

**Elección de estrategias ganadoras en el juego de
Base Ball aplicando el Equilibrio de Nash**

Arturo Yee Rendón

Tesis para optar al grado de maestro en Ciencias en Computación



CINVESTAV - IPN

Departamento de Computación

Director de Tesis: Dr. José Matías Alvarado Mentado

Contenido

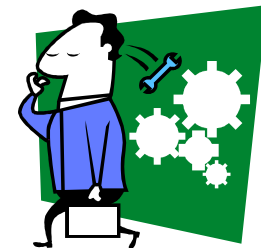
- El problema
 - Motivación
 - Objetivos: general y específicos
- Antecedentes
 - Estado del arte
 - Simulador del juego de *BB* (primera versión)
- Metodología: máquinas, lenguajes y algoritmos (avances)
 - Simulador del juego de *BB* (versión extendida)
 - Equilibrio de Nash modelado con FSM
 - Elección de estrategias ganadoras.
 - Cronograma de actividades
- Implementación
 - Pruebas (en curso)
 - Resultados (en curso)
- Aportaciones
 - Referencias

Equilibrio de Nash (EN)

- En Teoría de Juegos, se define el **Equilibrio de Nash** como un modo de obtener una estrategia óptima para juegos que involucren a dos o más jugadores.
- **John Forbes Nash** es un matemático estadounidense, Premio Nobel en Economía por su aportes a la **Teoría de Juegos** y los **procesos de negociación**

Planteamiento del problema

- ¿Como modelar el Equilibrio de Nash en el juego de *Base Ball*?
- Para identificar las estrategias ganadoras de un equipo:
 - a la defensiva, y
 - a la ofensiva.



EN para Toma de Decisiones (1/2)

Análisis para encontrar un **equilibrio óptimo en las estrategias.**

- En juegos de múltiples jugadores:
 - Identifica las estrategias ganadoras.
- Enfoque a modelar el juego de *Base Ball (BB)*:
 - Al cooperar, se aumenta la probabilidad de éxito perspectiva del manager y de un jugador cooperativo
 - Al no cooperar, se sucumbe a la tentación individual perspectiva de un jugador individualista

EN para Toma de Decisiones (2/2)

Observar, analizar y comprender las situaciones antes de tomar una decisión.

- En el *BB*, para definir las estrategias y jugadas se consideran estadísticas de:
 - Jugadores: bateador, *pitcher*, *catcher*
 - Equipos
 - Momento del juego: entrada, marcador, *outs*, bases ocupadas
 - Circunstancias en general: altura, velocidad del viento,
 - Otras.

Conllevan sacar el mayor beneficio, en este caso ganar el partido.

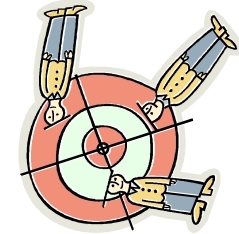
Objetivo general



Identificar situaciones y condiciones en el desarrollo del juego de BB tal que:

- para el éxito conviene aplicar el modelo de EN en la estrategia del equipo,
- jugando a la **ofensiva**, y
- jugando a la **defensiva**.

Objetivos particulares



- Diseñar e implementar el algoritmo del EN para el juego de *BB*.
- Realizar adecuaciones a los algoritmos desarrollados
 - autómata del *BB*
 - generador de jugadas del *BB*
 - gramática libre de contexto para el *BB*
- Establecer un conjunto de estrategias, para obtener el **mayor beneficio** durante un partido de *BB*, conforme el **EN**.
- Realizar simulaciones de partidos de *BB*, a fin de aplicar **las estrategias más convenientes** para ganar un partido, conforme el **EN**.

Equilibrio de Nash (Antecedentes)



Es un modo para obtener estrategias óptimas para cada individuo (jugador) dadas las del resto de los individuos.

Formalmente, es un **perfil de estrategias tal que:**

- Todos los individuos obtiene el mayor beneficio, condicionados por las estrategias de los demás.
- Ningún individuo tiene el incentivo de desviarse de su estrategia.

Juegos No-Cooperativos (antecedentes)

○ EN:

- útil para el **análisis de juegos no cooperativos**:
 - Evidencia la presencia de individualismo.
 - Permite corregir la no cooperación de alguien.
- En un grupo, **induce una situación estratégicamente estable**
 - Identifica las mejores estrategias colectivas.

Estrategias Complementarias



Cada jugador ha de tener en cuenta las **estrategias del resto de los jugadores:**

- Visto en equipo, **su estrategia individual** combinada con las de otros, **no resta.**
- Se complementa óptimamente con las otras.

Dilema del prisionero

- Dos cautivos, de los que no existe suficiente evidencia incriminatoria, son sometidos a un interrogatorio, de forma separada.
- **Estrategias** alternativas de actuación:
 - confesar el crimen del que se le acusa ("**defect**", *D*)
 - callarse ("**cooperate**", *C*).
- **Resultados** de la actuación:
 - ninguno confiesa: condenados a un año en la cárcel por una delito menor
 - ambos confiesan: afrontarán 5 años de cárcel
 - uno confiesa y el otro calla: al primero se le perdonará el delito, y será liberado gracias a su colaboración, mientras que el último será recluido durante 10 años.



Estrategias

Matriz de Rentabilidad:

		PRISIONERO 2	
		C	D
PRISIONERO 1	C (callar)	(2,2)	(0,3)
	D (confesar)	(3,0)	(1,1)

Utilidades

- $U_1(D,D) = 1$ $U_1(D,C) = 3$ $U_1(C,D) = 0$ $U_1(C,C) = 2$
- $U_2(D,D) = 1$ $U_2(D,C) = 0$ $U_2(C,D) = 3$ $U_2(C,C) = 2$

Preferencias

- Prisionero 1: $(D,C) >_1 (C,C) >_1 (D,D) >_1 (C,D)$
- Prisionero 2: $(C,D) >_2 (C,C) >_2 (D,D) >_2 (D,C)$

Solución al dilema del prisionero

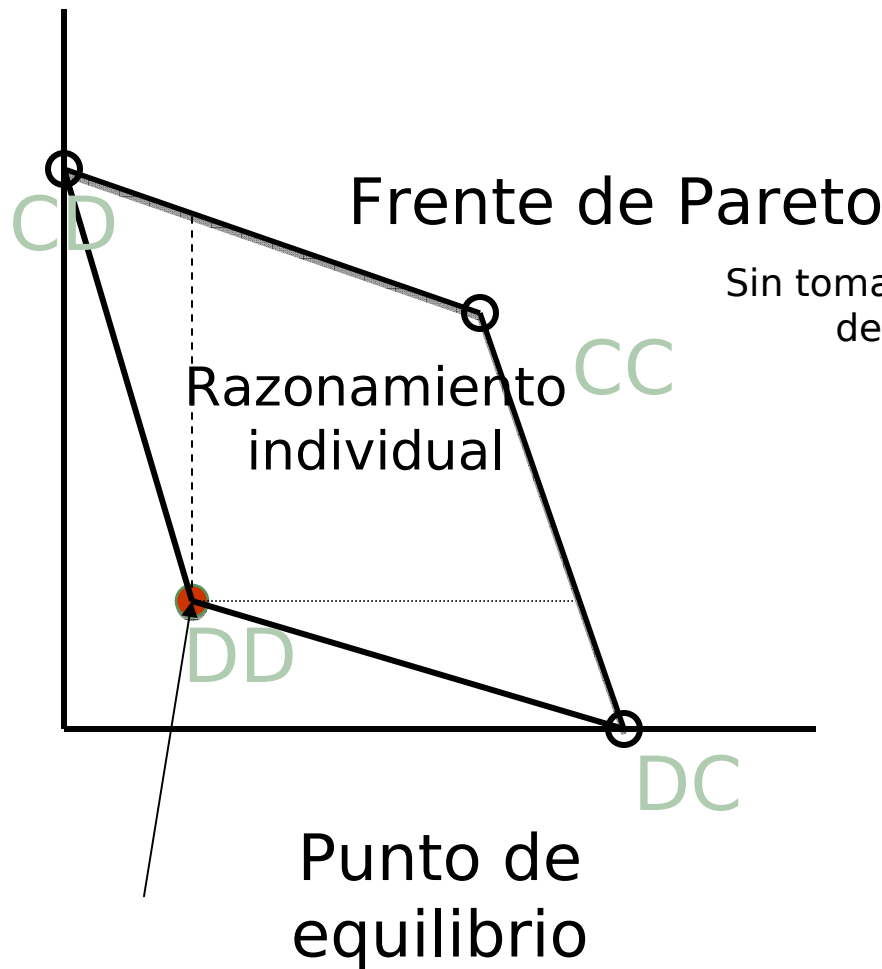


Matriz de Rentabilidad:

		PRISIONERO 2	
		C	D
PRISIONERO 1	C (callar)	(2,2) → (0,3)	
	D (confesar)	(3,0)	(1,1)

Desviaciones en el perfil, se **fija algún perfil** y para cada jugador, se va cambiando cada estrategias de éste, fijando las estrategias del otro.

Perfil dominado, es aquel, en el que alguna desviación de cualquier jugador, el valor de beneficio de la desviación es mayor al perfil fijado



Sin tomar en cuenta el factor de individualismo

Inhibiendo el individualismo, encontrando la mejor solución en conjunto

"Elección de estrategias ganadoras en el juego de Base Ball aplicando el Equilibrio de Nash" por Arturo Yee Rendón

Juego en Forma Normal:

- Los jugadores: $\{1, \dots, n\}$
- Las estrategias $S_i = \{s_1, \dots, s_{m_i}\}$ del jugador i .
- El conjunto de las estrategias de los jugadores: $\{S_1, \dots, S_n\}$
- La función de rentabilidad (*payoff*) u_i de i .
- El conjunto de funciones de rentabilidad de los jugadores: $\{u_1, \dots, u_n\}$.
- Perfil de estrategia de equipo:
$$(s_1, \dots, s_{i-1}, s_i, s_{i+1}, \dots, s_n), s_i \in S_i, \forall i$$
- Juego:
$$G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}.$$

Equilibrio de Nash (definición):

Sea $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$:

las $s_1^*, \dots, s_n^*, s_i^* \in S_i$,

forman un **EN** si para cada i ,

s_i^* es la mejor estrategia de respuesta de i (al menos una) a las de los otros $n-1$ jugadores:

$$u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, \mathbf{s}_i^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*) \geq$$

$$u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, \mathbf{s}_i, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*).$$

Solución de EN

Para cada $s_i \in S_i$, s_i es una solución de EN si y sólo si, s_i maximiza la función de rentabilidad

$$\begin{aligned} & \text{Max } u_i (s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*). \\ & s_i \in S_i \end{aligned}$$

Estado del arte de EN (1/2)

- El Equilibrio de Nash como condición necesaria para que un perfil de estrategias sea una solución [Joaquín Pérez et al., 2003].
- Se conoce que todo juego de forma normal garantiza tener al menos un Equilibrio de Nash [Nash, J., 1950].

Estado del arte de EN (2/2)

- El método de Ryan Porter [Ryan Porter et al., 2004] está inspirado en procedimiento descrito por Dickhaut y Kaplan en 1991, para encontrar todos los *EN*.
- Su programa **enumera todos los posibles pares de soporte** para juegos de dos jugadores.
- Para comprobar **si existe un EN** consistente con ese par realizan las desviaciones correspondiente. Un método de enumeración similar fue sugerido por Mangasarian en 1964

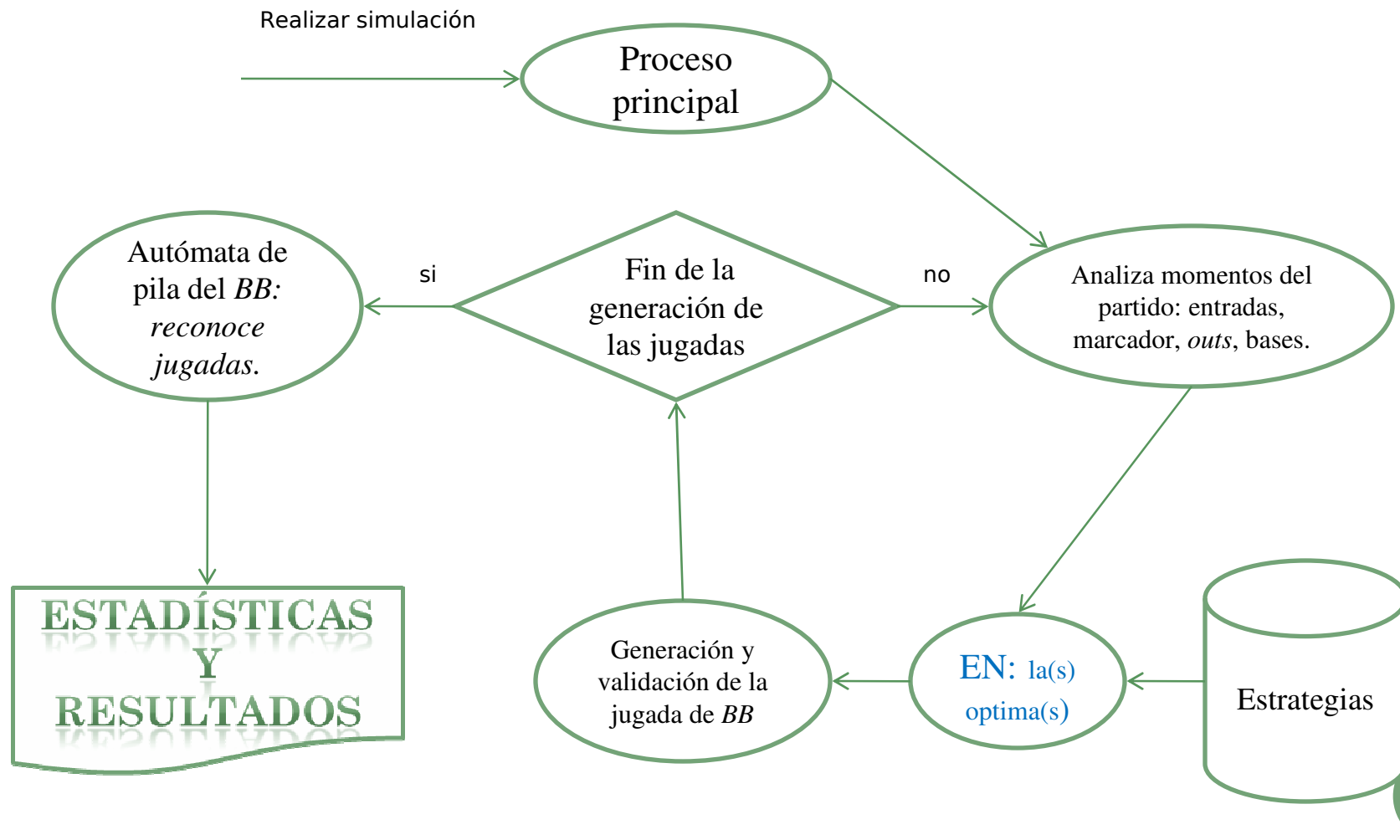
Simulador del juego de *BB* (primera versión)

- Lenguaje libre de contexto
 - Gramática libre de contexto (terminales, no-terminales, reglas gramaticales)
- Autómata de pila
 - Estados (las bases del campo)
 - Transiciones (acciones de los jugadores)
- Generador de jugadas aleatorio (cadenas que simulen el juego de *BB*)

Metodología

- Análisis de los conceptos de **EN**, y estrategias en Teoría de Juegos.
- Desarrollo formal para incorporar el **EN** en las estrategias de los equipos.
- Modelo formal del **EN**, dentro de un juego de *BB*.
- Incorporación del **EN**, al **simulador de jugadas de *BB***.
- Realizar simulaciones de partidos de *BB*.
- Diseño y desarrollo de pruebas.
- Obtener estadísticas, resultados y conclusiones de las simulaciones.
- Análisis comparativo de resultados
- **Aplicabilidad.**

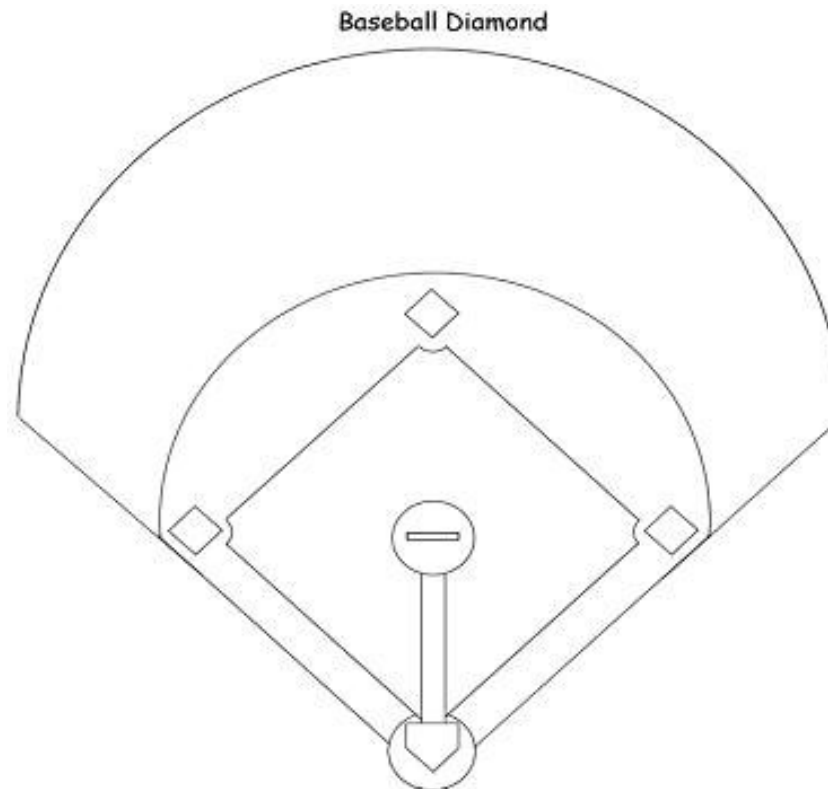
Diagrama de flujo: integración entre simulador del **BB** y elección de estrategias utilizando **EN**



Avances (1/5, Nov 2009)

- Extensiones al lenguaje libre de contexto del *BB*
 - Gramática libre de contexto
- Extensiones autómata de pila para el juego de *BB*
 - Modelado conforme al campo de juego.
 - Las bases son los estados, y
 - Las transiciones entre los estados están dadas por las acciones de los jugadores

Detalles de los avances



Label these items on the
Baseball Diamond.

1. Home Plate
2. First Base
3. Second Base
4. Third Base
5. Pitcher's Mound
6. Baseline
7. Foul Line

Label the Baseball Diamond with the
players.

- 1B - First Baseman
- 2B - Second Basemen
- 3B - Third Baseman
- SS - Shortstop
- RF - Right Fielder
- LF - Left Fielder
- CF - Center Fielder
- P - Pitcher
- C - Catcher

Gramática libre de contexto *BB* (1/2)

Elementos Terminales

a1 ⁱ: movimiento a base 1
a2 ⁱ: movimiento a base 2
a3 ⁱ: movimiento a base 3
a4 ⁱ: movimiento a home
b ⁱ: bola
bg ⁱ: base por golpe
bp ⁱ: base por bolas
bo ⁱ: bolk
ca ⁱ: carrera
ce: cambio de equipo
co ⁱ: contacto a pelota
d ⁱ: doble
dp ⁱ: doble play
f ⁱ: foul
fs ⁱ: fly de sacrificio
h ⁱ: homerun
hi ⁱ: hit (imparable)
o ⁱ: out
p ⁱ: ponchado
r ⁱ: robo de base
s ⁱ: strike
t ⁱ: triple
tb ⁱ: toque de bola
tp ⁱ: triple play
w ⁱ: wild piche

Elementos No Terminales

B: bateo por primera vez
B': batear con un strike
B'': batear con dos strike
C: corredor
M: movimiento inseguro a base
MS: movimiento seguro a base
M': movimiento a primera base
M'': movimiento a segunda base
M''': movimiento a tercera base
M''': movimiento a home
O: outs
O': primer out
O'': segundo out
P: pitcheo

Gramática libre de contexto *BB* (1/2)

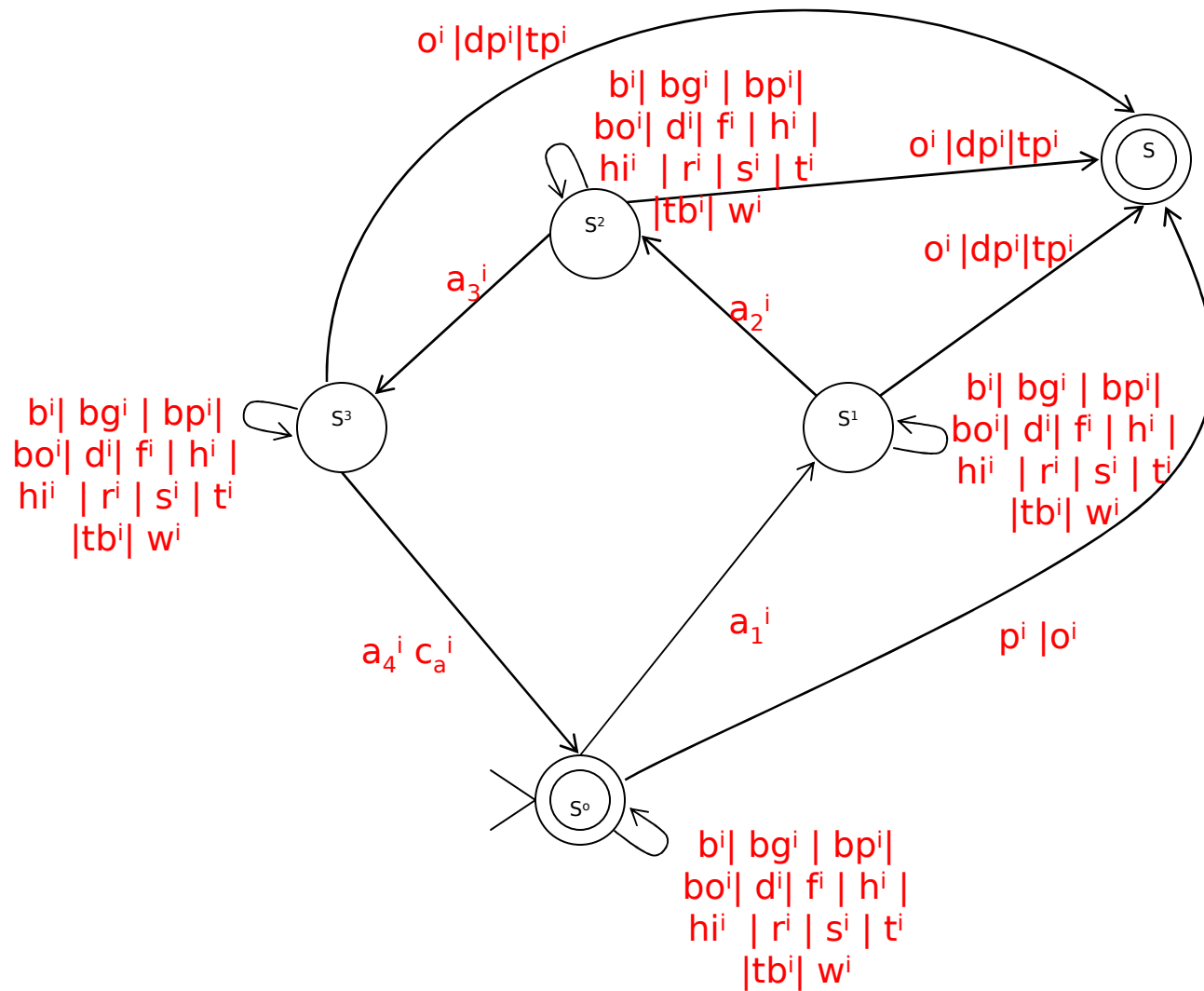
$B \rightarrow s^i B'$ Un bateo genera un strike y vuelve a batear con un strike
 $B \rightarrow tb^i M$ Un bateo genera un toque de bolas y un movimiento inseguro
 $B' \rightarrow s^i B''$ Batear con un strike puede generar un una foul y volver a batear con dos strike
 $B' \rightarrow f^i B''$ Batear con un strike puede generar un foul y volver a batear con dos strike
 $B'' \rightarrow s^i B'''$ Batear con dos strike puede generar un ponche
 $B'' \rightarrow f^i B''$ Batear con dos strike puede generar un foul y volver a batear con dos strike (hasta 7 maximo de alli genera B''')
 $B'' \rightarrow hi^i MS$ Batear con dos strike puede generar un hit y movimiento seguro
 $B''' \rightarrow p^i$ Tres strike puede generar un ponche
 $B \rightarrow f^i B'$ Un bateo puede generar foul y volver a batear con un strike
 $B \rightarrow h^i MS$ Un bateo puede generar un home run y el movimiento home run
 $B \rightarrow hi^i MS$ Un bateo puede generar un hit y un movimiento seguro
 $C \rightarrow r^i M$ Corredor un robo de bases y mov. Ins.
 $M \rightarrow (a1^i la2^i la3^i la4^i)$ Un movimiento inseguro genera un movimiento de base
 $M \rightarrow ca^i$ Un movimiento inseguro puede generar una carrera
 $M \rightarrow o^i \mid M1 \rightarrow o^i$ Un movimiento inseguro genera una un out
 $MS \rightarrow (a1^i la2^i la3^i la4^i)$ Un movimiento seguro genera un movimiento de base
 $MS \rightarrow ca^i$ Un movimiento seguro genera una carrera
 $M' \rightarrow a1^i M''$ Movimiento de primera base genera movimiento de base y movimiento a segunda base

$M'' \rightarrow a2^i M'''$ Movimiento de segunda base genera movimiento de base y movimiento a tercera base
 $M''' \rightarrow a3^i M''''$ Movimiento de tercera base genera movimiento de base y movimiento a home
 $M'''' \rightarrow a4^i M'''''$ Movimiento a home
 $M''''' \rightarrow ca^i$ Movimiento de home genera carrera
 $O \rightarrow o^i O'$ Un outs genera un out y un primer out
 $O \rightarrow o^i B$ Un outs genera un out y un bateo
 $O \rightarrow ce^i P$ Un out genera cambio de equipo y el pitcheo
 $O' \rightarrow o^i$ El primer out genera un out
 $O' \rightarrow o^i O''$ El primer out genera un out y jugar con 2 out
 $O' \rightarrow B$ El primer out genera un bateo
 $O' \rightarrow ce^i$ El segundo out genera puede generar un cambio de juego
 $O'' \rightarrow B$ El segundo out genera puede generar ir a batear
 $P \rightarrow b^i P1$ Un pitcheo puede generar una bola, y volver a pichear con una bola
 $P1 \rightarrow b^i P2$ Un pitcheo puede generar una bola, y volver a pichear con dos bola
 $P2 \rightarrow b^i P3$ Un pitcheo puede generar una bola, y volver a pichear con tres bola
 $P3 \rightarrow b^i P4$ Un pitcheo puede generar una bola, y volver a pichear con cuatro bola
 $P4 \rightarrow bp^i MS$ Un pitcheo puede generar un base por bolas y hacer un movimiento
 $P \rightarrow w^i M$ Un pitcheo puede generar un wild pitch
 $P \rightarrow bg^i$ Un pitcheo puede generar base por golpe
 $P \rightarrow w^i M$ Un pitcheo puede generar un error de pitecheo
 $P \rightarrow bo^i MS$ Un pitcheo puede generar un bok y un movimiento seguro

Ejemplos de cadenas

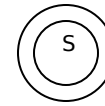
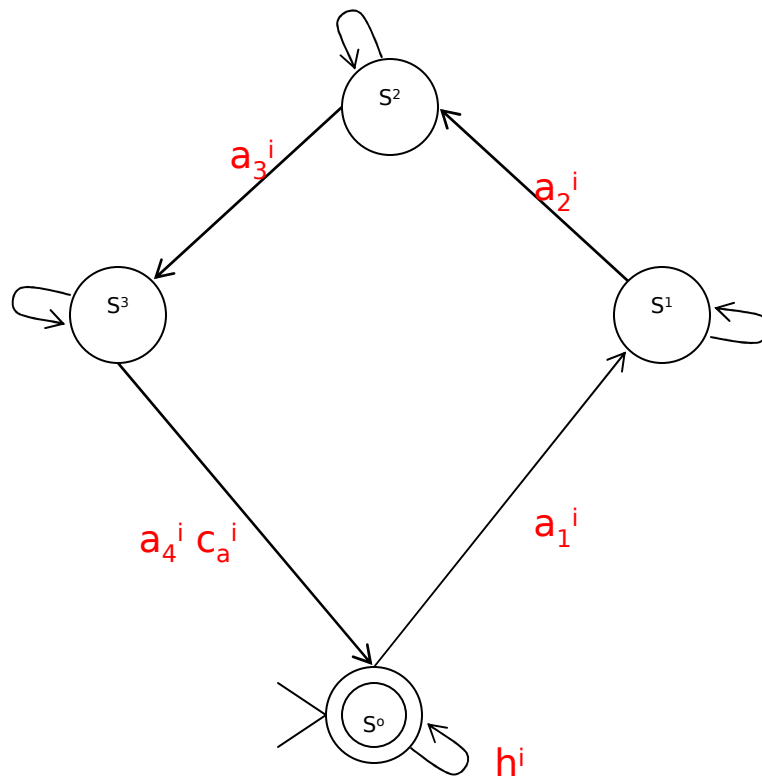
- **hⁱa¹a²a³a⁴caⁱ**
 - $B \rightarrow h^i M'$
 - $M' \rightarrow a1^i M''$
 - $M'' \rightarrow a2^i M'''$
 - $M''' \rightarrow a3^i M''''$
 - $M'''' \rightarrow a4^i M'''''$
 - $M''''' \rightarrow ca^i$
- **sⁱsⁱsⁱpⁱ**
 - $B \rightarrow s^i B'$
 - $B' \rightarrow s^i B''$
 - $B'' \rightarrow s^i B'''$
 - $B''' \rightarrow p^i$
- **sⁱsⁱfⁱfⁱhⁱa¹rⁱa²oⁱ**
 - $B \rightarrow s^i B'$
 - $B' \rightarrow s^i B''$
 - $B'' \rightarrow f^i B'''$
 - $B''' \rightarrow f^i B''''$
 - $B'''' \rightarrow f^i B'''''$
 - $B'''' \rightarrow f^i B''''''$
 - $B'''''' \rightarrow h^i MS$
 - $MS \rightarrow (a1^i | a2^i | a3^i | a4^i)$
 - $C \rightarrow r^i M$
 - $M \rightarrow (a1^i | a2^i | a3^i | a4^i)M1$
 - $M1 \rightarrow o^i$

Autómata para el juego de *BB*



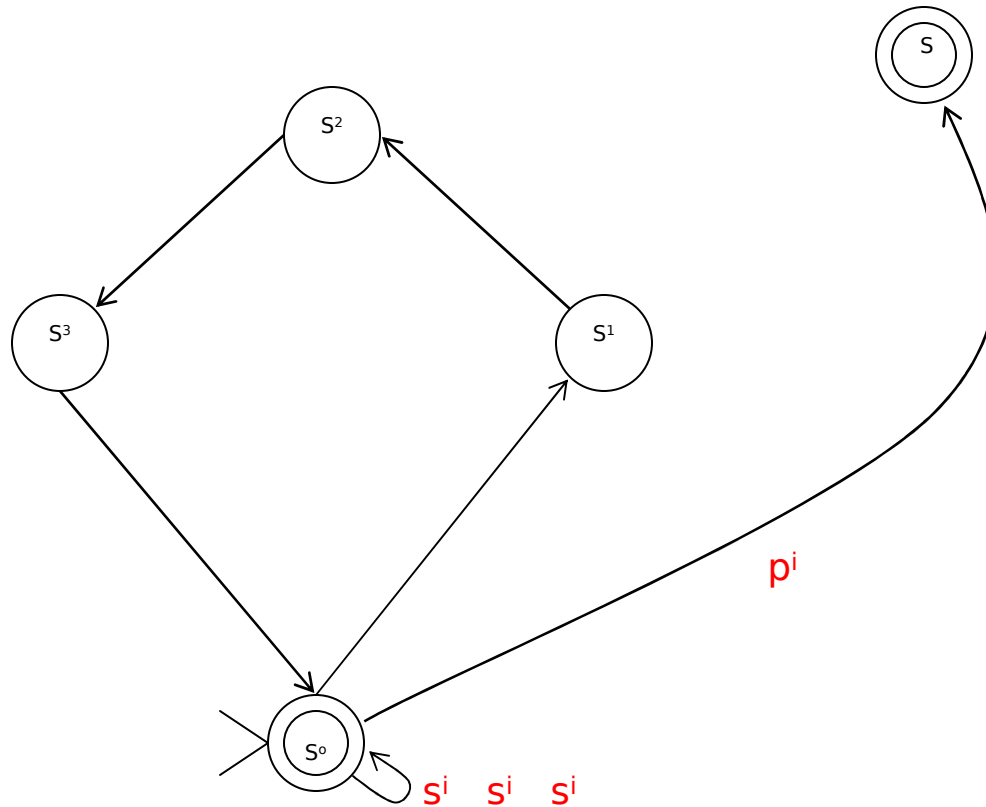
Ejemplos de cadenas

- o $h^i a_1^i a_2^i a_3^i a_4^i c^i$



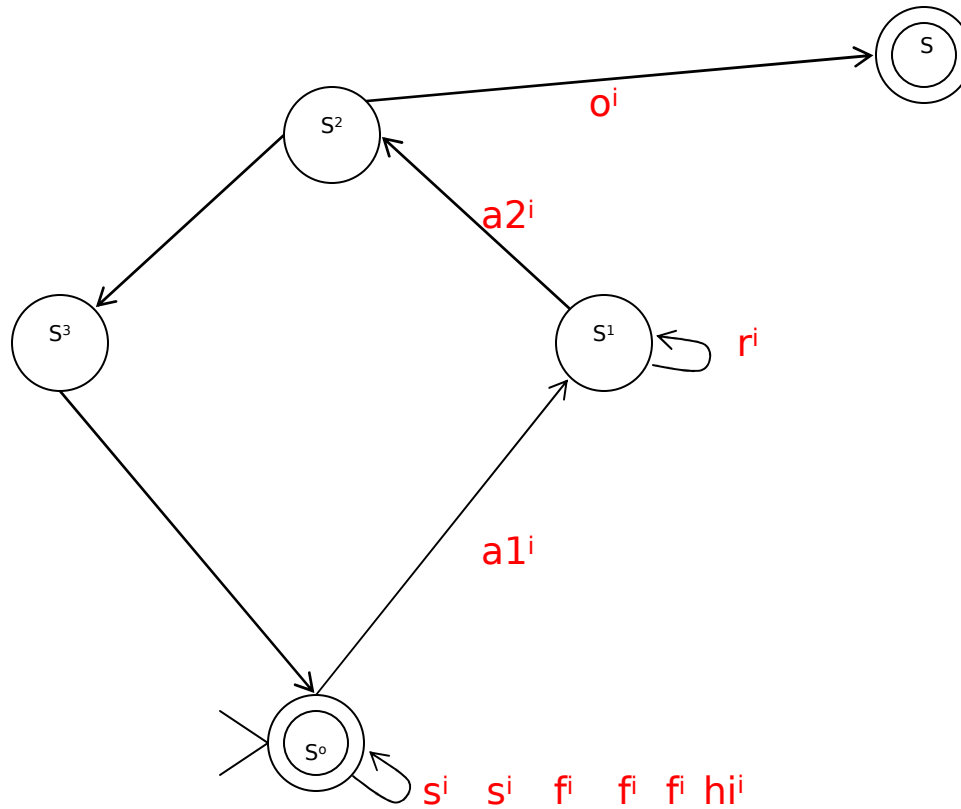
Ejemplos de cadenas

○ $s^i s^i s^i p^i$



Ejemplos de cadenas

○ $s^i s^i f^i f^i h^i a^1 r^i a^2 o^i$



Avances (2/5, Nov 2009)

- Extensiones **Generador de jugadas del *BB***, de forma aleatoria.
 - Las jugadas del *BB*, se deben de generar por la **probabilidad de ocurrencia** de estas.
 - **La secuencia de las jugadas** deben ser correctas.

Cadena de ejemplo producida por el generador de jugadas del *BB*

col,hi1,a11,dp2,o1,a12,o2,b3,co3,o3,ce2,b1,bg1,a11,b2,f2,co2,hi2,a21,a12,f3,b3,b3,b3,b3,bp3,a31,a22,a13,s4,dp4,o3,a41,a32,a14,o4,co5,o5,ce1,s4,b4,b4,co4,hi4,a14,s5,co5,hi5,a24,a15,co6,dp6,o5,a34,a16,o6,co7,hi7,a44,a17,d8,a27,a18,a37,a28,f9,co9,hi9,a47,a38,a19,s1,h1,a48,a29,a11,a39,a21,a49,a31,a41,f2,s2,co2,hi2,a12,b3,s3,co3,o3,ce2,f6,f6,co6,hi6,a16,f7,b7,f7,fs7,a26,a17,o7,s8,s8,b8,d8,a36,a18,a46,a28,tb9,a38,a19,o9,f1,r8,a48,b1,s1,s1,co1,o1,ce1,f4,co4,hi4,a14,co5,hi5,a24,a15,co6,o6,co7,hi7,a34,a25,a17,tb8,a44,a35,a27,a18,o8,co9,o9,ce2,s2,co2,o2,s3,f3,co3,hi3,a13,s4,co4,hi4,a23,a14,b5,f5,co5,hi5,a33,a24,a15,co6,dp6,o5,a43,a34,a16,o6,ce1,s1,f1,co1,o1,s2,f2,s2,p2,b3,f3,co3,hi3,a13,b4,b4,b4,co4,o4,ce2,b7,co7,o7,s8,s8,s8,p8,f9,f9,f9,s9,p9,ce1,s5,s5,b5,s5,p5,b6,s6,f6,s6,p6,f7,b7,f7,b7,s7,p7,ce2,f1,f1,f1,s1,p1,f2,b2,co2,o2,co3,hi3,a13,co4,hi4,a23,a14,co5,o5,ce1,co8,o8,f9,co9,o9,b1,f1,co1,o1,ce2,b6,s6,s6,co6,o6,co7,hi7,a17,f8,f8,dp8,o7,a18,o8,ce1,s2,co2,hi2,a12,s3,fs3,a22,a13,o3,co4,o4,b5,s5,s5,f5,s5,p5,ce2,co9,hi9,a19,co1,o1,b2,b2,dp2,o9,a12,o2,ce1,co6,hi6,a16,d7,a26,a17,a36,a27,b8,s8,f8,f8,f8,dp8,o7,a46,a18,o8,co9,hi9,a19,s1,b1,b1,f1,co1,hi1,a29,a11,b2,f2,b2,s2,s2,p2,ce2,s3,co3,o3,f4,s4,co4,o4,f5,co5,o5,ce1,s3,co3,hi3,a13,f4,b4,tb4,a23,a14,o4,b5,s5,co5,hi5,a33,a15,s6,fs6,a43,a25,a16,o6,s7,b7,d7,a35,a17,a45,a27,b8,f8,f8,s8,p8,ce2,co6,o6,s7,s7,s7,p7,co8,o8,ce1.

En la cadena aparece la **jugada realizada** y el **jugador que la realiza**

- Generador de números aleatorios *gaussianos* con media cero y desviación estándar *sigma*
- Cada jugada tiene su probabilidad ocurrencia correspondiente

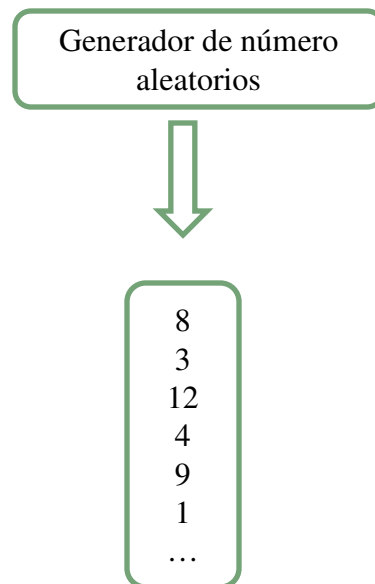
Probabilidades de las jugadas

$$s^i \geq b^i \geq f^i \geq co^i \geq o^i \geq p^i \geq ce \geq hi^i \geq a1^i \geq a2^i \geq d^i \geq dp^i \geq a3^i \geq a4^i \geq ca^i \geq r^i \geq fs^i \\ \geq h^i \geq tb^i \geq bp^i \geq bg^i \geq w^i \geq tp^i \geq t^i \geq bo^i$$

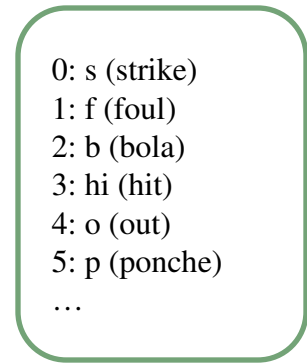
Detalles de los avances

- Se generan número de forma aleatoria y mapeados a cada uno de ellos, las jugadas de *BB*
- Además, a cada jugada se le aplica una función probabilística, la cual permite generar o no la jugada, obteniendo así una mejor producción de las jugadas dependiendo su ocurrencia.

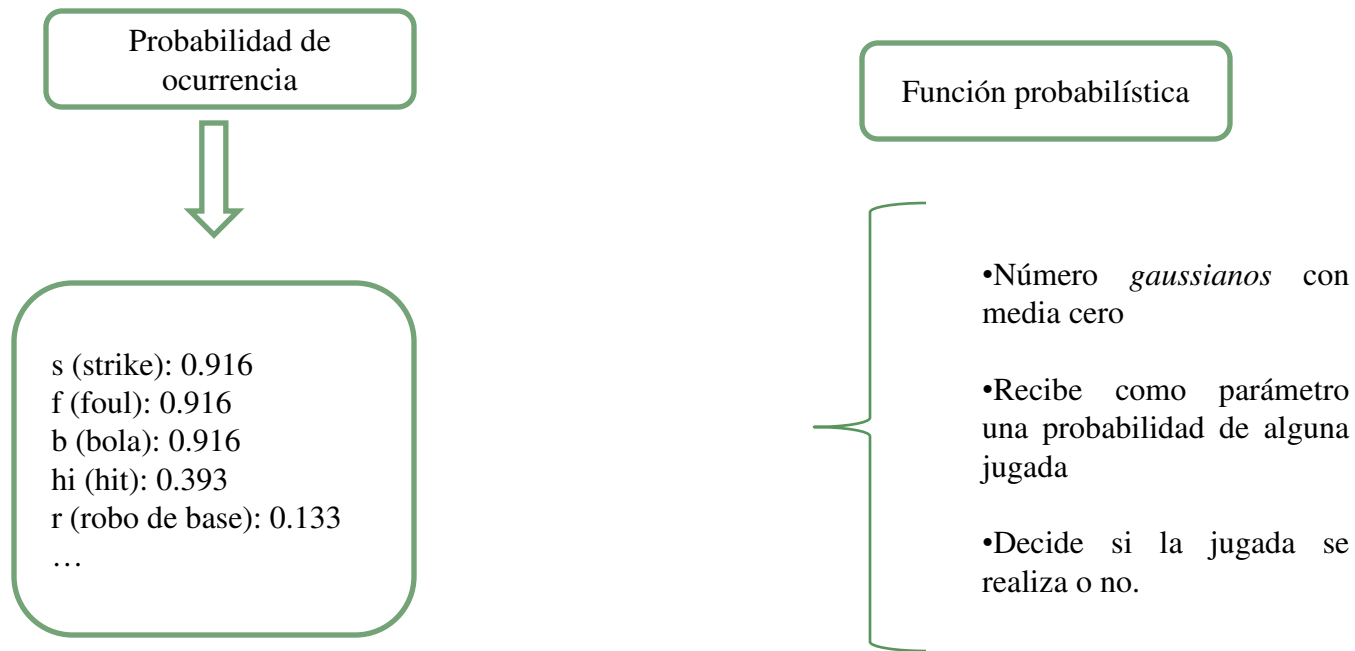
Números generados de forma aleatoria son utilizados para generar las jugadas de **BB**, i.e.:



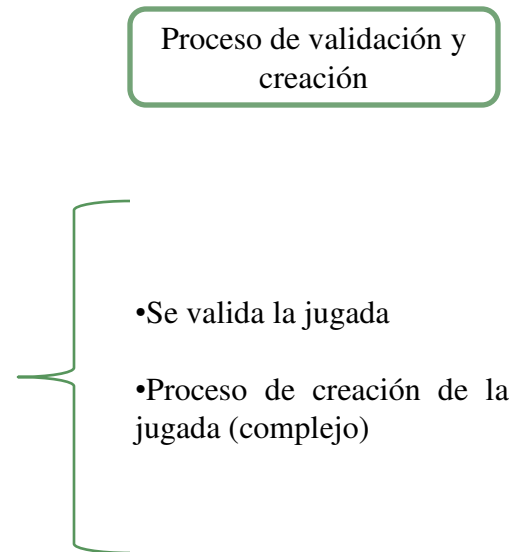
Donde,



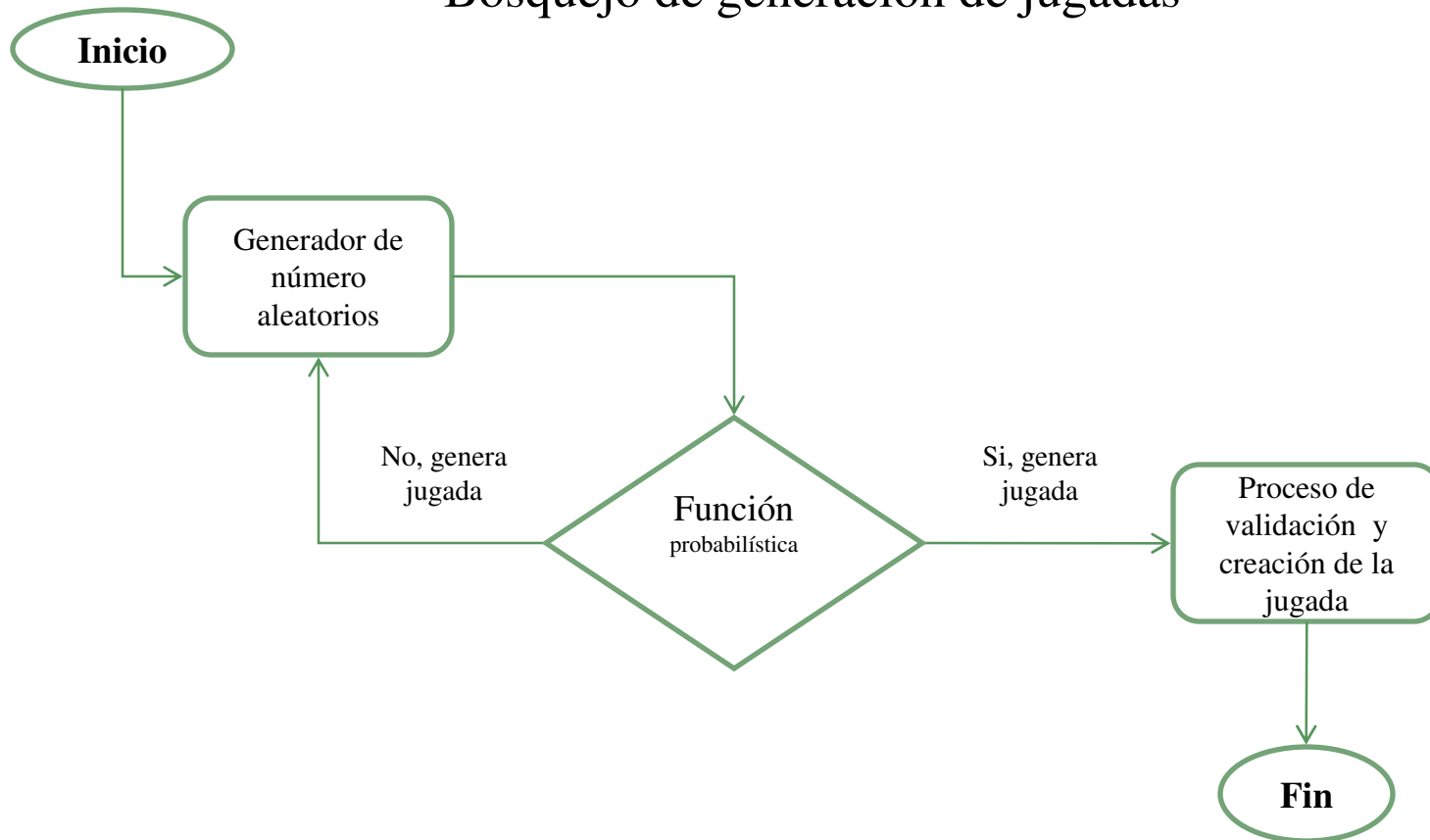
Cada jugada del BB, tiene una probabilidad de ocurrencia



Proceso de validación y creación de las cadenas



Bosquejo de generación de jugadas



Corrida de ejemplo del simulador de *BB*

Jugada Valida

co1,hi1,a11,dp2,o1,a12,o2,b3,co3,o3,ce2,b1 ...

Historial

- 1). Conctato a pelota 1 Yankees
- 2). hit 1 Yankees
- 3). Movimiento a 1er. base 1 Yankees
- 4). doble play 2 Yankees
- 5). out 1 Yankees
- 6). Movimiento a 1er. base 2 Yankees

...

Rank antes del partido Rank del Partido Yankess

- 1). 0.136 2.437 Yankees
- 2). 0.200 4.975 Yankees

....

Rank antes del partido Rank del Partido Indios

- 1). 0.400 8.317 Indios
- 2). 0.313 4.369 Indios

....

Costo parcial por cada carrera de ambos equipos:

Carrera de los Yankees:

Carrera # 1. costo 13.500000

Carrera # 2. costo 6.166667

Carrera # 3. costo 2.916667

....

Carrera de los Indios:

Carrera # 1. costo 13.916667

.....

Costo global del partido: 281.750000

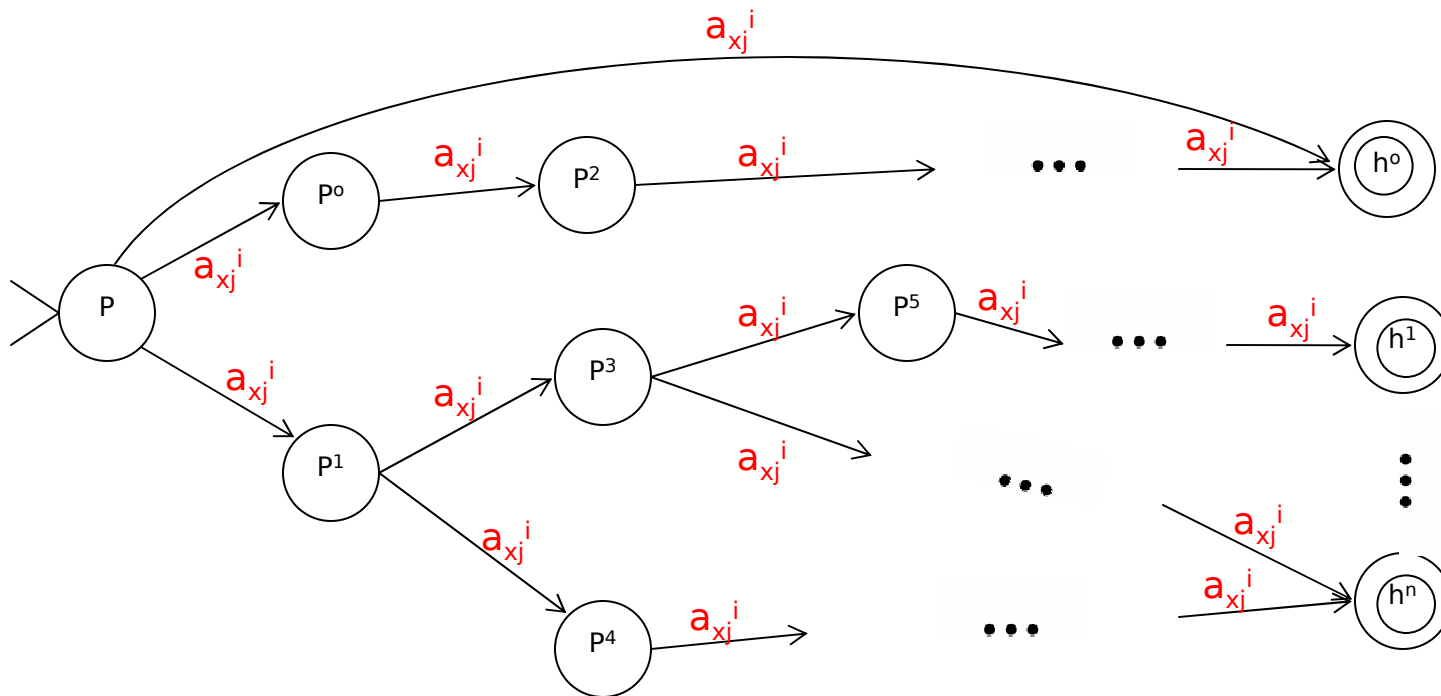
Marcador 9 3 , entrada# 9

"Elección de estrategias ganadoras en el juego de Base Ball aplicando el Equilibrio de Nash" por Arturo Yee Rendón

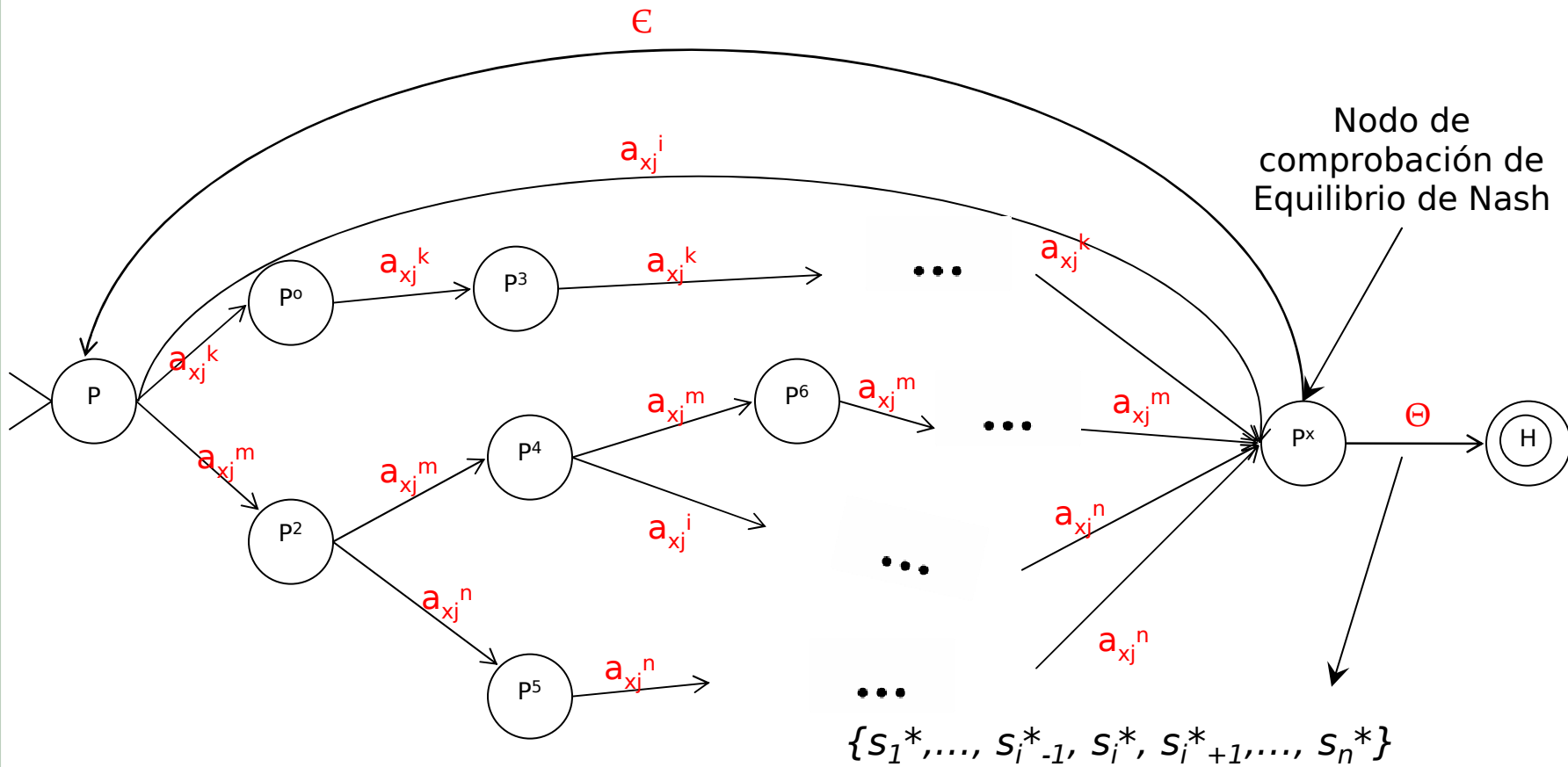
Modelando las estrategias para el jugador i

$s_x^i \in S^i$ donde, s_x^i es cualesquier estrategias del jugador i

$s_x^i = \{ a_{x1}^i, a_{x2}^i, \dots, a_{xn}^i \}$ donde, $a_{xj}^i \in \Sigma^i$



Autómata para el EN



Avances (3/5)

- Implementación del EN, tomando en cuentas, los siguientes factores:
 - El número de jugadores
 - Conjunto de perfiles del juego
 - Dominancia (no dominancia)
 - Desviación en el perfil
 - Las matrices de rentabilidad por cada jugador
- Se analizan los perfiles del juego, y en base a un al concepto de **Dominancia**, se van descartando perfiles **dominados**.

Descripción del algoritmo para encontrar el EN

Algoritmo:

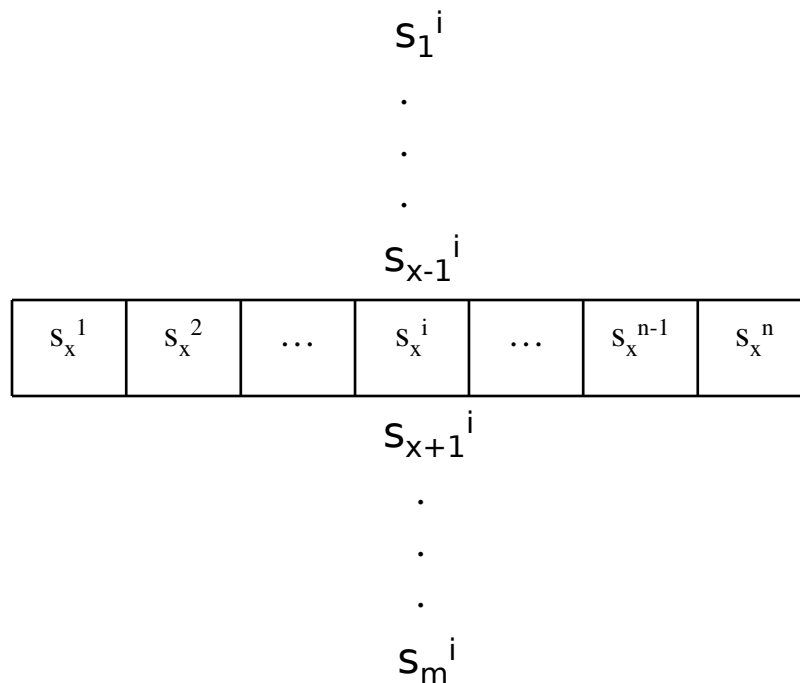
Paso 1: Proporcionar el número de jugadores, número de estrategias, el número de perfiles, la rentabilidad de cada jugador por cada perfil del juego.

Paso 2: Para cada perfil, realizar las desviaciones en las estrategias de cada jugador, si alguna desviación es mejor que la estrategia que se está analizando, la estrategia analizada es descartada.

Paso 3: Los perfiles que no hayan sido descartados, son aquellos que cumplen el Equilibrio de Nash, se muestran como las mejores opciones de actuación

Detalles de los avances

- Las desviaciones en los perfiles, se realiza de la siguiente manera, se **fija algún perfil** y para cada jugador, se va cambiando cada estrategias de éste, fijando las estrategias de los demás.



- Si se encuentra que algún jugador encuentre mayor beneficio al desviar su estrategia, el **perfil fijado** es descartado por ser un **perfil dominado**.
- Un **perfil dominado** es aquel, en el que alguna desviación de cualquier jugador, el valor de beneficio de la desviación es mayor al **perfil fijado**

- Al final del algoritmo obtiene, perfil(es) de estrategia que cumple el **EN**
- Cuando el algoritmo encuentra un conjunto de perfiles de **EN**, una manera de seleccionar alguno es de **manera aleatoria**, esto debido a que ellos son igualmente de buenos

Avances (4/5)

- **Estudio y recopilación**, en las fuentes de información de las estrategias del *BB*
 - Las estrategias a la ofensiva más comunes, y
 - Las estrategias a la defensiva
- Características importantes de cuando es conveniente usar estas estrategias

Antecedentes directos:

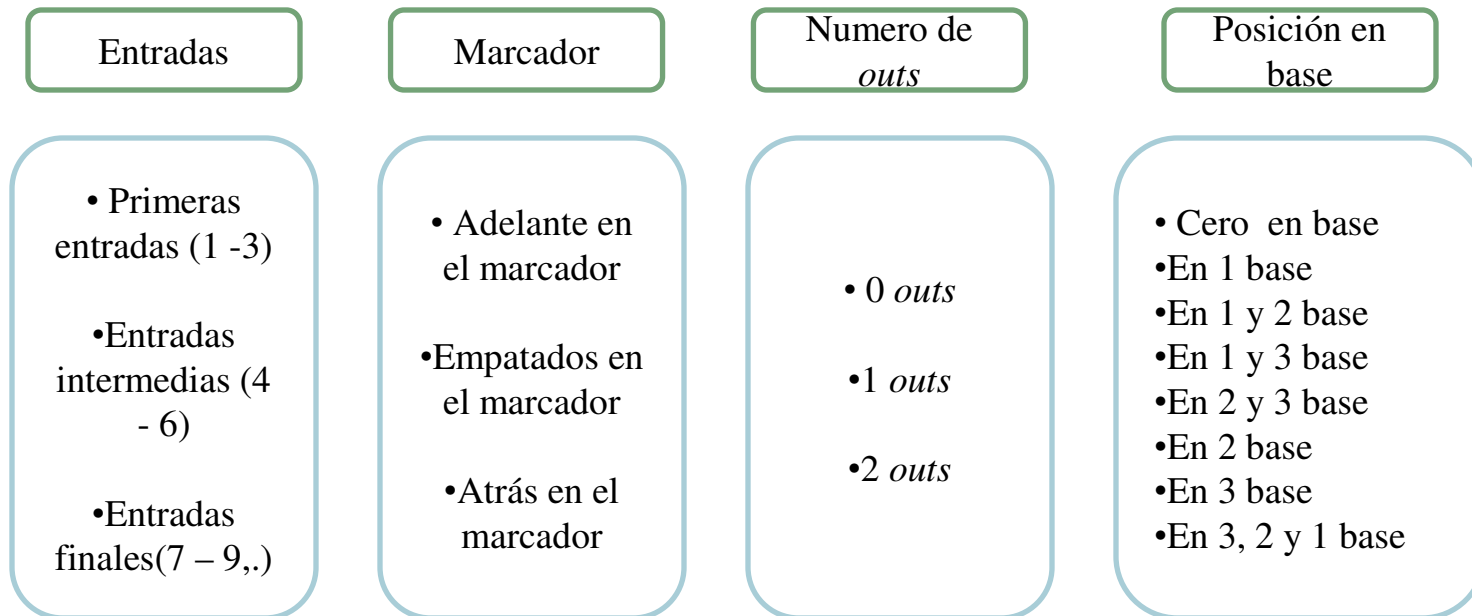
- T. William: análisis cualitativo de estrategias del *BB*. Propone alternativas en las circunstancias típicas. “*Winning strategies*” [Todd Williams., 2005].
- George R. Lindsey: estudio estadístico de las estrategias más convenientes de aplicar, dependiendo de la situación en un partido de *BB* [Lindsey George R., 1963].

Avances (5/5)

- Integración del EN al simulador del juego de BB.
 - Tomando como referencias, los cuatro factores importantes durante un partido de BB:
 - entradas,
 - marcadores,
 - números de *outs*, y
 - posición en las bases
 - Realización de las matrices de rentabilidad, en base a la recopilación de información.
 - Avances en la escritura de la tesis.

Detalles de los avances

- Para realizar la integración del **EN** al simulador de **BB**, se definieron 216 matrices de rentabilidad. Tomando en cuenta cuatro factores importantes en el **BB**.



Detalles de los avances

- Algunas matrices de rentabilidad de ejemplo, en estas se encuentran el valor de rentabilidad de las estrategias

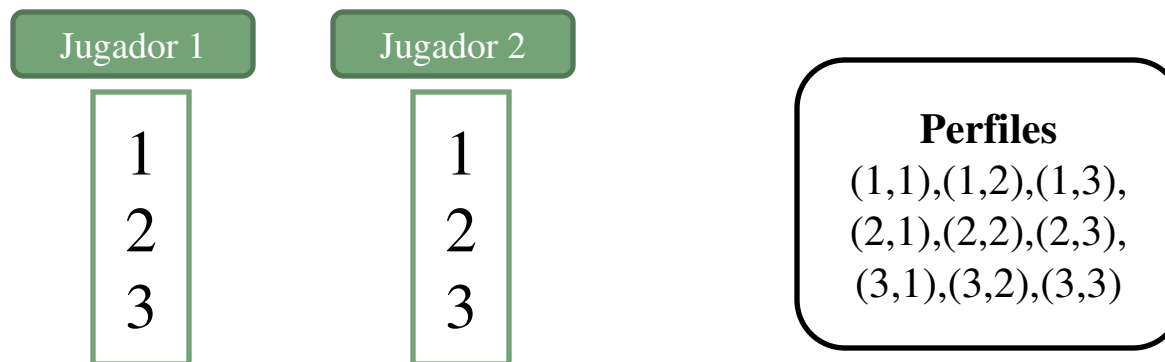
	1	2	3
Hit and run	2	2	3
Hit	1	2	2
Home run	2	1	1
Doblete	2	1	1
Fly de Sacrificio	0	1	1
Toque de bola	2	2	3
Robo de base	2	2	3
Wait to bater	1	2	1
Adelante – Primeras -0 outs			
Hombre en 1			

	4	5	6
Hit and run	1	1	1
Hit	1	2	1
Home run	1	2	2
Doblete	1	2	2
Fly de Sacrificio	2	3	3
Toque de bola	1	1	1
Robo de base	1	1	2
Wait to bater	2	2	3
Adelante – intermedias -0 outs			
Hombre en 3 y 2			

	7	8	9	ex
Hit and run	1	1	1	1
Hit	1	1	1	1
Home run	2	2	2	2
Doblete	1	1	1	1
Fly de Sacrificio	2	2	2	2
Toque de bola	1	1	2	2
Robo de base	1	1	1	1
Wait to bater	2	2	2	2
Adelante – Finales -0 outs				
Hombre en 3 y 1				

Características importantes del tratamiento de los perfiles y la representación de las matrices de rentabilidad para encontrar EN

- Los **perfiles** están dados por la **combinación de las estrategias de los jugadores**, es decir:



- El conjunto de perfiles, es significativo para encontrar el **EN** para **juegos de múltiples jugadores**. El numero de perfiles esta dado por:
 - k = número de estrategias
 - $\{1, \dots, i, \dots, n\}$ jugadores
 - $O(k^n)$
- La matriz M_i de i , tiene los perfiles de estrategia (s^1, \dots, s^n) , y,
- Asociados, el valor de rentabilidad r_z correspondiente.

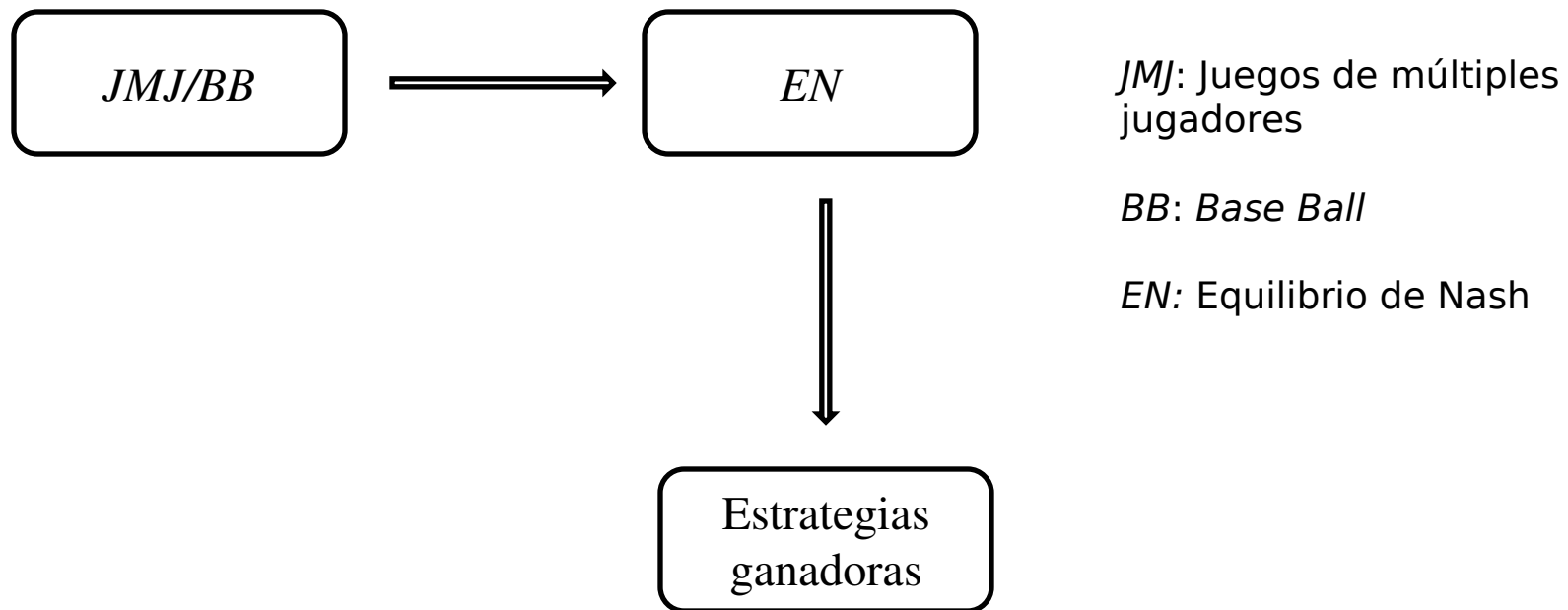
Entrada general $((s^1, \dots, s^n), r_z)$ de la matriz de rentabilidad.

En particular para 2 jugadores es de la siguiente manera:

(1,1)	r_1
(1,2)	r_2
(1,3)	r_3
(2,1)	r_4
(2,2)	r_5
(2,3)	r_6
(3,1)	r_7
(3,2)	r_8
(3,3)	r_9

(s_x^1, s_y^2) son los perfiles de
juego, y
donde r_z es el valor de
rentabilidad

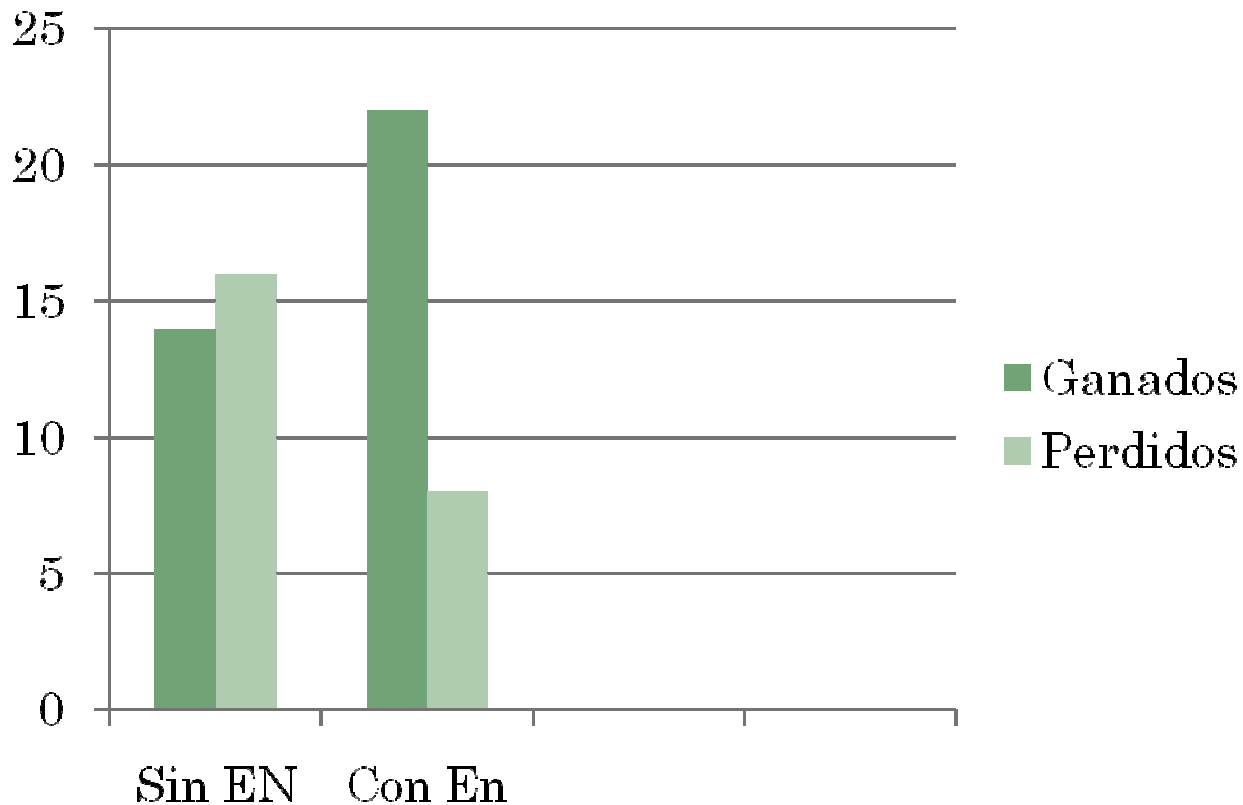
Elecciones de estrategias ganadoras



Ventajas en el uso de EN para elegir estrategia

(Resultados preliminares)

- Sin EN: 14/30 partidos ganados/jugados.
- Con EN: 22/30 partidos ganados/jugados.



Cronograma de actividades

Actividades	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.
Revisión de la literatura especializada y antecedentes. Desarrollo del protocolo de tesis.	■											
Realizar adecuaciones a los algoritmos desarrollados	■											
Realizar simulaciones de partidos de <i>BB</i> .	■					■						
Obtener estadísticas, resultados y conclusiones de las simulaciones.	■					■						
Realizar propuesta formal e implementación del <i>EN</i> .		■										
Modelar el <i>EN</i> dentro de un juego de <i>BB</i> .		■										
Incorporación del <i>EN</i> , al simulador de jugadas de <i>BB</i> .			■									
Realizar simulaciones de partidos de <i>BB</i> , con <i>EN</i>						■	■					
Obtener estadísticas, resultados y conclusiones de las simulaciones con <i>EN</i> .						■	■					
Extrapolar las conclusiones a otros ámbitos.								■				
Escribir la tesis.			■			■						
Defensa de tesis.												■

■ Realizado

■ Por realizar

"Elección de estrategias ganadoras en el juego de Base Ball aplicando el Equilibrio de Nash" por Arturo Yee Rendón

Implementación (en curso)

- Diseño y desarrollo de pruebas
- Estudio de los resultados de las simulaciones de los partidos de *BB*, conforme al *EN*
 - Describir
 - Explicar esencial y brevemente lo hecho
- **Extrapolación de los resultados** que se obtenga a otros ámbitos (económicos, sociales, entre otros).

Aportaciones

- Área: Inteligencia Artificial
 - Sistemas Basados en Conocimiento
 - Teoría de Juegos (*múltiples jugadores*)
- Autómatas, lenguajes y algoritmos:
 - El autómata para el juego de *BB*
 - Gramática libre de contexto para el juego de *BB*
 - Generador de jugadas del *BB*
 - Un algoritmo flexible para encontrar el conjunto de perfiles de EN para algún juego
- Conclusiones de uso del EN, para encontrar las mejores estrategias,
- **Aplicabilidad**

Referencias (1/3)

- [Dean P. Y Peyton Young, 2003] Dean P. Foster, Peyton Young. *Learning, hypothesis testing, and Nash equilibrium*, Games and Economic Behavior, vol: 45, 2003
- [Lindsey George R., 1963] Lindsey George R. *An Investigation of Strategies in Baseball*, Operations Research, Julio - Agosto 1963. 11(4): 477-501.
- [Joaquín Pérez et al., 2003] Joaquín Pérez, José Luis Jimeno y Emilio Cerdá, *Teoría de Juegos*, 1era. Edición, Prentice Hall, España, 2003.
- [Todd Williams., 2005]. Todd Williams. *Winning Strategies for Offense and Defense*, Baseball's Best, 2005.

Referencias (2/3)

- [Koller et al., 2001] Koller, D., Milch, B. *Multi-agent influence diagrams for representing and solving game*. In: Proceedings of the 17th International Joint Conference on Artificial Intelligence. 2001
- [Lemke et al., 1964] Lemke, C., Howson, J. *Equilibrium points of bimatrix games*. Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics 12, 413–423, 1964.
- [Michael L. Y Peter Stone, 2005] Michael L. Littman, Peter Stone. *A Polynomial time Nash Equilibrium Algorithm for Repeated Games*, Decision Support System, vol: 39, 2005
- [Robert Gibbons et al., 2003] Robert Gibbons, Paloma Calvo y Xavier Vilá. *Un primer curso de teoría de juegos*, 1era. Edición, Antoni Bosh, España, 2003

Referencias (3/3)

- [Ryan Porter et al., 2004] Ryan Porter, Eugene Nudelman, and Yoav Shoham. *Simple Search Methods for Finding Nash Equilibrium*. Computer Science Department Stanford University Stanford
- [Takashi Maeda, 2003] Takashi Maeda. *On characterization of equilibrium strategy of two-person zero-sum games with fuzzy payoffs*, Fuzzy Sets and Systems, vol: 139, 2003
- [Van der L. et al., 1987] Van der Laan, G., Talman, A., van der Heyden, L. *Simplicial variable dimension algorithms for solving the nonlinear complementarity problem on a product of unit simplices using a general labelling*. Mathematics of Operations Research. 1987