

Alan Turing y Ajedrez

Dr. Luis Gerardo de la Fraga

E-mail: fraga@cs.cinvestav.mx
Departamento de Computación
Cinvestav

28 de junio, 2012

1. Motivación
2. Reglas del juego
3. Programas que juegan ajedrez
4. Algoritmo minimax. Poda alfa-beta
5. Conclusiones

Motivación

Alan Mathison Turing (1912-1954) en su artículo *Digital Computers Applied to Games* [1, 2] se pregunta si puede construirse una “máquina” que juegue “razonablemente bien” ajedrez.

Las intenciones de Turing era más filosóficas al preguntarse él mismo si

- ▶ ¿Se podría construir una máquina que conteste preguntas de forma que pueda ser imposible distinguir sus respuestas de aquellas hechas por un humano?
- ▶ ¿Se podría construir una máquina que pueda tener sentimientos tal como tú y yo los tenemos?

Motivos prácticos para estudiar el ajedrez

- ▶ Es un tema muy importante para los procesos de toma de decisiones [3]
- ▶ Si las computadoras no pueden resolver un problema de toma de decisiones en un área que se conoce perfectamente (como el ajedrez), ¿como puede asegurarse que las computadoras tomarán mejores decisiones que los humanos en otros dominios complejos? (con reglas mal definidas o con un grado alto de incertidumbre) [3].
- ▶ En ajedrez existen estándares bien establecidos para medir el rendimiento (escala de calificaciones, pruebas y medidas de rendimiento relativo).

Desde el punto de vista científico/ingenieril: Es un reto, tal máquina puede construirse hasta que no se demuestre lo contrario.

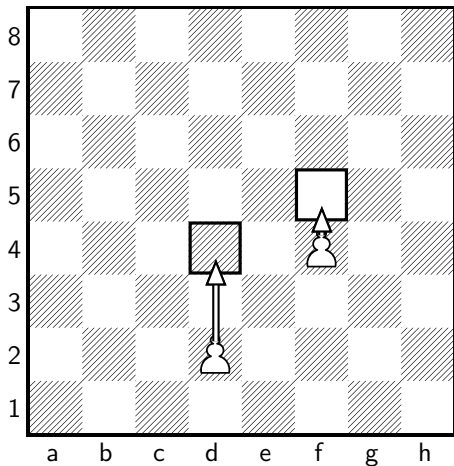
En su artículo, Turing presenta la idea de pseudocódigo:

Si uno puede expresar en español sin ambigüedades, con la ayuda de símbolos matemáticos si se requiere, cómo un cálculo será realizado, entonces será siempre posible programar una computadora digital que haga esos cálculos, suponiendo que la capacidad de almacenamiento es adecuada.

El juego de ajedrez en 10 minutos

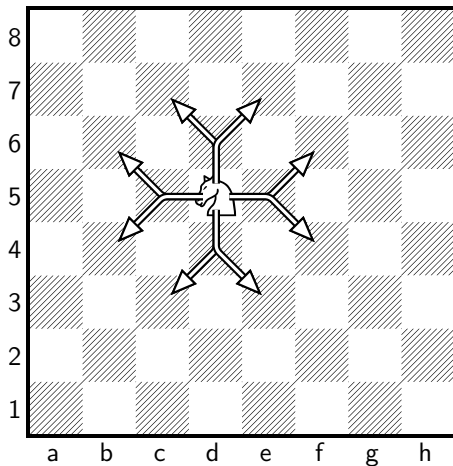
Piezas del juego

1. Peones (Valor 1)
2. Caballo (3)
3. Alfil (3.5)
4. Torre (5)
5. Dama (10)
6. Rey (4)

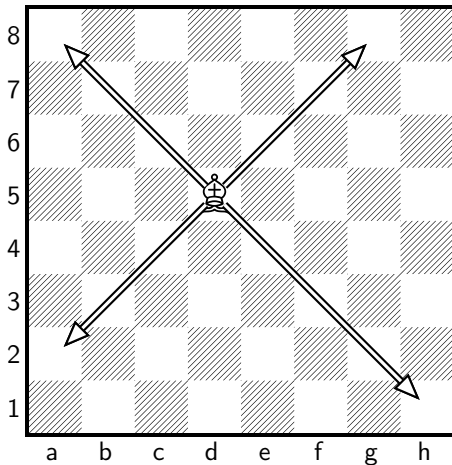


Notación:

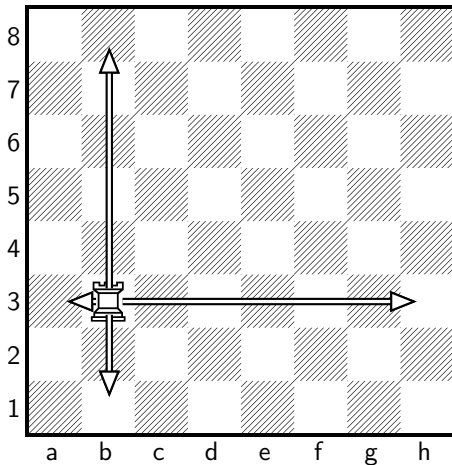
- ▶ Los peones pueden moverse como d2d4 o f4f5
- ▶ Generalmente no se escribe la posición inicial: d4 o f5



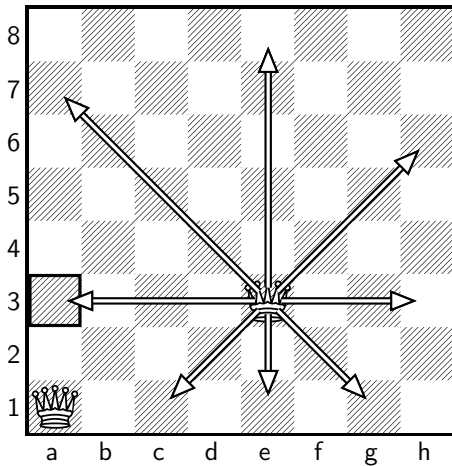
Notación: ♞c7 o ♞e7 o ♞f6 o ♞f4 o ...



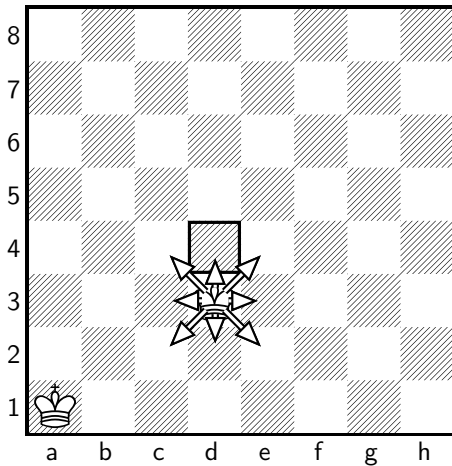
Notación: ♔a8 o ♔g8 o ♔a2 o ♔h1 o ...



Notación: ♖a3 o ♖b8 o ♖h3 o ♖b1 o ...

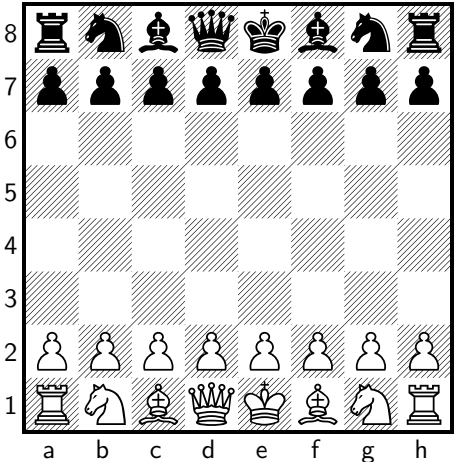


Notación: ♛a3 o ♛a7 o ♛e8 o ♛h6 o ...

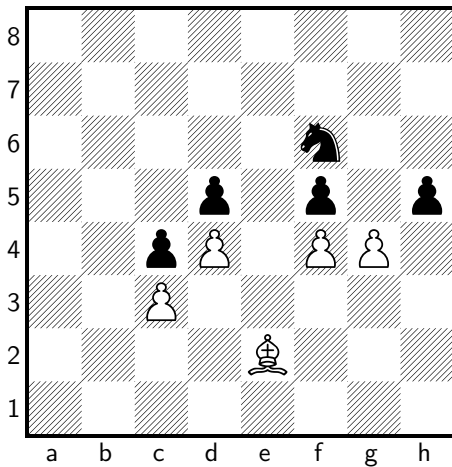


Notación: ♔d4 o ♕e4 o ♕e3 o ♕e2 o ...

Posición inicial de las piezas en el tablero:



Algunos movimientos:



Fases del juego

1. Apertura
2. Juego medio
3. Final

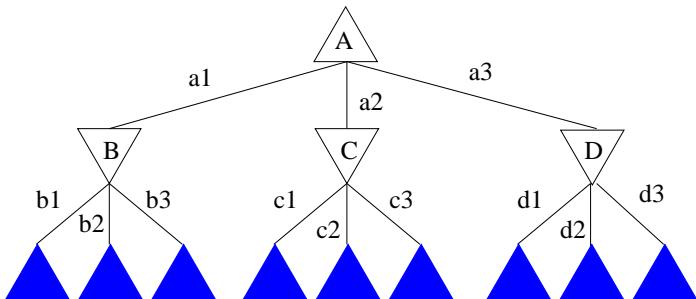
Componentes de un programa que juegue ajedrez

1. Descriptor del tablero
2. Generador de movimientos
3. Búsqueda y poda en el árbol de decisiones
4. Evaluador de la posición

Todavía no se conoce cual es la forma más eficiente de representar todas las tablas y estructuras de datos necesarias para describir un tablero de ajedrez [3]

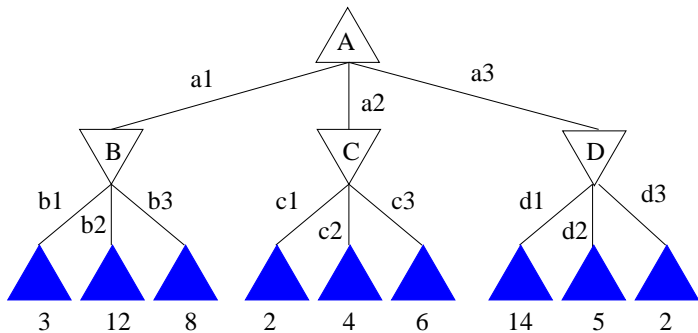
Existen del orden de 10^{100} posibles continuaciones en el juego de ajedrez, lo cual es mucho más que el número de partículas en el universo [4]

Algoritmo minimax (1/3)



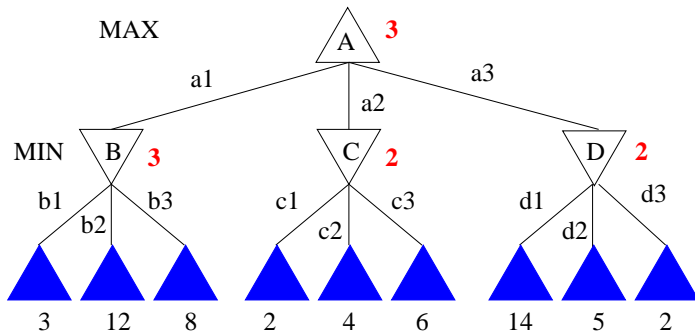
Paso 1: Construir el árbol

Algoritmo minimax (2/3)



Paso 2: Evaluar las hojas

Algoritmo minimax (3/3)



Paso 3: Escoger la mejor opción

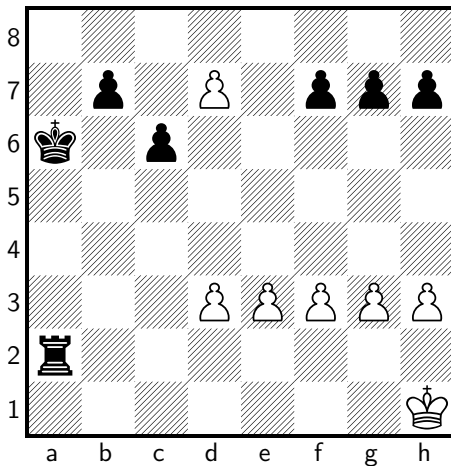
Poda alfa-beta

- ▶ No se deben de checar todas las posibles continuaciones del juego. Usando el algoritmo alfa-beta se reducen las posibilidades a $\sqrt{10^{100}} = 10^{50}$

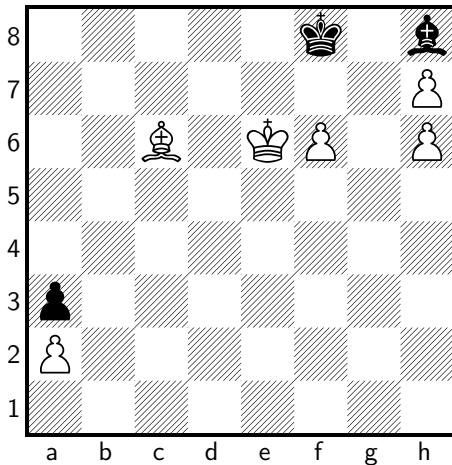
Problemas

- ▶ Efecto horizonte
- ▶ Plan para el final del juego
- ▶ Errores de evaluación

Efecto horizonte [5]



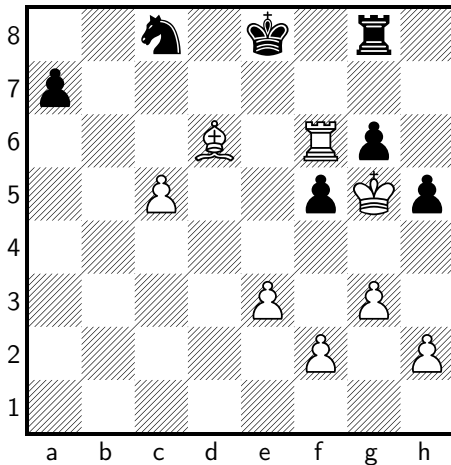
Plan para el final del juego [3]



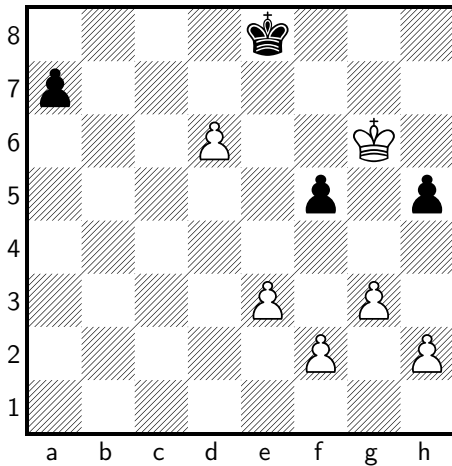
Finales de las partidas

- ▶ Las computadoras han sido utilizadas para analizar exhaustivamente los finales de las partidas
- ▶ Se han obtenido resultados novedosos
- ▶ Las tablas existen para 3, 4, 5, 6 y algunas con 7 piezas (incluidos lo dos reyes)
- ▶ Ken Thompson demostró que en general RAA gana a RC, pero se necesitan menos de 67 movimientos para hacer jaque mate o capturar el caballo.

Errores de evaluación [3]



45 ♖xg6? ♖xg6 46 ♔xg6 ♞xd6 47 cxd6



- ▶ En las décadas de 1970 y 1980 no era aún claro que las computadoras podrían ganar a un humano
- ▶ En 1996, Garry Kásparov perdió la primera partida ante Deep Thought
- ▶ En mayo de 1997, Deep Blue venció a Kásparov $3\frac{1}{2}$ – $2\frac{1}{2}$.



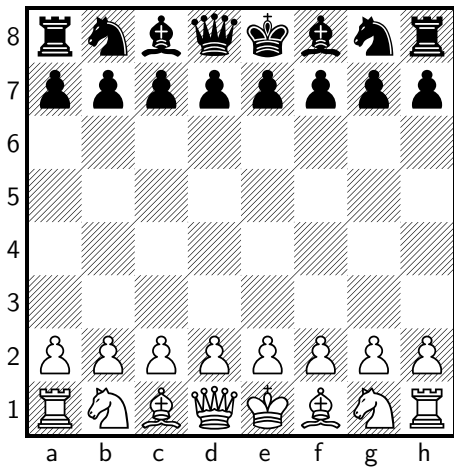
- ▶ Usaba fuerza bruta para jugar.
- ▶ Tenía 30 nodos RS/6000 SP Thin,
- ▶ Y cada nodo era un microprocesador P2SC a 120 MHz
- ▶ Además de 480 chips VLSI
- ▶ Fue escrito en C
- ▶ Se ejecutaba en el S.O. AIX
- ▶ Evaluaba 120 millones de posiciones por segundo

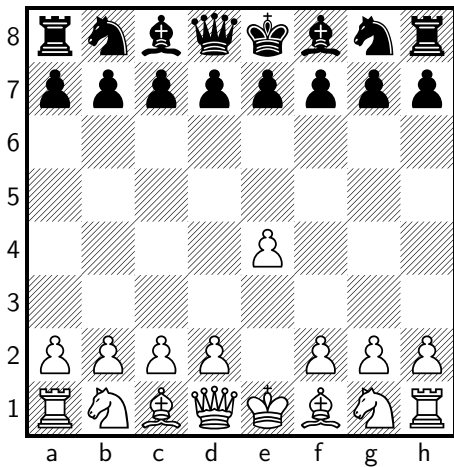
El gambito de rey resuelto (1/2)

- ▶ En el artículo [4] de abril de 2012, Vasik Rajlich, el creador de Rybka, anunció que se ha resuelto la apertura *gambito de rey*
- ▶ El resultado es con una confianza del 99.99999999 % (o con un posible error del 1×10^{-8})

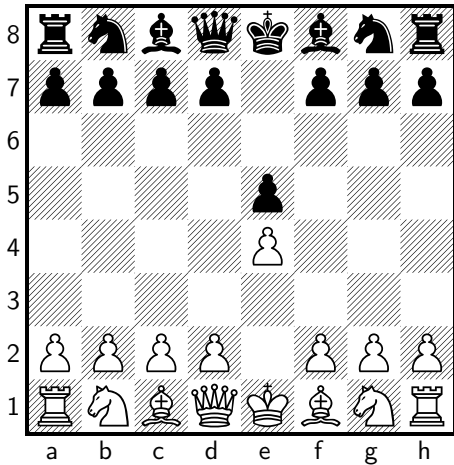
El gambito de rey resuelto (2/2)

- ▶ No se realizar toda la búsqueda.
- ▶ Cuando Rybka analiza una posición, consideraron que si es mayor a 5.12, la posición siempre llevaba a ganar, y si es menor que -5.12 siempre se pierde.
- ▶ Esto lo demostraron por muestreo aleatorio de este tipo se posiciones: siempre se ganó se empezó en una posición con valor +5.12, o perdió con -5.12
- ▶ Se usó el equivalente de 10,750,000 horas de tiempo de un solo CPU

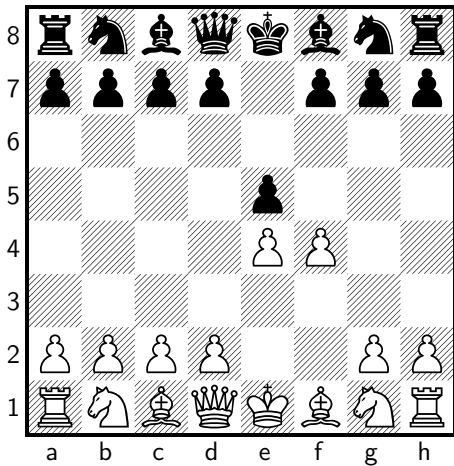




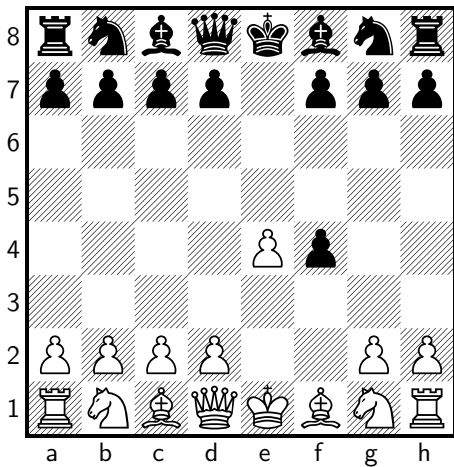
1.e4



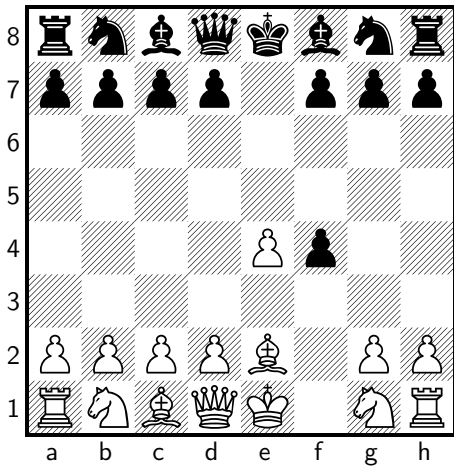
1...e5



2.f4



2...exf4



3. ♖e2

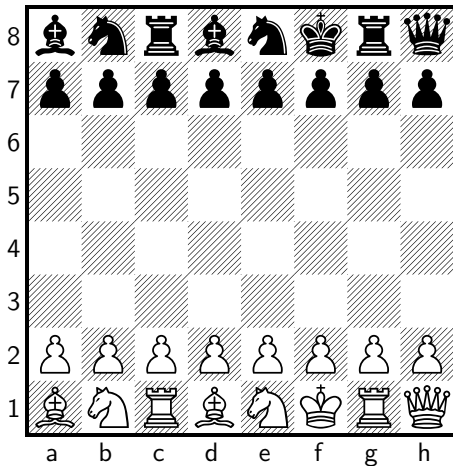
Conclusiones (1/3)

- ▶ El juego de ajedrez debe usarse para fines recreativos (!Es un juego!)
- ▶ Aprender ajedrez tiene grandes beneficios pedagógicos
- ▶ El Parlamento Europeo aprobó el 13 de marzo de 2012 una resolución a favor de incluir este deporte en las escuelas. “Sea cual sea la edad del niño, el ajedrez puede mejorar su concentración, paciencia y persistencia; y puede ayudarlo a desarrollar el sentido de la creatividad, la intuición, la memoria y las competencias”, dice la declaración [6].

Conclusiones (2/3)

- ▶ La teoría de juegos ha resuelto el juego de damas [7]
- ▶ Los programas actuales de ajedrez juegan a nivel de gran maestro
- ▶ Se propone jugar el *ajedrez 960* para evitar los trucos en la apertura

Ajedrez 960



Conclusiones (3/3)

- ▶ El ajedrez pasó de “nunca un programa ganará a un humano” a “las computadoras juegan mejor que cualquier humano”
- ▶ No se ha dilucidado aún la manera en que nuestro cerebro piensa



B.V. Bowden, editor.

Symposium on Digital Computing Machines, chapter Faster than thought.

London Pitman, 1971.



D.C. Ince, editor.

Mechanical Intelligence, collected works of A.M. Turing.

North-Holland, 1992.



G. Kearsley.

Encyclopedia of artificial intelligence, volume 1, chapter Computer Chess Methods.

1987.



F. Friedel.

Rajlich: Busting the king's gambit, this time for sure.

Chess Base News, Abril 2012.

<http://www.chessbase.com/newsdetail.asp?newsid=8047>.



S. Russel and P. Norving.

Inteligencia Artificial, un enfoque moderno.

Pearson Prentice-Hall, 2nd edition, 2004.



Pilar Álvarez.

Aprobado en ajedrez.

Periódico El País (España), 1 de mayo 2012.

<http://www.elpais.com>.



J. Schaeffer, N. Burch, Y. Björnsson, A. Kishimoto, M. Müller,
R. Lake, P. Lu, and S. Sutphen.

Checkers is solved.

Science, 317(5844):1518–1522, 7 Sep. 2007.

DOI: [10.1126/science.1144079](https://doi.org/10.1126/science.1144079).