



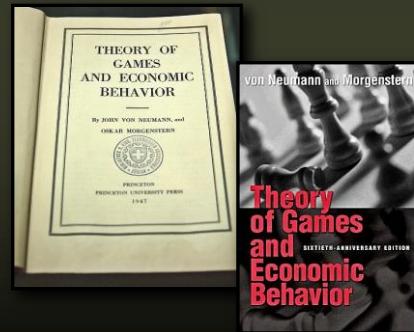
Teoría de Juegos..

En 1947 *John von Neumann* y el economista *Oskar Morgenstern* publican la primera obra en el área...



Oskar Morgenstern

A partir de entonces este campo de estudio ha ganado mucho terreno y fundamento teórico para la toma de decisiones. Hoy en día, es usada en prácticamente todas las áreas de decisión estratégica...



Dr. Salvador Godoy Calderón

Definición fundamental...



John von Neumann

"Un juego es una situación conflictiva en la que uno debe tomar una decisión, sabiendo que los demás también toman decisiones y que, el resultado del conflicto se determinará, de algún modo, a partir de todas las decisiones realizadas (...)"

"Siempre existe una forma racional de actuar en juegos de dos participantes, si los intereses que los gobiernan son completamente opuestos (...)"

Dr. Salvador Godoy Calderón

Teoría de Juegos..

Modela situaciones en las que intervienen dos o más agentes con capacidad de decisión y acción.

En estas situaciones (juegos), los agentes (**jugadores**) interactúan con el entorno (**tablero**) o entre ellos, ya sea de forma *competitiva, colaborativa ó mixta*.



Dr. Salvador Godoy Calderón

Dos jugadores..

Hasta ahora se han usado modelos de problemas en los que sólo participa un agente (**jugador**). Pero existe una enorme variedad de **juegos para dos jugadores** y en los que, la **victoria de uno de ellos implica forzosamente la derrota del otro jugador**.

A estas situaciones se les llama **Juegos de Suma-Cero** y se resuelven mediante heurísticas de búsqueda.

Dr. Salvador Godoy Calderón



Búsqueda y planeación en Teoría de Juegos...

Más...

Para resolver juegos es necesario considerar dos aspectos cruciales:

- ◆ La(s) función(es) de evaluación deben medir la **conveniencia** de cada jugada posible...
- ◆ Considerar la secuencia de turnos en el juego...

Se consideran (**de forma positiva**) todas aquellas situaciones que brindan una ventaja en el juego, así como (**de forma negativa**) aquellas situaciones que otorgan ventaja al oponente.

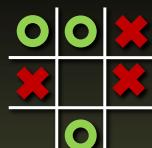
Forma general..

Para evaluar las jugadas todas las funciones de evaluación, para juegos de suma cero, tienen la forma general:

Número de opciones ganadoras G (no bloqueadas) menos el número de opciones perdedoras P (no bloqueadas).

$$f(e) = G - P$$

Dr. Salvador Godoy Calderón

Ejemplos..

$$f(e) = G - P$$

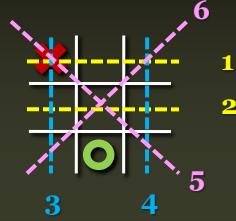
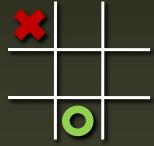
De forma **positiva**:

Número de líneas, horizontales, verticales o diagonales, donde aún puede ganar el jugador \times y que no están bloqueadas por el oponente.

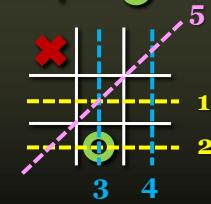
De forma **negativa**:

Mismo concepto pero contando líneas para el jugador O

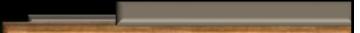
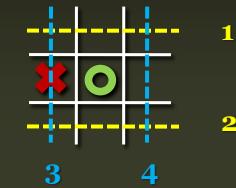
Dr. Salvador Godoy Calderón

Cas...Opciones ganadoras para :

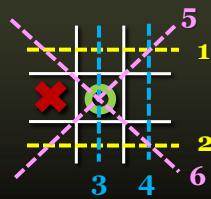
$$f(e) = 6 - 5 = +1$$

Opciones ganadoras para :

Dr. Salvador Godoy Calderón

Cas...Opciones ganadoras para :

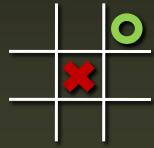
$$f(e) = 4 - 6 = -2$$

Opciones ganadoras para :

Dr. Salvador Godoy Calderón

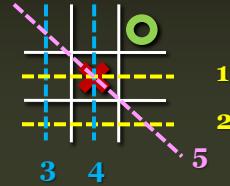
Casi...

Opciones ganadoras para :

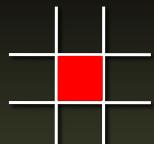


$$f(e) = 5 - 4 = +1$$

Opciones ganadoras para :



Dr. Salvador Godoy Calderón

Análisis...

La casilla central brinda mayor ventaja...

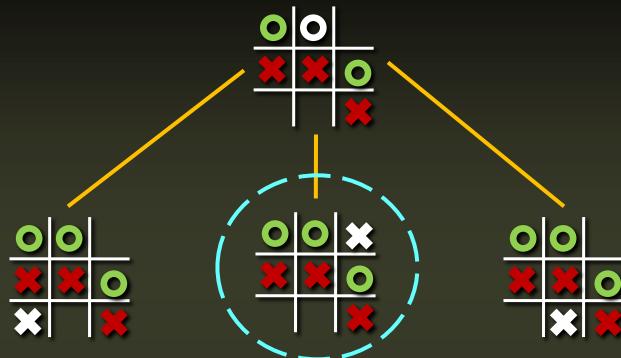


Las casillas de esquina brindan menor ventaja...



Las casillas de lados son las menos ventajosas...

Dr. Salvador Godoy Calderón

Siembaga..

$$f(e_1) = 2 - 1 = 1 \quad f(e_2) = 2 - 0 = 2 \quad f(e_3) = 2 - 1 = 1$$

Sólo un movimiento es el correcto **!!!**

Dr. Salvador Godoy Calderón

Tur&s..

El problema radica en darle la importancia debida (dinámicamente) a intentar ganar ó a evitar que el oponente gane.

La estrategia debe contemplar las posibles respuestas del oponente y la secuencia de turnos!

Algoritmo *Minimax*

Dr. Salvador Godoy Calderón



Observación..

El espacio de estados representados para juegos de sumacero generalmente se maneja de forma distinta al espacio de otros problemas.

En cada nivel del árbol de búsqueda, **el objetivo cambia** porque es turno de un competidor diferente.

El **supuesto fundamental** es que los otros jugadores conocen igualmente el estado del sistema y ellos también buscan consistentemente ganar.

Algoritmo Minimax...

La estrategia general es *maximizar* la mínima ganancia a obtener, durante los turnos propios, y *minimizar* la máxima pérdida posible durante los turnos del oponente...

Al ser un juego de suma cero, los *estados finales* pueden tener **3** posibles resultados:

Gana jugador #1, Gana jugador #2 ó Empate

Dr. Salvador Godoy Calderón

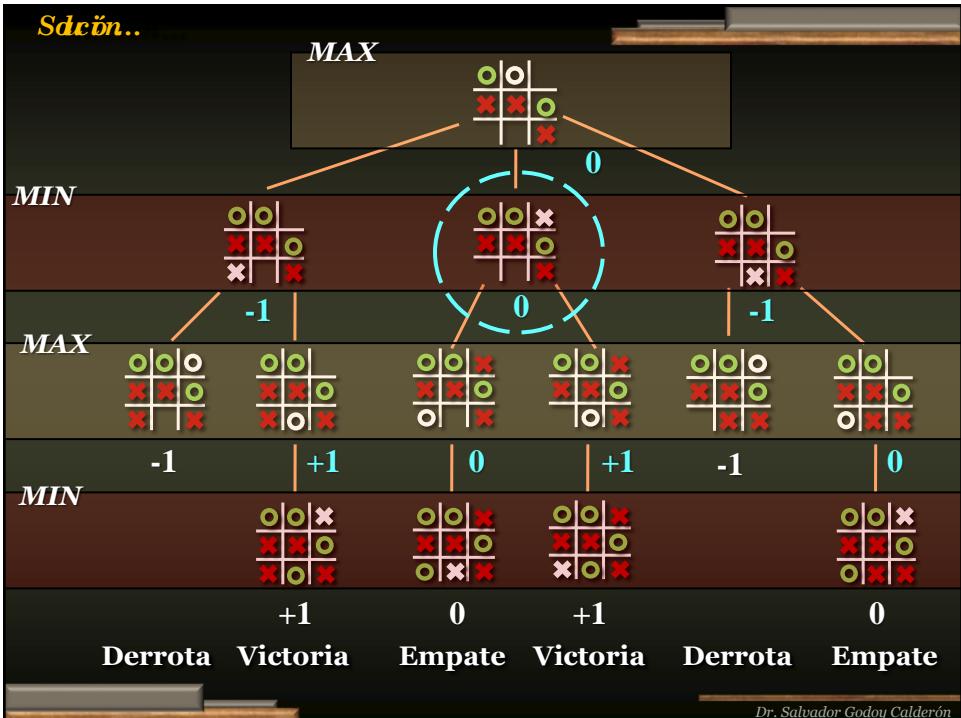
Especificaciones...

Se examina a lo profundo el **árbol completo** de búsqueda hasta encontrar los nodos finales y se evalúan (con victoria, derrota o empate).

Se propagan las evaluaciones hacia los padres (**backtracking**).

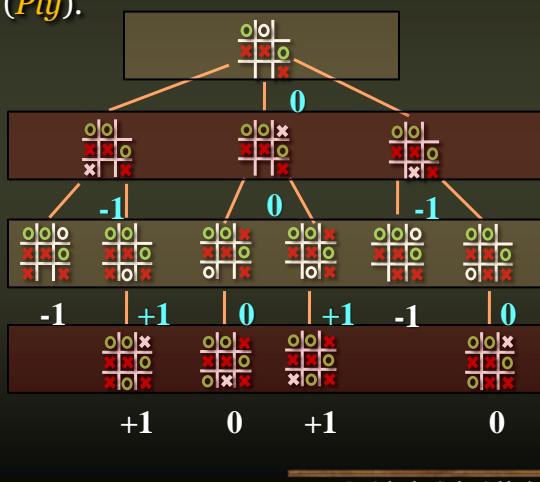
En cada nivel del árbol, se asigna a los padres, ya sea el **máximo** o el **mínimo** de las evaluaciones de sus descendientes.

Dr. Salvador Godoy Calderón



A cada nivel del árbol, en un juego de suma-cero, se le denomina **Capa** u **Oleada** (*Ply*).

En su turno, cada jugador debe seleccionar el movimiento que le causa máximo beneficio



Observaciones..

Se trata de una *planeación* en la cual se *simula* el juego completo antes de comenzar...

Una vez comenzado el juego, se identifica en el árbol la jugada ocurrida y se toma la decisión de la siguiente jugada a realizar.

Sólo en juegos *muy pequeños* es posible representar el juego completo... para juegos de tamaño normal es necesario *limitar la profundidad* examinada...

Dr. Salvador Godoy Calderón

Observaciones..

Se aplica el mismo principio que con la búsqueda *IDS*, se establece un *límite de profundización* y, en ese intervalo se desarrolla el árbol y se propagan las evaluaciones.

Si se recorta la profundidad de búsqueda, entonces cada jugador dispone sólo de *información parcial* del juego y sus decisiones sufrirán del *Efecto Horizonte*.

Dr. Salvador Godoy Calderón

Observaciones..

Si ambos jugadores toman decisiones de forma «racional», el resultado del juego (de suma cero) debe ser siempre empate...

Sin embargo, si un jugador no toma la mejor decisión en algún turno, el resultado más probable será su derrota (a menos que el oponente también cometa errores)...

Dr. Salvador Godoy Calderón

Similares (4 en línea)...

Dr. Salvador Godoy Calderón



Recortes o podas Alfa - Beta

Lqefak...

Minimax funciona muy bien para juegos con espacio de estados relativamente pequeño, sin embargo es extremadamente costoso en espacio.

Mientras mayor sea la profundidad examinada, mejor será el resultado del juego... pero el costo en espacio hace prohibitivo desarrollar todo el árbol de búsqueda.

Lasicōn..

Una opción es **recortar** ciertas ramas del árbol que *a priori* se pueden identificar como “ramas perdedoras”

Algoritmo de *Recorte* o *Poda Alfa-Beta*

Permite reducir el árbol de búsqueda quitando movimientos absurdos (*aunque válidos*). Se usa en conjunción con el *Minimax*.

Al reducir el tamaño del árbol permite aumentar el nivel de profundidad del horizonte.

Dr. Salvador Godoy Calderón

Copiacōn..

Humano	Computadora	Estados examinados
		59,705
		1,053
		47
		5

Humano	Computadora	Estados examinados
		2,338
		318
		42
		5

Dr. Salvador Godoy Calderón

Procediment..

Durante el desarrollo de la simulación se mantienen dos variables: α y β

- α mejor movimiento del oponente
- β mejor movimiento propio

Al navegar en el árbol, si en algún momento ocurre que:

$$\alpha > \beta$$

entonces, la rama correspondiente se recorta y no se considera más.

Dr. Salvador Godoy Calderón

Procediment..

Conforme se profundiza en el árbol, se van actualizando ambas variables (**cada una en su nivel**),

Si en algún momento, β resulta ser menor que α , entonces esa rama no va a influir en el resultado del juego y, por lo tanto, es descartada (**podada**).

Una rama podada ya no se examina más.

Dr. Salvador Godoy Calderón

Pueden...

Al inicio del algoritmo, las variables se inicializan así:

$$\alpha = -\infty$$

Alternativamente con el valor

$$\beta = +\infty$$

MÁS PEQUEÑO y el valor MÁS GRANDE representable.

El valor α , asociado a los estados MAX, no puede disminuir (aunque sí puede aumentar).

El valor β , asociado a los estados MIN, no puede aumentar (pero sí puede disminuir).

Dr. Salvador Godoy Calderón

Desar...

$-\infty, +\infty$

MAX

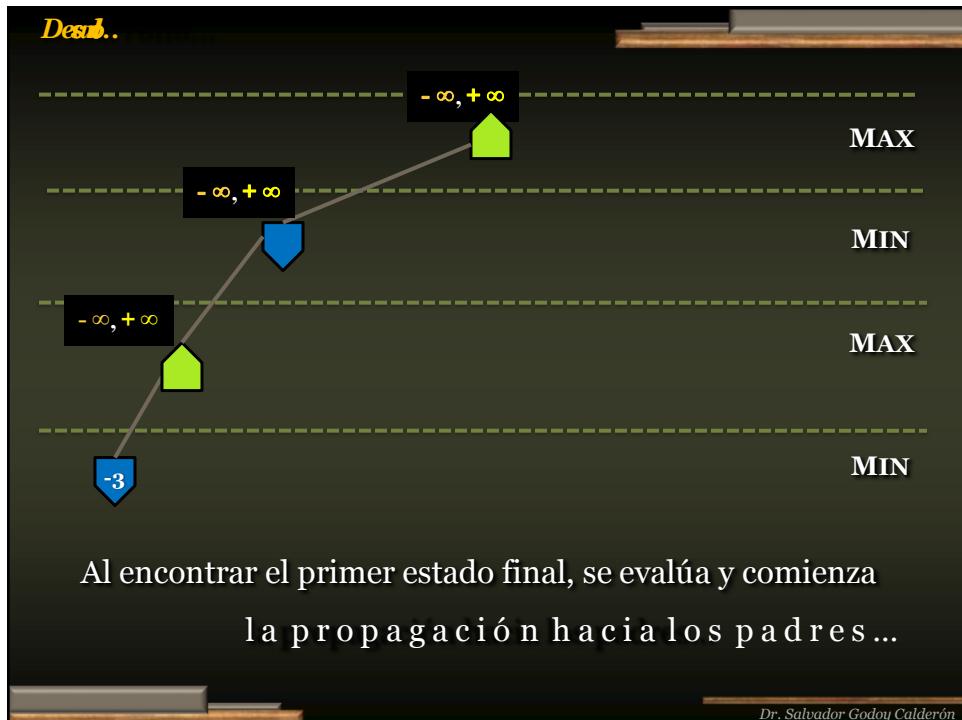
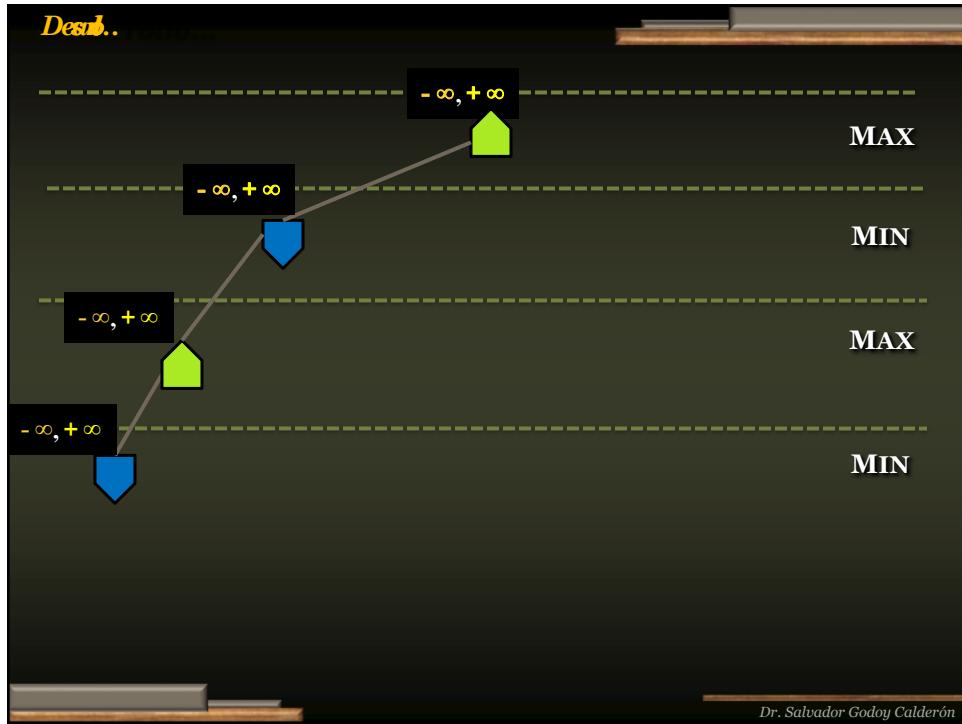
MIN

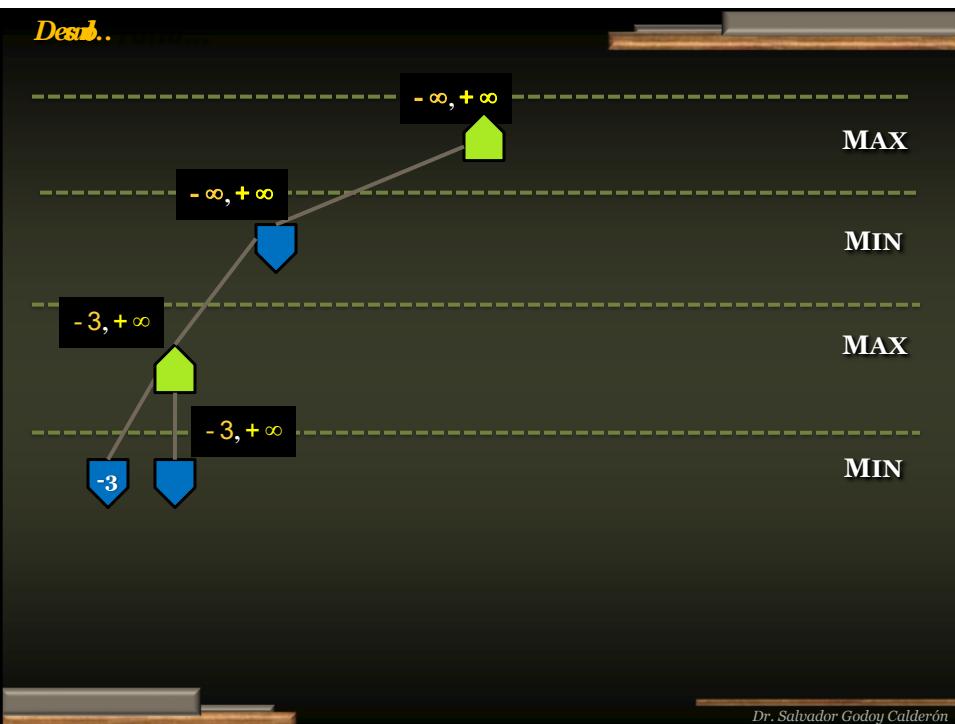
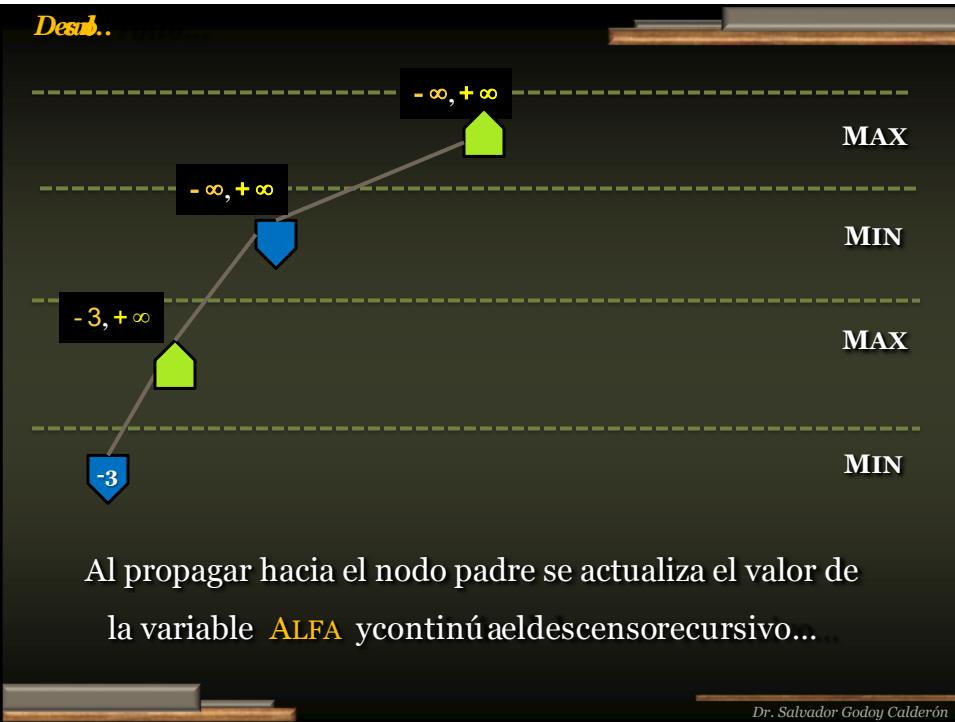
MAX

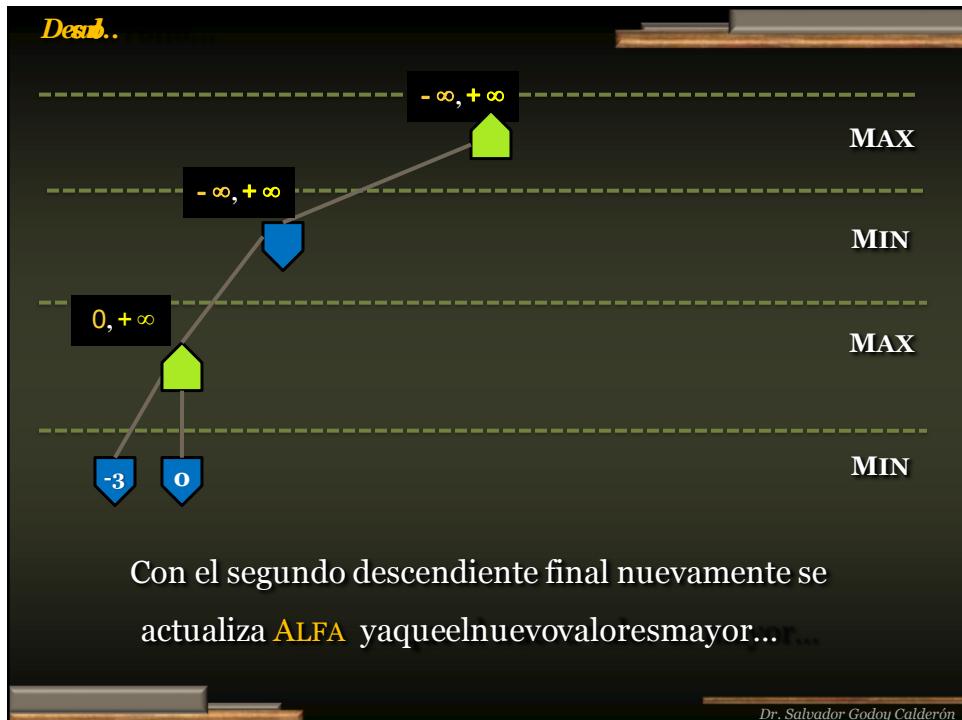
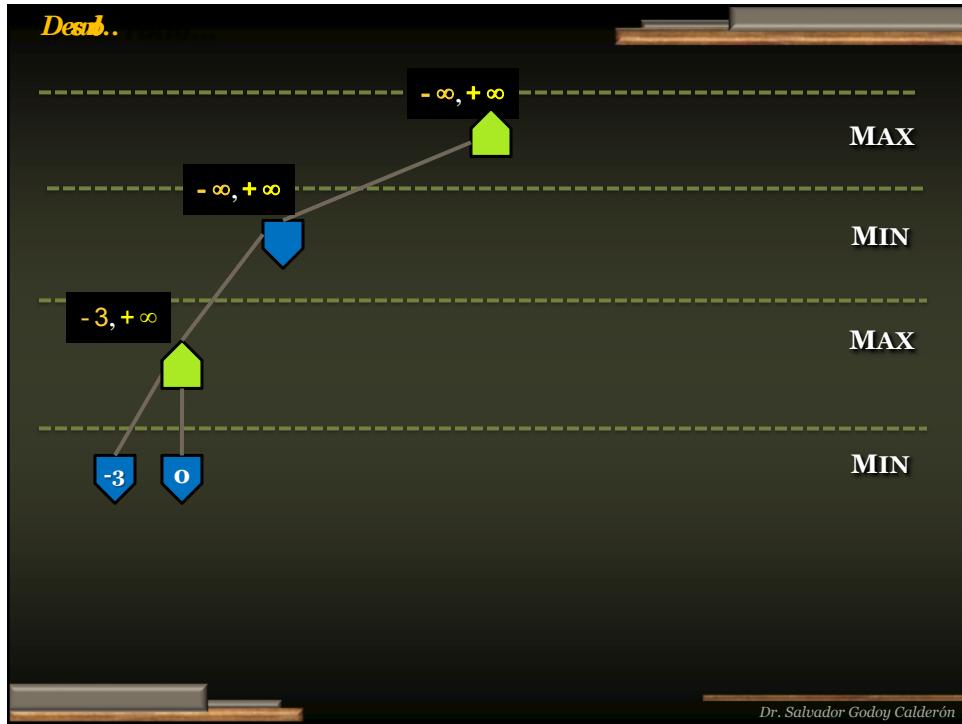
MIN

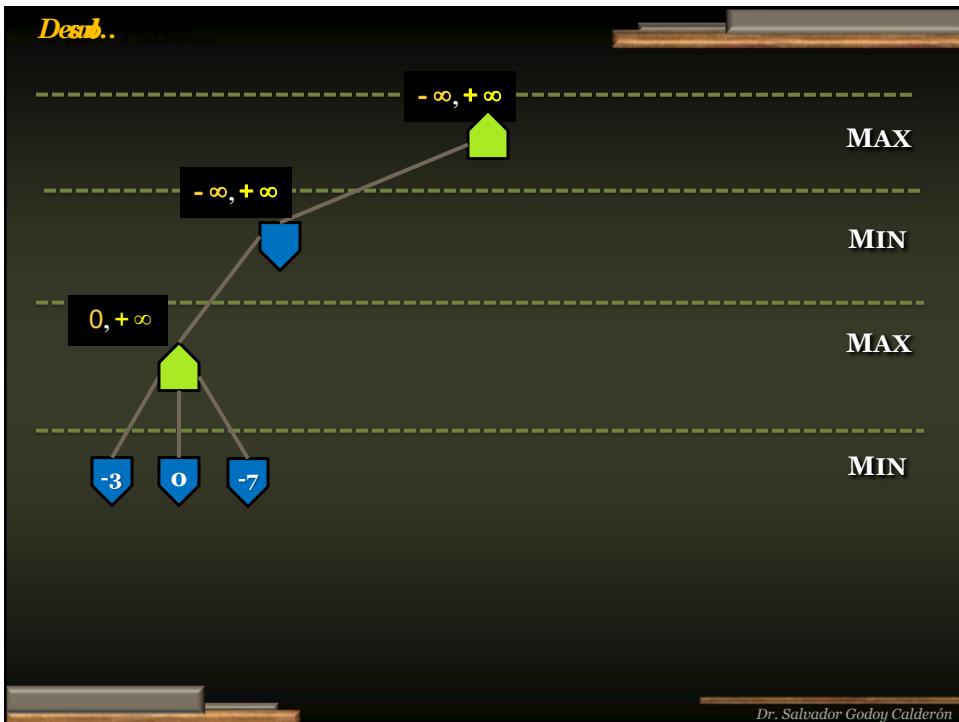
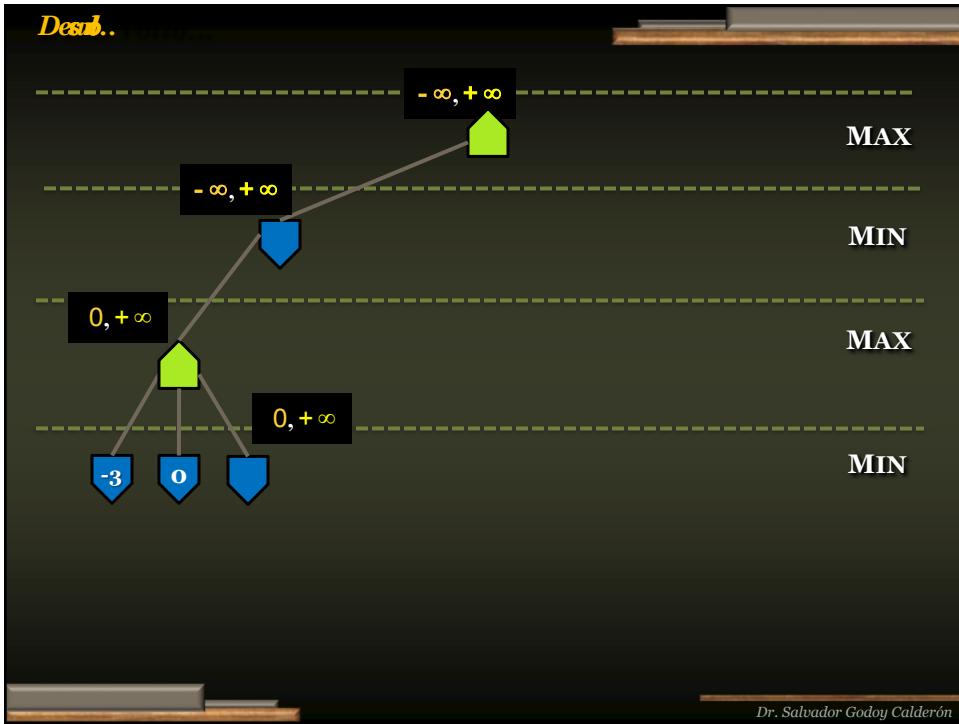
ALFA y BETA comienzan con un valor inicial y se irán actualizando durante el proceso de descenso recursivo...

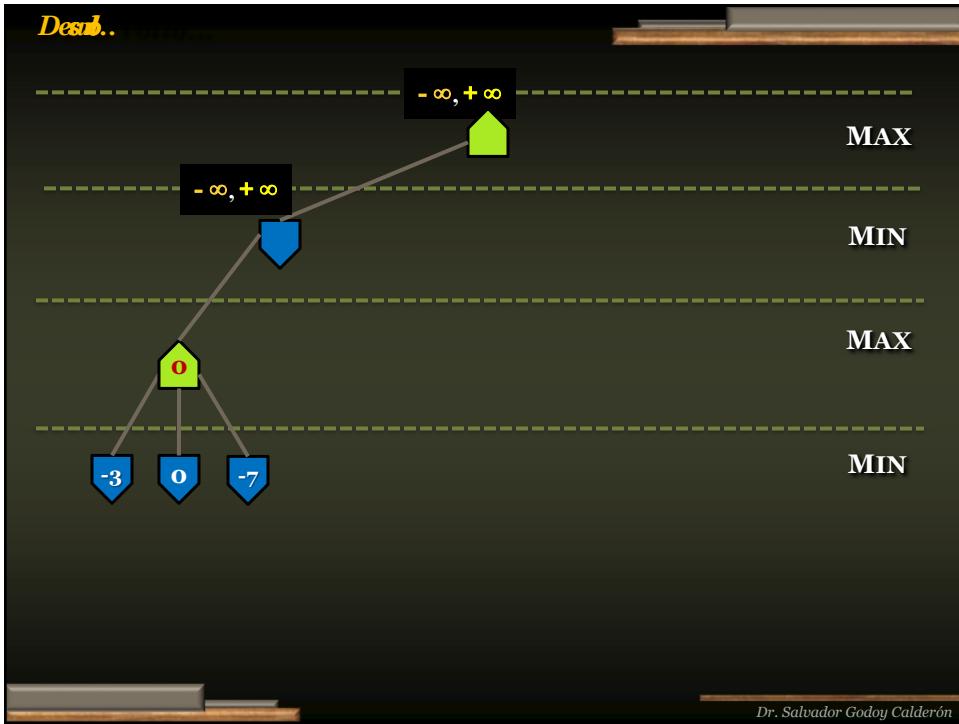
Dr. Salvador Godoy Calderón









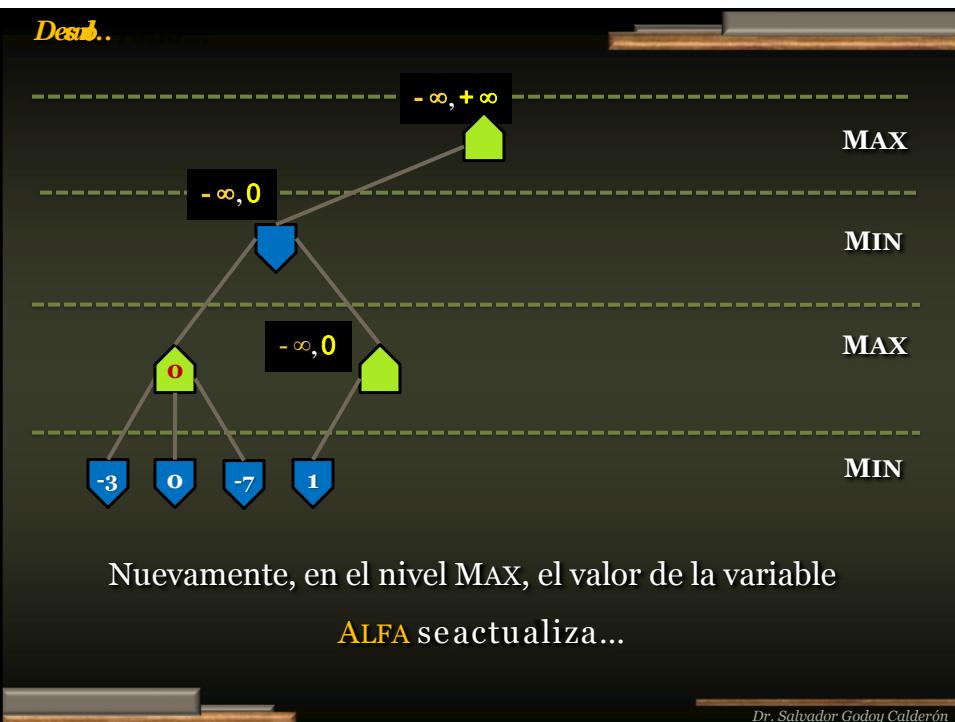
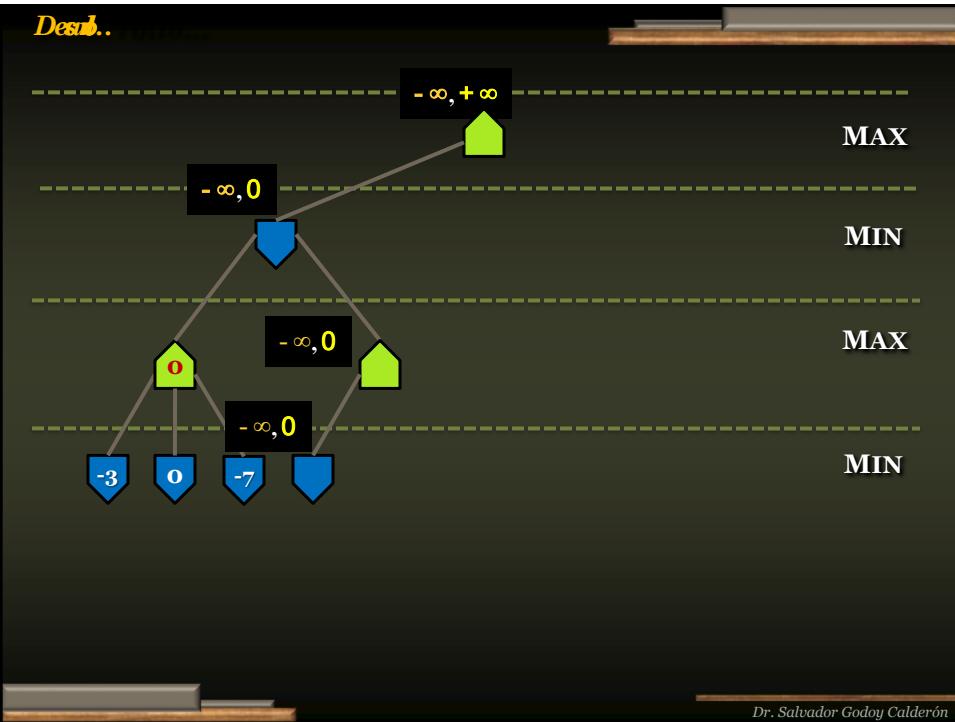


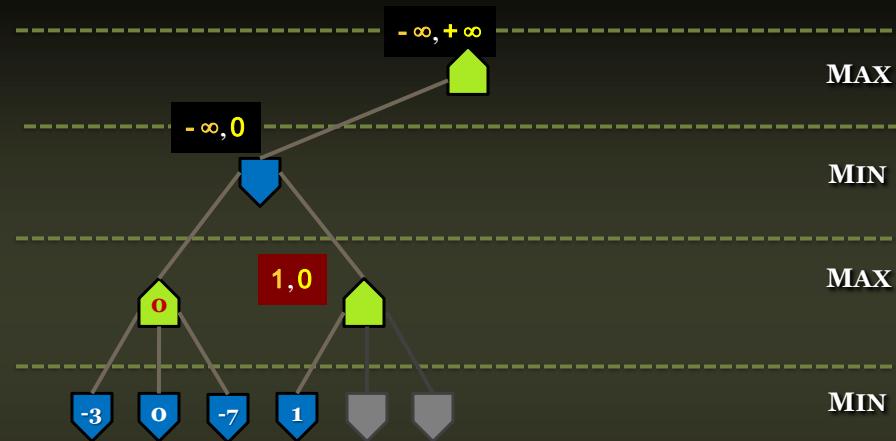
Dr. Salvador Godoy Calderón



Al propagar hacia un nodo MIN, se ignora el valor acumulado de ALFA y se actualiza sólo el valor de BETA...

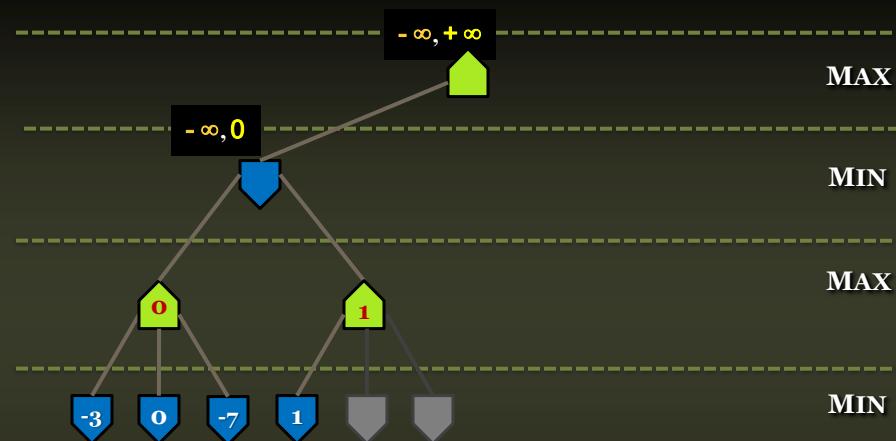
Dr. Salvador Godoy Calderón



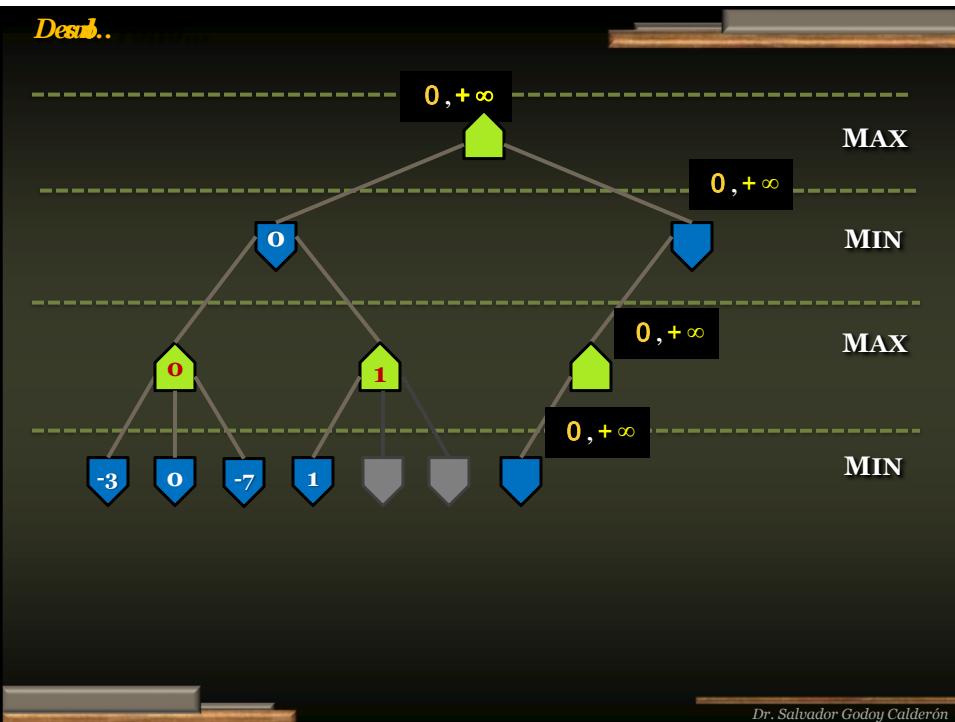
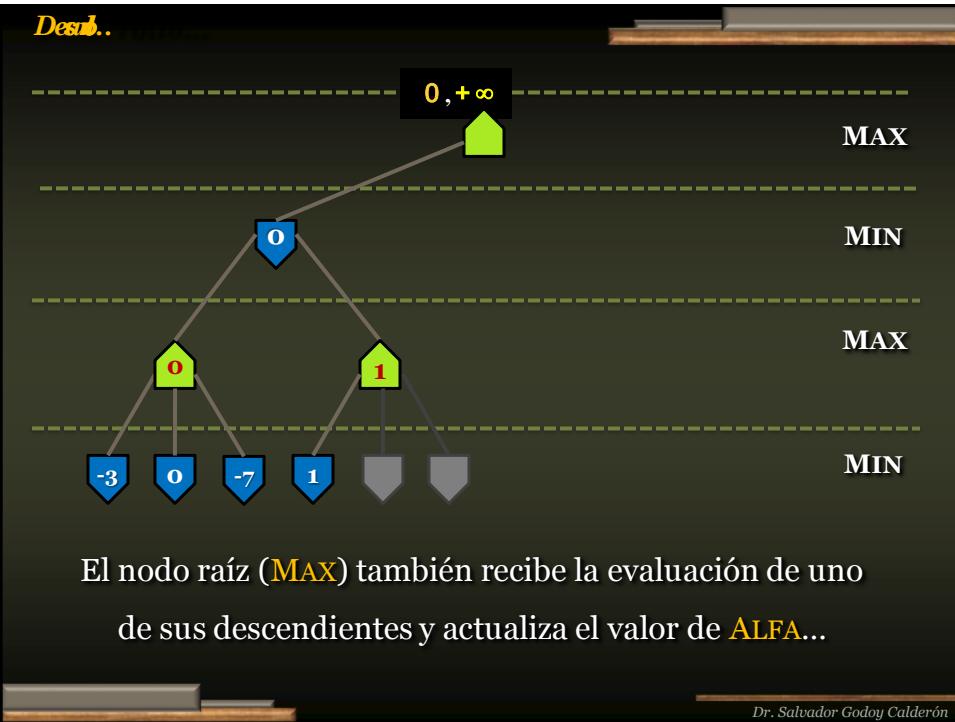
Desar.

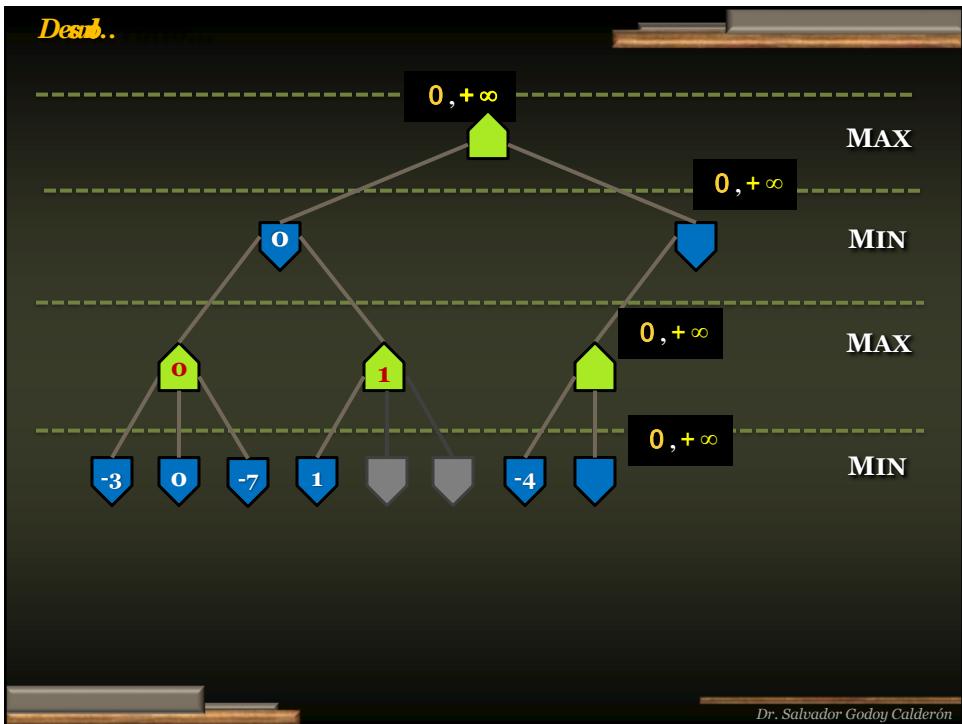
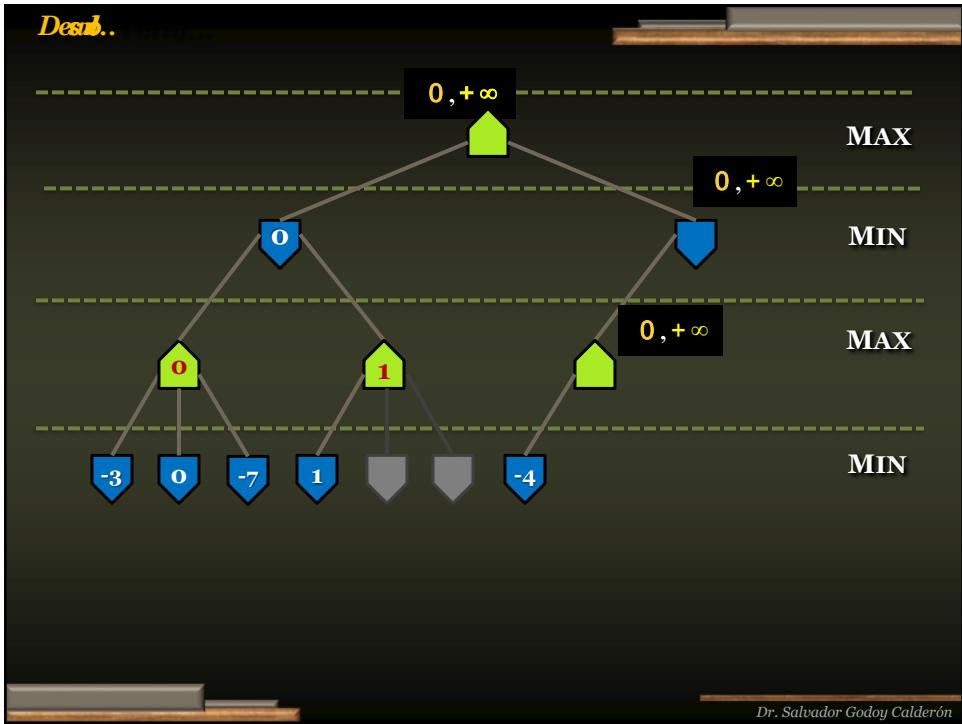
En ese momento se cumple la **condición de poda**, los restantes descendientes de ese nodo **NO SERÁN** revisados...

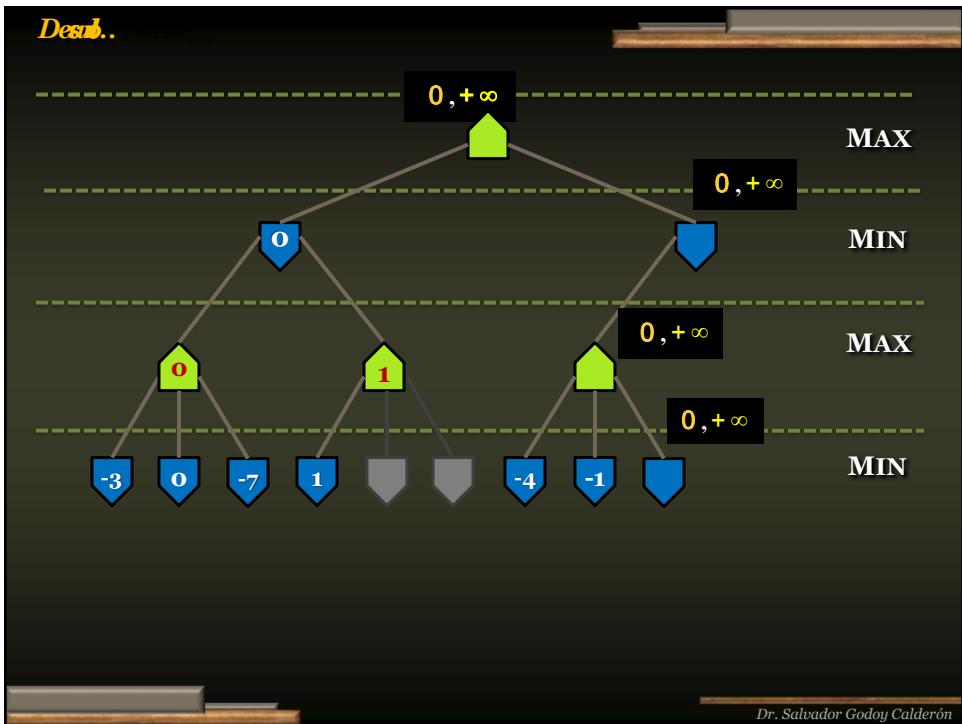
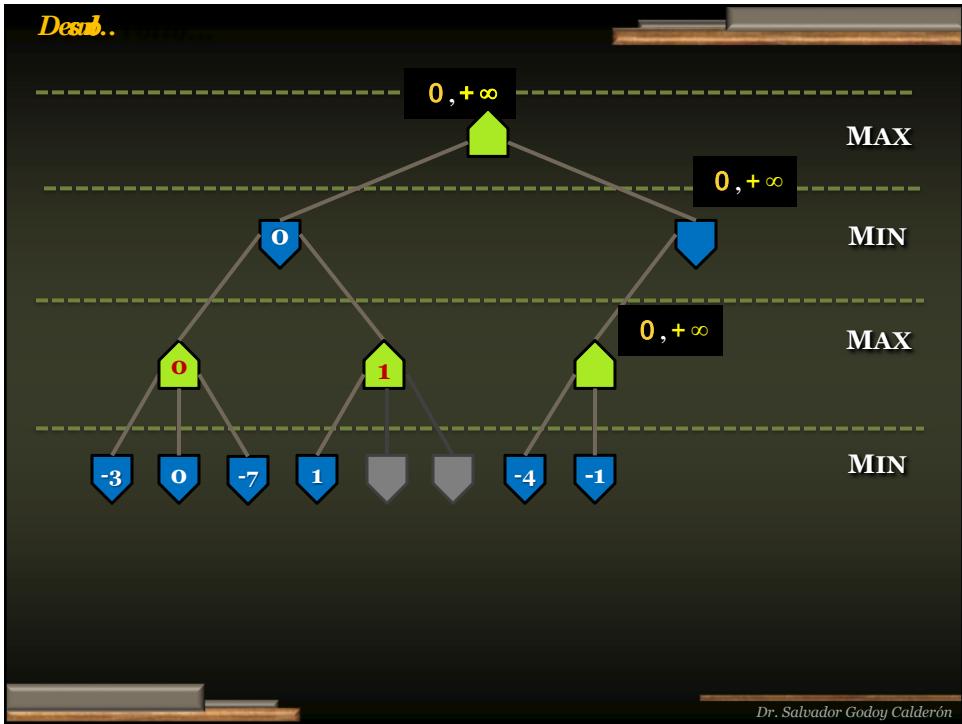
Dr. Salvador Godoy Calderón

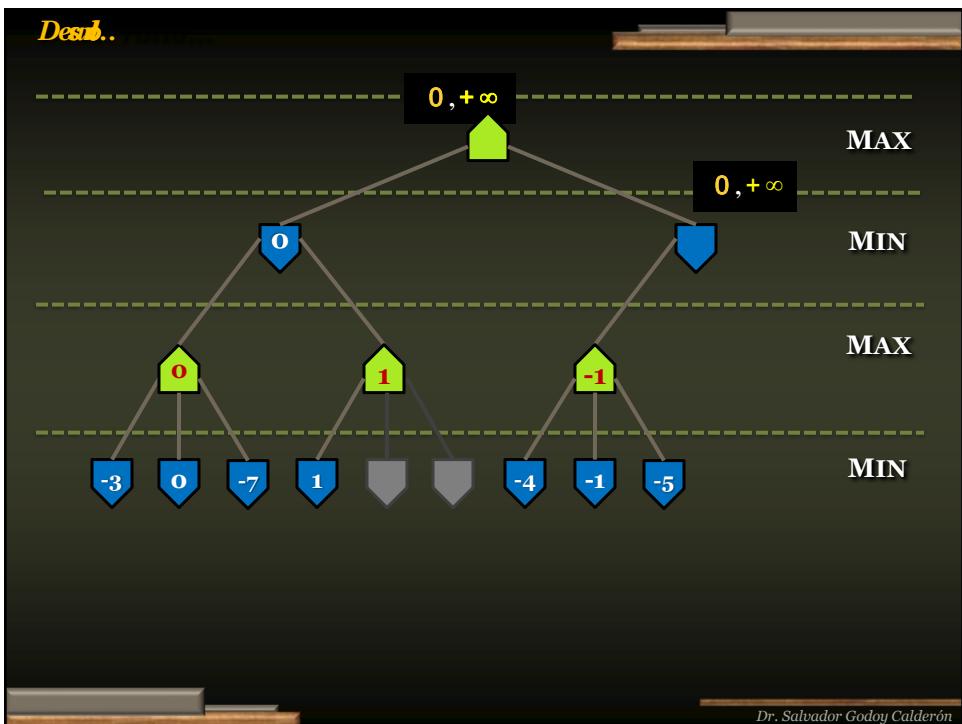
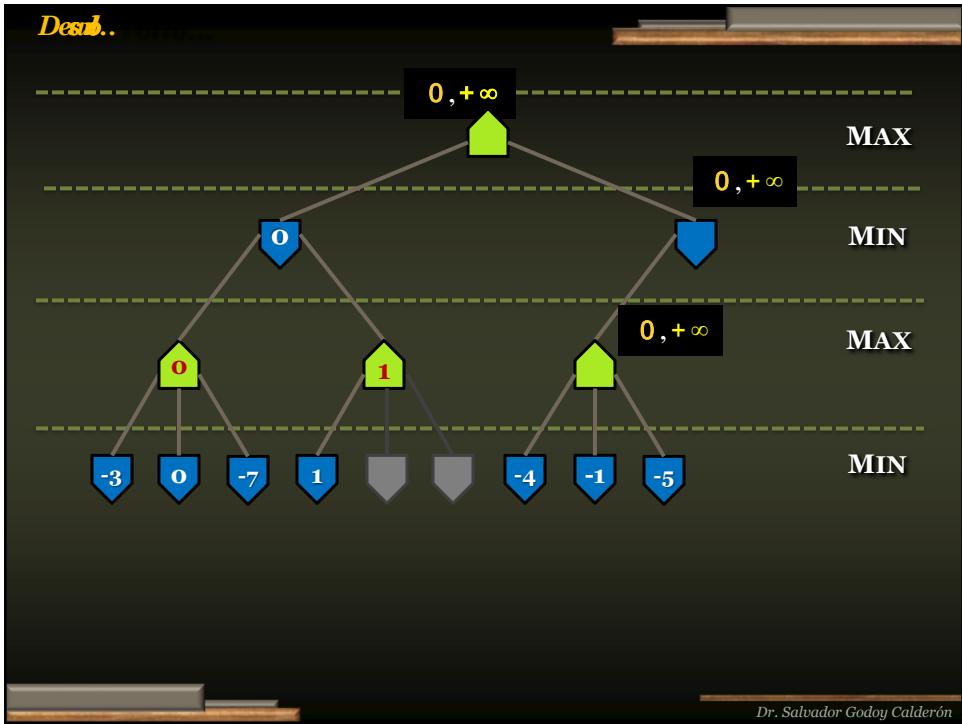
Desar.

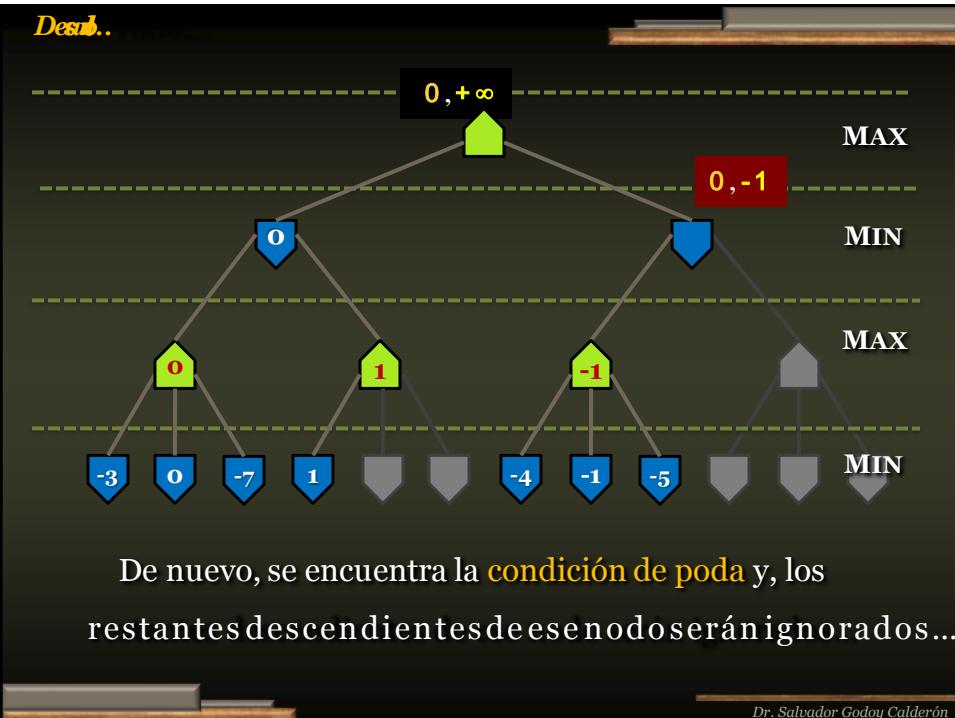
Dr. Salvador Godoy Calderón











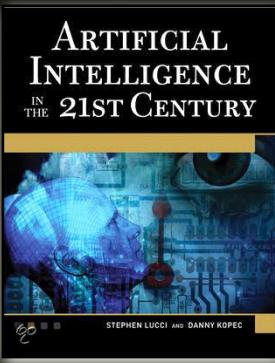
Observaciones..

El número de nodos recortados del árbol depende de los valores de evaluación que se vayan encontrando...

Si se expandieran primero los estados con mayor evaluación, el número de nodos recortados sería máximo...

¿Existirá alguna forma de “anticipar” el orden de expansión para provocar este efecto?

Dr. Salvador Godoy Calderón

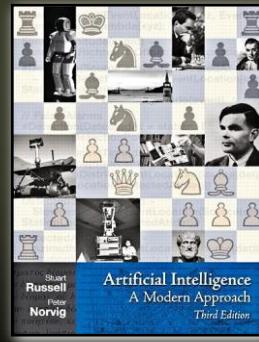
Estudio...

Del libro de Lucci - Kopec,

Part II: *Fundamentals*

Chap. 4 *Search using Games*

Chap. 14 *Advanced Computer Games*



Del libro de Russell-Norvig,

Part II *Problem solving*

Chap. 5 *Adversarial Search*

Dr. Salvador Godoy Calderón

