modelo es una simplificación (más pequeña, menos detallada, menos compleja, o todo ello al mismo tiempo) de alguna otra estructura o sistema.<sup>1</sup>

¿Simulación computacional?

La simulación es la ejecución de un modelo matemático o computacional implementado en un lenguaje de programación.

La simulación introduce la posibilidad de una nueva forma de pensar acerca de los procesos sociales y económicos, basadas en algunas ideas acerca del surgimiento de comportamiento complejo a partir de actividades relativamente simples.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gilbert, N., Troitzsch, K.G. (2006). *Simulación para las ciencias sociales*. Open University Press. Mc Graw Hill.

<sup>2</sup> Simon H. (1996). *The science of the artificial*. MIT Press, Cambridge, MA London.



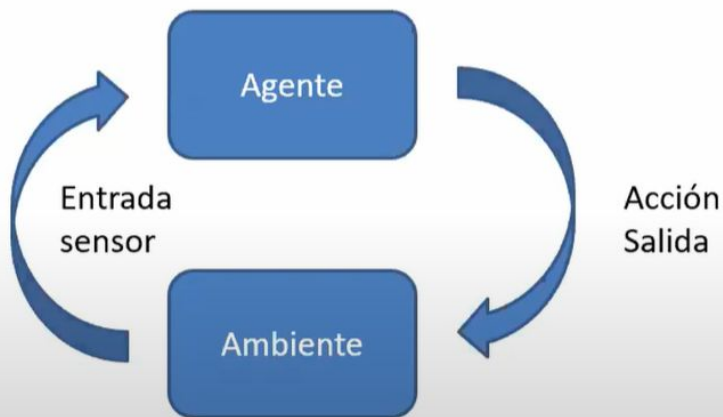


La modelación basada en agentes (MBA) es una metodología utilizada en el estudio de sistemas complejos. Estos modelos se conforman de colecciones de **agentes** que interactúan con el **entorno** a través del tiempo. La MBA usa el enfoque bottom-up, se considera a los agentes de manera individual con la flexibilidad de establecer características particulares y relaciones con otros agentes y el entorno. De manera global se genera nueva información que son caracterizadas en nuevas propiedades del sistema, las cuales no son deducidas de los objetos constituyentes del sistema.

La MBA se utiliza para modelar fenómenos colectivos (muchos agentes interactuando) y descentralizados (sin un aparente líder o guía). La agregación de agentes permite observar dinámicas de autoorganización, de emergencia de patrones y comportamientos en una escala de organización superior.



Un *agente* es un sistema computacional que es situado en un ambiente y tiene la capacidad de acción autónoma en su ambiente con el fin del alcanzar los objetivos diseñados.<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Wooldridge, M. (2002). Introduction to MultiAgent Systems. UK: John Wiley & Sons, LTD.



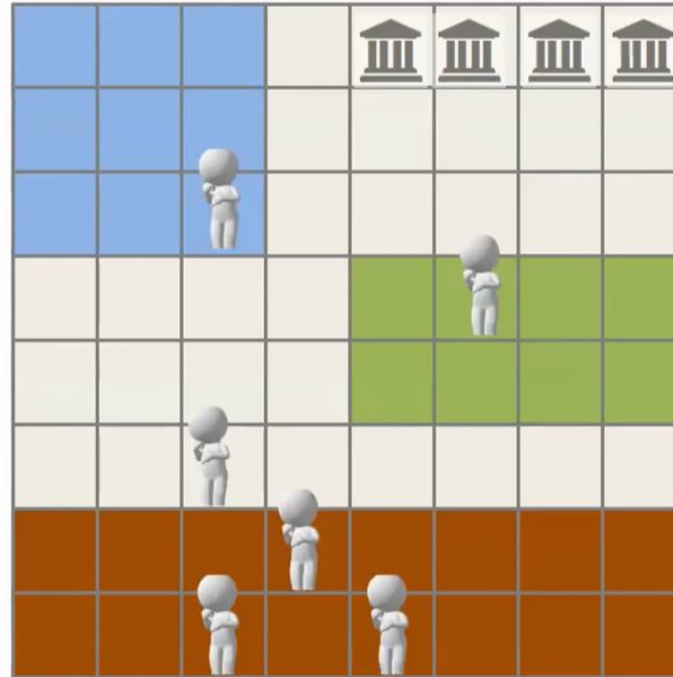
Pueden ser identificados a partir de sus características, es importante decidir que tipo de agente se manejará en el modelo.

- **Autónomos.** La capacidad de operar sin la intervención de humanos, tiene cierto grado de control sobre sus propios estados.
- **Reacción** (reactivity). La habilidad de percibir el ambiente en el cual esta situado y responder a los cambio percibidos.
- **Proactivo** (pro-activeness). La habilidad para tomar la iniciativa, iniciando alguna actividad de acuerdo a los objetivos internos más que por una reacción a estímulos externos.
- **Habilidad social.** La capacidad de interactuar con otros agentes empleando algún tipo de lenguaje de comunicación para satisfacer sus objetivos de diseño.





El entorno es el espacio donde se desarrolla la dinámica, usualmente se divide en regiones que pueden tener distinta información. Los agentes pueden “actuar” a partir de esta información y la interacción con otros agentes.



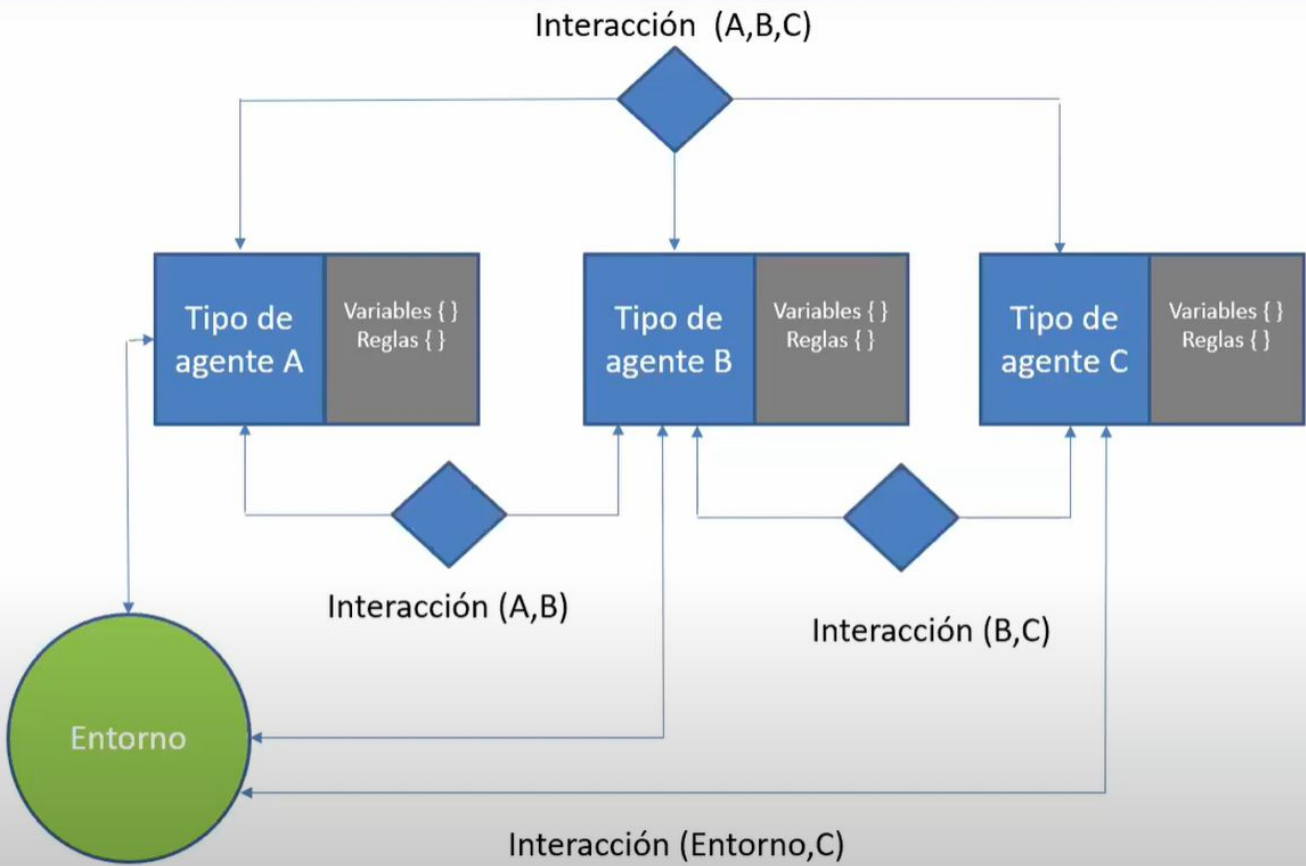


- Identificador
- Posición en el espacio, coordenada  $(x,y)$
- Forma del agente
- Dinámica de movimiento
- Vecindad de interacción: Moore, Neumann, radio definido.
- Conjunto de reglas: dinámicas espacio-temporales, condicionales (if-else), teoría de juegos, programación evolutiva, algoritmos de optimización, etc.
- Actualización del estado del agente a partir de la interacción con los conjuntos de reglas de los agentes  $\{A,B, ..\}$  y del entorno.



- Identificador
- Posición en el espacio, coordenada fija  $(x,y)$
- Conjunto de posibles estados
- Actualización de su estado interno a partir de su propia dinámica y/o por la modificación de los agentes.





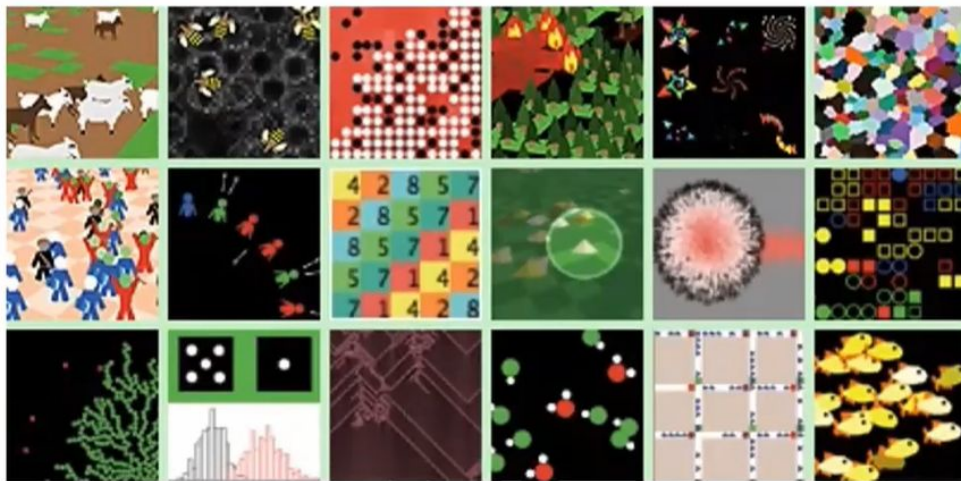
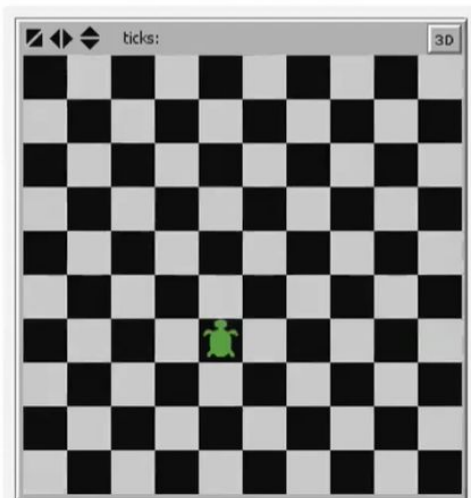


# NetLogo



**NetLogo** es un ambiente de programación bajo el paradigma de la modelación basada en agentes. Su creador es Uri Wilensky.

El mundo de NetLogo esta hecho de **agentes**. Los agentes son entidades que pueden seguir un conjunto de instrucción o reglas.





## Taller en línea

SISTEMAS COMPLEJOS APLICADOS A LA ECONOMÍA Y  
FENÓMENOS SOCIALES

Nov. 17, 24, Dic. 1 y 3, 2020



Ingresa al sitio web:

<http://www.complejidad.iiec.unam.mx/cursotaller2020/>



<https://complejidad.iiec.unam.mx/cursotaller2020/mba/index.php>

<https://complexityexplained.github.io/>

<https://complexityexplained.github.io/ComplexityExplained.pdf>