

# Aprendizaje Computacional y Teoría de Juegos en Bioinformática

*Tópicos Avanzados de Inteligencia Artificial, 2020*

**Dr. Matías Alvarado, DC - CINVESTAV**

Interesados escriban a [matias@cs.cinvestav.mx](mailto:matias@cs.cinvestav.mx). 1a sesión virtual: 06.05.20, 2 pm

Si estás interesado y tienes dificultad de acceso a Internet escribe para buscar alternativa.

## **Objetivo**

Estudio de conceptos, modelos, algoritmos y métodos en aprendizaje automático y teoría de juegos, para analizar y simular estrategias de reconocimiento de patrones en procesos biológicos y médicos.

## **Presentación**

En el curso estudiamos métodos de aprendizaje automático, clásico y profundo, y de razonamiento y aprendizaje de estrategias en teoría de juegos (TJ). Su implementación es con redes neuronales artificiales, clásicas o profundas. Su aplicación en el reconocimiento de patrones emergentes en biología o medicina.

En TJ, un juego es un modelo matemático sobre la colaboración o competencia entre jugadores para lograr un objetivo. El modelo integra las reglas y condiciones del juego, así como las acciones y estrategias entre jugadores y equipos.

El equilibrio de Nash habilita caracterizar los estados durante la evolución de diversos juegos. Estudiamos como aplicar este equilibrio para elegir estrategias en juegos como béisbol y fútbol soccer o americano.

El juego de Go, de tablero y reglas simples pero crecimiento combinatorio exponencial, es representativo de problemas actuales muy relevantes en computación, medicina y biología. Las interacciones entre (gran cantidad) de elementos simples a partir de las cuales emergen patrones de comportamiento complejos es el punto de relevancia. El modelado y simulación de tales patrones y sus distribuciones de probabilidad se estudian en el curso.

Los conceptos y métodos en aprendizaje automático y TJ se aplican en el desarrollo de algoritmos para el reconocimiento de patrones como metástasis en cáncer y la reacción del sistema inmune; y en el diseño de estrategias para aumentar la probabilidad de éxito en un juego.

La bioinformática y la informática médica son áreas de creciente demanda, muy alta. En parte, por el reconocimiento de patrones y comportamientos emergentes, a diversas escalas, lo cual se logra con métodos y algoritmos de aprendizaje automático, TJ y ciencia de datos. Por eso su importancia.

## Temario

1. **Teoría de Juegos:** estrategias, multi-jugador, competitivos y cooperativos. El concepto de equilibrio.
  - A. Equilibrio de Nash para elegir estrategias en juegos de equipo.
    - a. Baseball, Futbol Americano, Soccer, Ajedrez.
    - e. Equivalencia formal entre estos juegos.
  - B. Lenguajes formales
    - a. Reglas de juego y su gramática. Autómatas de estados finitos.
    - b. Juego en forma normal:
      - i. Tácticas y estrategias.
      - ii. Función de costo – beneficio.
  - C. Distribución de probabilidad: Ley de potencia.
2. **Aprendizaje automático**
  - A. Redes neuronales, naturales y artificiales.
  - B. Aprendizaje clásico supervisado y no supervisado.
  - C. Aprendizaje profundo (Dr. Didier Barradas Bautista):
    - a. Redes neuronales profundas y convolucionales.
    - b. Máquinas restringidas de Boltzman (RBM).
  - D. Interacción estocástica:
    - i. Modelo de Ising.
    - ii. Patrones de convergencia.
3. **Aplicaciones en bioinformática e informática médica**
  - A. El juego de Go, AlphaGoZero.
  - B. Biología de sistemas.
    - a. Metástasis en cáncer y la respuesta inmune.
    - b. Patrones epidemiológicos.
  - C. Redes complejas:
    - a. centralidad, grado de un node y jerarquía.
    - b. Redes de Mundo Pequeño y de libre escala.

## Referencias

1. J. von Neumann and O. Morgenstern, Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press, 2004.
2. Nash, J. F. Non cooperative games. The annals of mathematics, 2nd Series, 54 (2), USA, 1951.
3. Lewis, H. & Papadimitrou Ch., Elements of the theory of computation, 2nd edition Prentice-Hall, 1997.

4. S. Boccaletti, V. Latora, Y. Moreno, et al. Complex networks: Structure and dynamics. Elsevier, 2005, Vol. Physics Reports. 0370-1573.
5. Rojas Raul, Neural Networks: a systematic study. Springer Verlag, 2004.
6. D. Silver, A. Guang, A. Guez, et al, Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, Nature, 529, 42016.
7. MEJ Newman. Power Law, Pareto Distributions and Zips's Law. In Contemporary Physics, 46:5, 323-351, 2005. <https://doi.org/10.1080/00107510500052444>

**De lectura para desarrollo de proyecto (1 - 2 por proyecto):**

8. 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
9. Yee A., Rodriguez R, Alvarado M. Analysis of strategies in American Football using Nash equilibrium. In Artificial Intelligence Methods Systems and Applications, AIMSA 2014. Doi: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-10554-3\\_30](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-10554-3_30)
10. Alvarado M. and Yee, A. Nash equilibrium for collective strategic reasoning. Expert Systems with Applications 39 (15) 1014 – 1025, Elsevier Science 2012, doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417412005738?via%3Dihub>
11. Tellez Giron J. and Alvarado M. Computer football: Plays, Players and Strategies Choice. IEEE Latin America Transactions 16 (5) 2018. DOI: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8408445>
11. Rojas A., Barradas Didier and Alvarado, M., Modeling the game of Go by Ising Hamiltonian, Deep Belief Networks and Common Fate Graphs. In IEEE Access 2019. DOI: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8717638>
12. Barradas Didier, Alvarado Matías, Agostion M, Cocho Germinal. Cancer growth and metastasis as a metaphor of Go gaming: An Ising model approach. In PLOS ONE, 2018. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0195654>

**Evaluación:**

- ✓ 2 exámenes, en junio y agosto. Cada uno aporta 20% a la calificación.
- ✓ 1 proyecto sobre temas del curso, en equipo. Aporta 60% a la calificación.
- ✓ Tareas y participaciones en clase para subir puntos.

***Todo alumno en el 3er cuatrimestre de nuestra maestría es apto para el curso.***

**Importante:**

- Usaremos la herramienta Teams de Microsoft, accesible con su correo institucional, durante el mes de mayo (o lo que dure el confinamiento).
- A los interesados en la sesión informativo sobre el curso escriban para darlos de alta a la misma (si luego no les interesa el curso se dan de baja).
- **Si tienen dificultad de acceso a Internet, escriban para dar alternativas.**