

# INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL



**Lección 3: Game Playing**  
Ing. Eduardo Corpeño



(CC BY-NC-ND 4.0)  
Internacional

Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0



## ATRIBUCIÓN

Usted debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.



## NO COMERCIAL

Usted no puede hacer uso del material con fines comerciales.



## SIN OBRA DERIVADA

Si usted mezcla, transforma o crea un nuevo material a partir de esta obra, no puede distribuir el material modificado.

## NO HAY RESTRICCIONES ADICIONALES

Usted no puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

# Contenido

- Diferentes tipos de juegos
- Motivación: IBM Deep Blue
- Adversarial Search
- El Algoritmo Minimax
- Alpha-Beta Pruning
- Depth Limited Search
- Iterative Deepening

# Diferentes tipos de juegos

- Cantidad de Jugadores
- Disponibilidad de la información
- Determinístico o estocástico
- Por turnos o concurrente

# Deep Blue

- Supercomputadora de IBM
- Propósito: jugar ajedrez
- 1989: inicia su desarrollo.
- 1996 -1997: vence a Garry Kasparov.
- A pesar de ser una supercomputadora, empleaba algoritmos de fuerza bruta.
- Uno de sus desarrolladores negó usar inteligencia artificial.

► Game Playing



# Adversarial Search

- Algoritmo de fuerza bruta.
- Consiste en evaluar todas las posibles jugadas en adelante.
- Esto produce un árbol con tantos niveles como turnos tenga el juego, y un factor de ramificación usualmente grande.
- Su implementación completa no es razonable.
- Por eso se ha beneficiado de diversas mejoras.

# Veamos un árbol simple: Tic Tac Toe



# ¿Y qué hay de ajedrez?



# El algoritmo Minimax

- Consiste en producir la próxima jugada de la computadora.
- Esto se logra haciendo dos cosas:
  - Maximizando la utilidad de la computadora, y
  - Minimizando la utilidad del oponente.
- Buenas noticias: no hay que crear un árbol ni mantenerlo en memoria.
- El árbol es recorrido por el algoritmo Depth First Search.

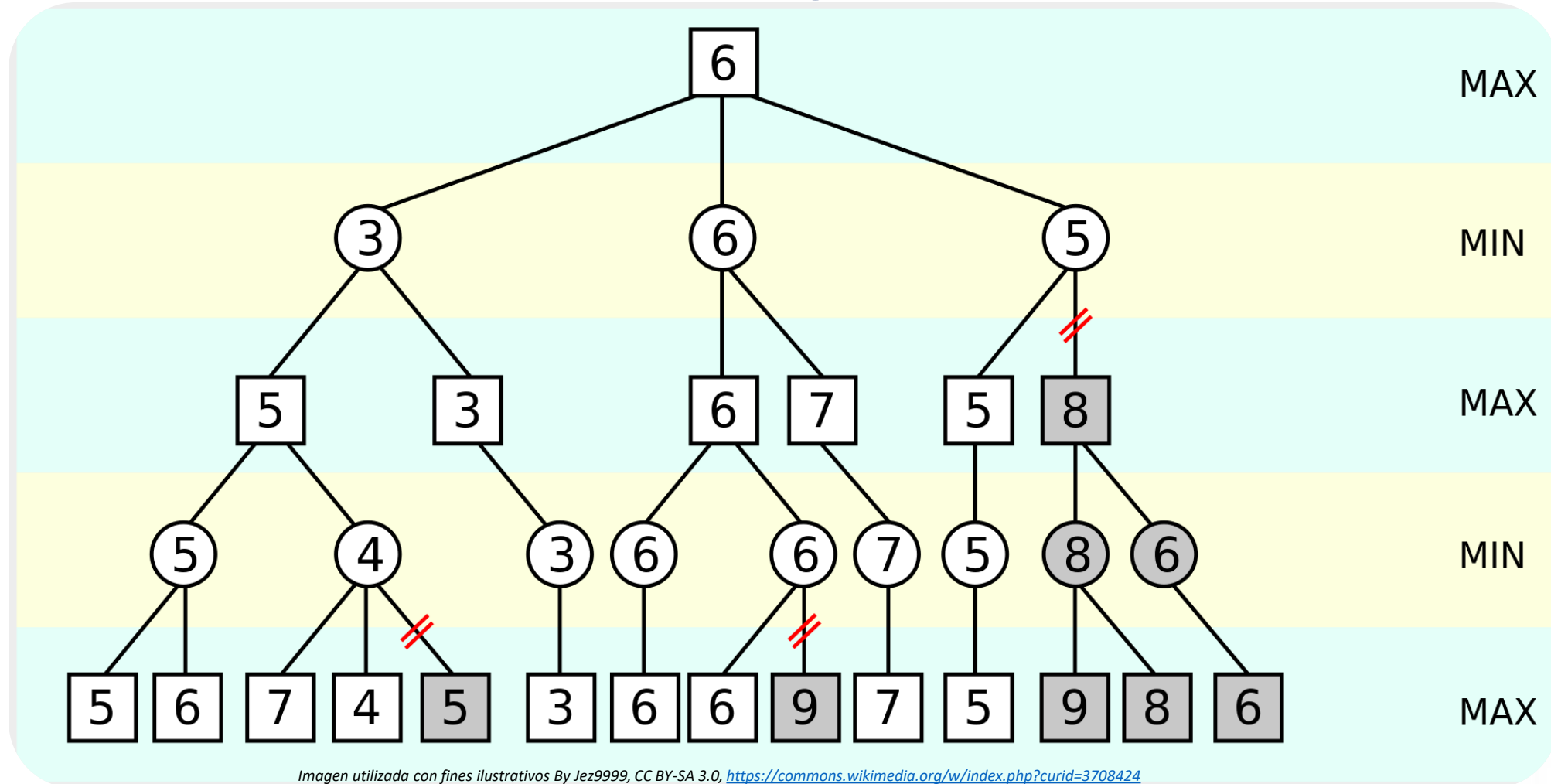
# Cómo funciona Minimax

# Alpha-Beta Pruning

- Consiste en "podar" ramas que no hace falta evaluar.
- Mientras revisamos distintas movidas, dejamos de analizar cuando vemos que una movida es peor que otra previamente considerada.



# Alpha-Beta Pruning



# Depth Limited Search

- El factor de ramificación  $B$  es lo más pesado de Minimax.
- Recorrer un árbol de  $n + 1$  niveles toma  $B$  veces el tiempo que toma recorrer un árbol de  $n$  niveles.
- Por eso tiene sentido limitar la cantidad de niveles que analizaremos.
- Problema: Para parar en un nivel, hay que estimar el estado del juego.

# Funciones de evaluación

- Aquí es donde el humano aporta con su inteligencia.
- Aquí deja de ser fuerza bruta.
- Una función de evaluación no puede ser más acertada que el algoritmo original.
- Por lo tanto, de esta función depende la calidad del agente.



# Iterative Deepening

- A veces el tiempo por turno es limitado.
- Podríamos usar Depth Limited Search, pero:
  - Podríamos tardarnos mucho.
  - Podría sobrar mucho tiempo.
- ¿Cómo podemos hacer el mejor uso de nuestro tiempo?
- Idea loca: Produciendo un resultado para un árbol de 1 nivel, luego para uno de 2 niveles, luego 3, luego 4, etc., hasta que se nos acabe el tiempo.

# Iterative Deepening: ¿una pérdida de tiempo?

# Epílogo: Game Playing

- La fuerza bruta es inteligencia artificial.
- Hay más variaciones y mejoras a Minimax:
  - Negamax.
  - Expectimax.
  - Transposition Tables.
  - Monte Carlo Evaluation Functions.



## ***Descargo de responsabilidad***

La información contenida en este descargable en formato PDF es un reflejo del material virtual presentado en la versión online del curso. Por lo tanto, su contenido, gráficos, links de consulta, acotaciones y comentarios son responsabilidad exclusiva de su(s) respectivo(s) autor(es) por lo que su contenido no compromete a edX ni a Universidad Galileo.

EdX y Universidad Galileo, no asumen ninguna responsabilidad por la actualidad, exactitud, obligaciones de derechos de autor, integridad o calidad de los contenidos proporcionados y se aclara que la utilización de este descargable se encuentra limitada de manera expresa para los propósitos educativos del curso.