

Sílabo del Curso: Inteligencia Artificial

(32 Clases, 2 horas cada una, con 10 minutos de descanso. Las presentaciones finales se realizarán en otra fecha.)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. [Objetivos Principales](#)
2. [Estructura del Curso](#)
3. [Semana 1: Introducción Histórica y GOF AI \(Clases 1-2\)](#)
4. [Semana 2: Búsqueda No Informada e Informada \(Clases 3-4\)](#)
5. [Semana 3: Representación del Conocimiento y Razonamiento \(Clases 5-6\)](#)
6. [Semana 4: Teoría de Juegos I - Fundamentos y Mecanismos \(Clases 7-8\)](#)
7. [Semana 5: Teoría de Juegos II - Juegos Repetidos y Torneos de Axelrod \(Clases 9-10\)](#)
8. [Semana 6: Búsqueda Adversaria: Minimax y Alpha-Beta \(Clases 11-12\)](#)
9. [Semana 7: Autómatas Finitos y Celulares \(Clases 13-14\)](#)
10. [Semana 8: Modelado Basado en Agentes \(ABM\) \(Clases 15-16\)](#)
11. [Semana 9: Algoritmos Genéticos: Fundamentos \(Clases 17-18\)](#)
12. [Semana 10: Algoritmos Genéticos y Aplicaciones \(Clases 19-20\)](#)
13. [Semana 11: Aprendizaje por Refuerzo: Fundamentos \(Clases 21-22\)](#)
14. [Semana 12: Aprendizaje por Refuerzo Avanzado \(Clases 23-24\)](#)
15. [Semana 13: Integración de Técnicas Clásicas \(Clases 25-26\)](#)
16. [Semana 14: Torneos de Axelrod y Co-Evolución \(Clases 27-28\)](#)
17. [Semana 15: Autómatas Celulares Avanzados y ABM \(Clases 29-30\)](#)
18. [Semana 16: Revisión y Cierre \(Clases 31-32\)](#)
19. [Entornos y Mecanismos Clave](#)
20. [Método de Evaluación \(Orientativo\)](#)
21. [Conclusión](#)

PROF

OBJETIVOS PRINCIPALES

1. **Comprender** la evolución histórica de la IA y los fundamentos de la IA clásica (GOF AI).
2. **Implementar** y comparar algoritmos de búsqueda (BFS, DFS, A*, etc.) en entornos de prueba.
3. **Diseñar** sistemas de razonamiento simbólico y basados en reglas.
4. **Dominar** los conceptos centrales de la **Teoría de Juegos**, con énfasis en **mecanismos de diseño**, juegos repetidos y torneos estilo Robert Axelrod.
5. **Implementar** búsqueda adversaria (Minimax, Alpha-Beta) en juegos de tablero.
6. **Explorar** autómatas finitos y **autómatas celulares** (ej. Conway's Game of Life) para entender comportamiento emergente.
7. **Aplicar** algoritmos evolutivos (genéticos) en problemas de optimización y experimentación.
8. **Introducir** conceptos de aprendizaje por refuerzo y desarrollar agentes Q-learning.
9. **Utilizar** entornos compartidos para experimentar, comparar y competir con diferentes estrategias de IA.

ESTRUCTURA DEL CURSO

- **32 clases** en **16 semanas** (2 clases por semana, 2 horas cada clase).
 - Cada semana se enfoca en un **tema** central (teoría + práctica).
 - Se crean o utilizan **entornos** para probar y comparar algoritmos.
 - Las **presentaciones finales** se realizarán fuera de este calendario.
-

SEMANA 1: INTRODUCCIÓN HISTÓRICA Y GOF AI (CLASES 1-2)

Clase 1

- **Tema Principal:** Historia de la IA y Fundamentos de GOF AI
- **Contenido:**
 - Orígenes de la IA, “inviernos” de la IA, reaparición del aprendizaje automático
 - Visión general del curso y sus proyectos
- **Actividades:**
 - Debate: “¿Qué es inteligencia en máquinas?”
 - Descripción de los principales **entornos** y proyectos

Clase 2

- **Tema Principal:** Razonamiento Simbólico y Reglas
 - **Contenido:**
 - GOF AI: sistemas basados en reglas, representación del conocimiento (nociones básicas)
 - **Actividades:**
 - Demostración de un **chatbot** o **solucionador de acertijos** con reglas if-then
 - **Proyecto 1:** Iniciar un agente de reglas sencillo (mini-sistema experto o puzzle)
-

SEMANA 2: BÚSQUEDA NO INFORMADA E INFORMADA (CLASES 3-4)

Clase 3

- **Tema Principal:** Búsqueda No Informada (BFS, DFS, Coste Uniforme)
- **Contenido:**
 - Representación de grafos, espacios de estados
 - Implementaciones de BFS/DFS en problemas simples
- **Actividades:**
 - **Entorno Laberinto** o **8-Puzzle:** comparar BFS y DFS
 - Iniciar **Proyecto 2** (resolver el problema con búsqueda no informada)

Clase 4

- **Tema Principal:** Búsqueda Informada (A*, Greedy Best-First)
- **Contenido:**
 - Diseño de heurísticas, comparación A* vs BFS/DFS

- **Actividades:**
 - Implementar A* y medir rendimiento
 - Finalizar **Proyecto 2** con pruebas de heurísticas
-

SEMANA 3: REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO Y RAZONAMIENTO (CLASES 5-6)

Clase 5

- **Tema Principal:** Redes Semánticas, Ontologías y Sistemas Expertos
- **Contenido:**
 - Ontologías (RDF, frames) y razonamiento simbólico
 - Diferencias entre búsqueda y razonamiento basado en conocimiento
- **Actividades:**
 - Demostración de ontologías simples (familia, medicina básica, etc.)
 - **Proyecto 3:** Iniciar sistema experto (motor de reglas + base de conocimiento)

Clase 6

- **Tema Principal:** Inferencia y Limitaciones de GOFAL
 - **Contenido:**
 - Encadenamiento hacia adelante y atrás
 - Ventajas y desventajas de la IA simbólica
 - **Actividades:**
 - Programar reglas de inferencia en Python
 - Validar **Proyecto 3** en distintos escenarios
-

SEMANA 4: TEORÍA DE JUEGOS I - FUNDAMENTOS Y MECANISMOS (CLASES 7-8)

Clase 7

- **Tema Principal:** Conceptos Básicos de Teoría de Juegos
- **Contenido:**
 - Payoff matrices, juegos de suma cero y no cero
 - Equilibrio de Nash, ejemplos clásicos (Dilema del Prisionero, etc.)
- **Actividades:**
 - Simulador básico de un juego (Dilema del Prisionero de 1 ronda)
 - Discusión sobre estrategias dominantes y equilibrios

Clase 8

- **Tema Principal:** Diseño de Mecanismos y Tipos de Juegos
- **Contenido:**
 - Cómo diseñar payoff matrices o recompensas para influir en la conducta
 - Juegos con información completa/incompleta, subastas, negociación

- **Actividades:**
 - Análisis de distintos mecanismos (subasta sellada, Vickrey, etc.)
 - Preparar el terreno para juegos repetidos y estrategias evolutivas
-

SEMANA 5: TEORÍA DE JUEGOS II - JUEGOS REPETIDOS Y TORNEOS DE AXELROD (CLASES 9-10)

Clase 9

- **Tema Principal:** Juegos Repetidos y Estrategias Clásicas
- **Contenido:**
 - Iterated Prisoner's Dilemma (IPD), tit-for-tat, grim trigger
 - Concepto de recíproca, estabilidad y cooperación
- **Actividades:**
 - **Proyecto 4:** Diseñar estrategias de IPD
 - Ajustes de payoff y análisis de convergencia al cooperar o traicionar

Clase 10

- **Tema Principal:** Torneos de Axelrod y Mecanismos Evolutivos
 - **Contenido:**
 - Robert Axelrod, estudio empírico de estrategias, ruido en iteraciones
 - Co-evolución de estrategias en un ambiente repetido
 - **Actividades:**
 - **Torneo de Axelrod** (round-robin) con registro de puntuaciones
 - Observación de estrategias ganadoras, "eye for eye" vs. "always defect", etc.
-

SEMANA 6: BÚSQUEDA ADVERSARIA: MINIMAX Y ALPHA-BETA (CLASES 11-12)

Clase 11

- **Tema Principal:** Minimax en Juegos Adversarios
- **Contenido:**
 - Árboles de juego, evaluación de posiciones, podas iniciales
 - Aplicación en juegos como Tres en Raya (Tic-Tac-Toe)
- **Actividades:**
 - **Proyecto 5:** Crear agente adversario para un juego de tablero (Tic-Tac-Toe, Conecta 4)
 - Programar versión básica de Minimax

Clase 12

- **Tema Principal:** Alpha-Beta y Heurísticas de Evaluación
- **Contenido:**
 - Poda Alpha-Beta para mejorar la eficiencia
 - Profundidad limitada y evaluación heurística

- **Actividades:**
 - Integrar Alpha-Beta en el mismo juego
 - Competir agentes con limitación de tiempo o profundidad
-

SEMANA 7: AUTÓMATAS FINITOS Y CELULARES (CLASES 13-14)

Clase 13

- **Tema Principal:** Teoría de Autómatas Finitos (AFD/AFN)
- **Contenido:**
 - Máquinas de estados y su uso en IA
 - Ejemplos: reconocimiento de patrones, máquinas expendedoras
- **Actividades:**
 - **Proyecto 6:** Implementar un autómata finito y probar entradas/estados
 - Visualización de transiciones

Clase 14

- **Tema Principal:** Autómatas Celulares y Conway's Game of Life
 - **Contenido:**
 - Reglas de nacimiento y muerte, comportamiento emergente
 - Variantes (Highlife, Seeds) y aplicaciones de AC
 - **Actividades:**
 - Programar **Game of Life**
 - Observar ciclos, estabilidad y patrones (planeadores, etc.)
-

SEMANA 8: MODELADO BASADO EN AGENTES (ABM) (CLASES 15-16)

Clase 15

- **Tema Principal:** Introducción a ABM y Sistemas Complejos
- **Contenido:**
 - Depredador-presa, Boids (flocking)
 - Librerías como Mesa (Python)
- **Actividades:**
 - Plantear **Proyecto 7:** un ABM sencillo (recursos, interacción entre agentes)

Clase 16

- **Tema Principal:** Implementación y Análisis de ABM
- **Contenido:**
 - Parámetros de comportamiento, reglas locales y efectos globales
 - Visualización y medición de resultados (densidad, poblaciones, etc.)
- **Actividades:**
 - Programar el ABM y experimentar con valores

- Discutir posibles extensiones (cooperación vs. competencia)

SEMANA 9: ALGORITMOS GENÉTICOS: FUNDAMENTOS (CLASES 17-18)

Clase 17

- **Tema Principal:** Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos (AG)
- **Contenido:**
 - Población, selección, cruce, mutación
 - Función de aptitud y codificación
- **Actividades:**
 - Ejemplo simple (maximizar $f(x)$)
 - **Proyecto 8:** GA para TSP, Knapsack u otro problema de optimización

Clase 18

- **Tema Principal:** Ajuste de Parámetros y Convergencia
- **Contenido:**
 - Tasas de mutación, tipos de selección (ruleta, torneo)
 - Visualización de convergencia de generaciones
- **Actividades:**
 - Competencia: ¿Quién logra la mejor aptitud tras X generaciones?
 - Documentar conclusiones de rendimiento

SEMANA 10: ALGORITMOS GENÉTICOS Y APLICACIONES (CLASES 19-20)

Clase 19

- **Tema Principal:** Aplicaciones Avanzadas de AG y Co-Evolución
- **Contenido:**
 - Estrategias evolutivas, programación genética (GP)
 - Co-evolución en entornos multi-agente
- **Actividades:**
 - Refinar la implementación del GA
 - Comparar modos de selección y su impacto en la velocidad de convergencia

Clase 20

- **Tema Principal:** Integración de AG con Otros Métodos
- **Contenido:**
 - GA para generar heurísticas en búsqueda adversaria
 - Evolución de estrategias en IPD (combinación con teoría de juegos)
- **Actividades:**
 - Probar variantes de GA en distintos entornos

- Discutir hallazgos y posibilidades futuras

SEMANA 11: APRENDIZAJE POR REFUERZO: FUNDAMENTOS (CLASES 21-22)

Clase 21

- **Tema Principal:** Fundamentos de Aprendizaje por Refuerzo (RL)
- **Contenido:**
 - Agente, entorno, recompensas, estados y acciones
 - Diferencias con búsqueda clásica y algoritmos evolutivos
- **Actividades:**
 - **Proyecto 9:** Q-Learning en un Gridworld o Maze sencillo
 - Configurar funciones de recompensa y castigo

Clase 22

- **Tema Principal:** Q-Learning, ϵ -Greedy y Parametrización
- **Contenido:**
 - Tasa de aprendizaje (α), factor de descuento (γ), exploración (ϵ)
 - Visualización de la Q-Table
- **Actividades:**
 - Ajustar hiperparámetros y comparar convergencia
 - Evaluar desempeño del agente en varios escenarios

SEMANA 12: APRENDIZAJE POR REFUERZO AVANZADO (CLASES 23-24)

Clase 23

- **Tema Principal:** Ajustes Avanzados y Shaping de Recompensas
- **Contenido:**
 - Decaimiento de ϵ , shaping de recompensas, atascos
 - Problemas de convergencia
- **Actividades:**
 - Mejorar el agente Q-Learning con técnicas de shaping
 - Comparar resultados de velocidad/calidad de la política aprendida

Clase 24

- **Tema Principal:** Extensión a Entornos Complejos o Multi-Agente
- **Contenido:**
 - Visión general de SARSA, DQN (opcional)
 - RL en sistemas cambiantes o multi-agente
- **Actividades:**
 - Debate: escenarios multi-agente con RL

- Ejercicios de diseño de recompensas en sistemas complejos

SEMANA 13: INTEGRACIÓN DE TÉCNICAS CLÁSICAS (CLASES 25-26)

Clase 25

- **Tema Principal:** Retrospectiva y Combinación de Métodos
- **Contenido:**
 - Ejemplos de IA híbrida: reglas + búsqueda + RL + GA
 - Casos reales donde conviven enfoques clásicos
- **Actividades:**
 - Revisión de proyectos pasados
 - Brainstorm de un proyecto integrador con varios métodos

Clase 26

- **Tema Principal:** Diseño de Mecanismos en Profundidad
- **Contenido:**
 - Subastas, negociación, reglas avanzadas de juego
 - Énfasis en la ética y la equidad en el diseño
- **Actividades:**
 - Taller: crear un mini-entorno de subasta o negociación
 - Discusión de cómo afectan las reglas a los agentes

SEMANA 14: TORNEOS DE AXELROD Y CO-EVOLUCIÓN (CLASES 27-28)

Clase 27

- **Tema Principal:** Ampliación de los Torneos de Axelrod
- **Contenido:**
 - IPD con variaciones (ruido, mutaciones de estrategia)
 - Observación de cooperación emergente y estabilidad
- **Actividades:**
 - Programar un entorno que permita “evolucionar” estrategias a lo largo de rondas
 - Medir y graficar evolución de la población

Clase 28

- **Tema Principal:** Análisis de Resultados y Comparaciones
- **Contenido:**
 - Relación con sistemas evolutivos y aprendizaje por refuerzo
 - Estrategias estables y dinámicas de traición/cooperación
- **Actividades:**
 - Ajustar reglas (payoff, ruido) y observar cambios
 - Discusión sobre implicaciones en teoría de juegos e IA

SEMANA 15: AUTÓMATAS CELULARES AVANZADOS Y ABM (CLASES 29-30)

Clase 29

- **Tema Principal:** Variantes del Game of Life y Sistemas Complejos
- **Contenido:**
 - Alteraciones de reglas (nacimiento/muerte), bordes toroidales, etc.
 - Aplicaciones en biología, sociología, urbanismo
- **Actividades:**
 - Probar cambios de reglas en Game of Life
 - Analizar patrones y comportamiento emergente

Clase 30

- **Tema Principal:** ABM + RL o ABM + AG
- **Contenido:**
 - Hibridar ABM con aprendizaje o evolución
 - Retos en simulaciones de muchos agentes
- **Actividades:**
 - Experimentar con un ABM donde los agentes aprendan o muten
 - Discusión sobre complejidad y escalabilidad

SEMANA 16: REVISIÓN Y CIERRE (CLASES 31-32)

Clase 31

- **Tema Principal:** Exploración de Temas Opcionales y Ajustes Finales
- **Contenido:**
 - Discusión de subtemas (subastas multi-agente, teoría de contratos, etc.)
 - No hay presentaciones formales (se programan aparte)
- **Actividades:**
 - Demostraciones informales o pruebas extremas en entornos
 - Debate: IA clásica vs. IA moderna

Clase 32

- **Tema Principal:** Reflexiones Finales y Perspectivas Futuras
 - **Contenido:**
 - Resumen de aprendizajes clave y conexiones con Deep Learning o Robótica
 - Conclusiones sobre Teoría de Juegos, Búsqueda, RL, etc.
 - **Actividades:**
 - Retroalimentación entre estudiantes e instructor
 - **Cierre del curso** (sin presentaciones formales; examen/proyecto final en otra fecha)
-

ENTORNOS Y MECANISMOS CLAVE

1. **Proyecto 1 (Reglas/GOFAL):** Agente simbólico (chatbot/puzzle).
2. **Proyecto 2 (Búsqueda):** Laberinto o 8-puzzle con BFS/DFS/A*.
3. **Proyecto 3 (Sist. Experto):** Base de conocimiento + motor de inferencia.
4. **Proyecto 4 (Teoría de Juegos / IPD):** Torneos repetidos al estilo Axelrod, analizando payoff y cooperación.
5. **Proyecto 5 (Búsqueda Adversaria):** Juegos de tablero (Tic-Tac-Toe, Conecta 4) con Minimax/Alpha-Beta.
6. **Proyecto 6 (Autómatas):** FSM simple + Conway's Game of Life.
7. **Proyecto 7 (ABM):** Depredador-presa, boids u otro modelo de agentes.
8. **Proyecto 8 (AG):** TSP, Knapsack o problemas de optimización; co-evolución de estrategias.
9. **Proyecto 9 (RL):** Gridworld/Maze con Q-Learning (y variantes).

El **diseño de mecanismos** aparece en teoría de juegos (estructurar payoff matrices, subastas), en RL (recompensas) y en GA (función de aptitud). Así, se investiga cómo los cambios en las reglas impactan la conducta emergente de los agentes.

MÉTODO DE EVALUACIÓN (ORIENTATIVO)

- **Proyectos y Tareas Prácticas** (implementación y documentación).
 - **Exámenes Teóricos Parciales** . (Por definir de 3 a 5)
 - **Proyecto Final / Presentaciones** (fuera de las 32 clases, de carácter integrador o de investigación adicional).
-

CONCLUSIÓN

Este programa abarca **IA Clásica** con un enfoque especial en la **Teoría de Juegos**, expandiendo los conceptos de **juegos repetidos**, **mecanismos de diseño** y **torneos de Axelrod**, además de cubrir la búsqueda, los sistemas expertos, la búsqueda adversaria, autómatas, algoritmos genéticos y aprendizaje por refuerzo. A lo largo de 32 clases, los estudiantes tienen oportunidades de:

- **Experimentar** con distintos métodos en **entornos específicos**.
- **Comparar** resultados y reflexionar sobre la influencia de la estructura de recompensas y la dinámica de interacción.
- **Obtener** una base sólida de IA Clásica para luego profundizar en técnicas más modernas de Machine Learning o Deep Learning.

Las **presentaciones finales** y el **examen** se llevarán a cabo fuera de este cronograma, permitiendo que cada participante muestre su proyecto integrador o realice investigaciones complementarias.