

# **Teoría de Juegos**

## *Tópicos Avanzados de Inteligencia Artificial*

**Dr. Matías Alvarado**  
*Departamento de Computación, CINVESTAV*

### **Objetivo**

Estudio de conceptos, modelos matemáticos, algoritmos y métodos de Inteligencia Artificial para analizar y simular estrategia en juegos y sus aplicaciones.

### **Presentación**

En Teoría de Juegos (TJ), un juego es un modelo matemático sobre la competencia entre jugadores para lograr un objetivo, en cualquier ámbito. El modelo integra las reglas y condiciones del juego, así como las acciones y estrategias de los jugadores para lograr el objetivo, todo traducible en algoritmos.

En el curso se analizan métodos de razonamiento y aprendizaje sobre las estrategias de colaboración o competencia en juegos, y se comprueban con simulaciones computacionales.

El concepto de equilibrio en TJ sirve para caracterizar los estados de un juego. El equilibrio de Nash, clásico en TJ, se aplica para el diseño de estrategias en juegos deportivos de equipo como béisbol y fútbol; asimismo en el proceso de balance y carga de algoritmos distribuidos.

El juego de Go, de tablero y mucha mayor complejidad que el Ajedrez, se analiza por ser representativo de problemas científicos actuales muy relevantes en computación, medicina, biología y redes sociales, entre otros. El desafío computacional es lograr algoritmos de aprendizaje eficaces a gran escala pero bajo costo computacional.

Se estudia el aprendizaje profundo (*deep learning*) basado en redes neuronales artificiales profundas, y cómo se aplica en el reconocimiento de patrones altamente complejos.

## Temario

1. Introducción
  - a. Juegos de suma cero, azar y estrategia:
    - i. Con información incompleta, indeterminista.
  - b. Juegos múlti-jugador
    - i. Competitivos, cooperativos.
    - ii. El dilema del prisionero.
  - c. Métodos clásicos de búsqueda:
    - i. Primero en profundidad y en anchura
    - ii. Árboles de decisión.
    - iii. Poda alpha – beta.
  
2. Modelos matemáticos:
  - a. Lenguajes formales:
    - i. Reglas del juego y su gramática.
    - ii. Autómatas de estados finitos (de Turing).
  
  - b. Juego en forma normal:
    - i. Tácticas y estrategias.
    - ii. Función de costo – beneficio.
    - iii. El concepto de equilibrio:
    - iv. **El equilibrio de Nash.**
  
3. Juegos deportivos de equipo y su análisis formal.
  - a. Baseball
  - b. Futbol Americano
  - c. Futbol Soccer.
  - d. Ajedrez: comparación con el beisbol y el futbol.
  - e. Equivalencia formal entre estos juegos.
  
4. El juego de Go
  - a. Reglas, tácticas y estrategias.
    - i. Reconocimiento de patrones con redes neuronales.
    - ii. Necesidad de otros métodos.
  - b. **Aprendizaje profundo (imparte el Dr. Alfonso Rojas Domínguez)**
    - i. Redes neuronales profundas.
    - ii. Redes convolucionales.
    - iii. Máquinas de Boltzman.
  
  - c. El modelo de Ising.
    - i. Interacción estocástica
    - ii. Convergencia de patrones.
  
5. Aplicaciones
  - a. Distribución y balance de carga en *clusters* (cómputo paralelo).
  - b. **Modelado de metástasis en cáncer.**

## 6. Referencias

- a. J. von Neumann and O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, 2004.
- b. Nash, J. F. Non cooperative games. *The annals of mathematics*, Second Series, 54 (2), USA, 1951.
- c. Lewis, H. & Papadimitrou Ch., *Elements of the theory of computation*, 2nd edition Prentice-Hall, 1997.
- d. Nisan, T. Roughgarden, E. Tardos, V. Vazirani, *Algorithmic Game Theory*, Cambridge University Press, 2007.
- e. James Slagle, *Artificial Intelligence: the heuristics programming approach*. McGraw-Hill, 1971.
- f. Donald Knuth and R. Moore, An analysis of alpha-beta pruning, *Journal of Artificial Intelligence*, vol. 6, no. 4, 1975.
- g. Alvarado Matías, Yee Arturo & Cocho Germinal, Simulation of baseball gaming by cooperation and non-cooperation strategies. *Computación y Sistemas*, 2014, 18 (4), 693-708. doi: 10.13053/CyS-18-4-1987.
- h. Alvarado M., Yee, A. and Fernández, J., Simulation of American Football Gaming. In *CCCS 2013, Int. Conference in Sport Science and Computer Science*, Hong Kong, 2013.
- i. Alvarado M. and Yee, A. Nash equilibrium for collective strategic reasoning. *Expert Systems with Applications* 39 (15), pp 1014 – 1025, Elsevier Science, 2012.
- j. Yee, A. and Alvarado, M., Pattern Recognition and Monte-Carlo Tree Search for Go Gaming Better Automation. In [IBERAMIA 2012](#): LNCS 7637, pp 11-20.
- k. Mastering the game of Go. *Nature*, Enero 2016.
- l. Barradas, Alvarado Matías, Agostin, Cocho. Cancer growth and metastasis as a metaphor of Go gaming: An Ising model approach. *PLOS ONE*, May 2018.

### **Evaluación:**

**Tareas:** de entrega opcional, para subir puntos.

**2 exámenes obligatorios**, 60 % de la calificación, en febrero y abril.

**1 proyecto en equipo:** 40% de la calificación; 2 entregas parciales y una final. Sobre algún tema de los puntos 3, 4 ó 5.

**Nota: todo alumno en el 2º cuatrimestre de nuestra maestría es apto para el curso.**