



Teoría de Juegos

Benjamín López Ortiz
Agosto, 2012

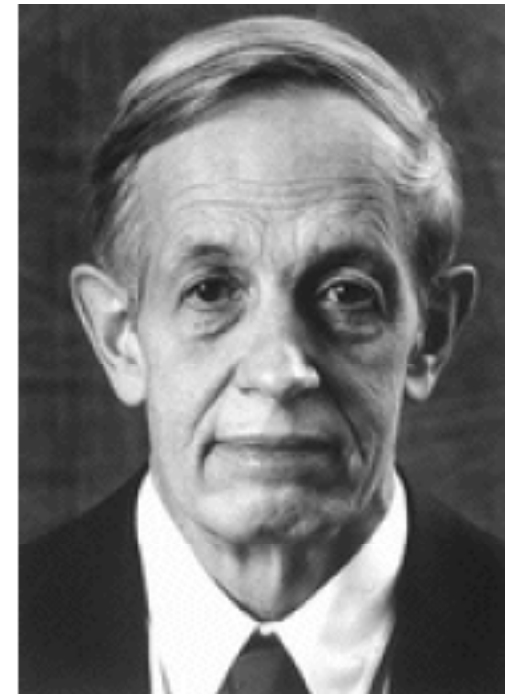
John Von Neumann (1903 – 1957)

- ▶ Fue un matemático húngaro-estadounidense que realizó contribuciones fundamentales en física cuántica, análisis funcional, teoría de conjuntos, ciencias de la computación, economía, análisis numérico, cibernética, hidrodinámica, estadística y muchos otros campos.
- ▶ Desde la década de 1920 estuvo trabajando en la estructura matemática del póker y otros juegos, pero enseguida vio que sus teoremas podían ser aplicados a economía, política, relaciones internacionales, etc.
- ▶ No fue hasta 1944, cuando von Neumann y Morgensten publicaron su libro **Teoría de Juegos y Comportamiento Económico**, que incide en el desarrollo de la programación lineal y la teoría de la decisión estadística de Wald.
- ▶ John Von Neumann demostró matemáticamente que siempre hay un curso racional de acción para juegos de dos jugadores, con intereses completamente opuestos (uno gana y el otro pierde).
- ▶ Esta prueba es conocida como el **Teorema Minimax**.



John F. Nash, (1928 -)

- ▶ John Forbes Nash Jr. es un matemático estadounidense que recibió el Premio Nobel de Economía en 1994 por sus aportes a la teoría de juegos y los procesos de negociación, junto a Reinhard Selten y John Harsanyi.
- ▶ En 1949 escribió un artículo titulado Puntos de equilibrio en juegos de n-personas en el que definía el equilibrio de Nash.
- ▶ A los 21 años se doctoró con una tesis de menos de treinta páginas sobre juegos no cooperativos, bajo la dirección de Albert W. Tucker.



Teorías de la decisión

	Un Objetivo	Varios Objetivos
Un Decisor	Teoría de la Decisión Unipersonal	Teoría de la Decisión Multiobjetivo
Varios Decisores	Teoría de Juegos Cooperativos	Teoría de Juegos No Cooperativos



¿Qué es la teoría de juegos?

- ▶ La **Teoría de Juegos es una teoría matemática** que estudia las características generales de las situaciones competitivas de manera formal y abstracta.
- ▶ La **Teoría de Juegos es útil para tomar decisiones** en casos donde dos o mas personas que deciden se enfrentan en un **conflicto de intereses**.



Teoría de Juegos

- ▶ Estudia la toma de decisiones en interacción (ejemplos: el juego de ajedrez, la negociación política, las estrategias militares).
- ▶ ¿Dónde se utiliza?: estrategias de conflicto, guerras de precios, decisiones de cartel, relaciones sindicato empresa, acuerdos y negociaciones políticas, económicas, militares, etc.



Teoría de Juegos (2)

- ▶ Tradicionalmente la Teoría de Juegos clásica se ha dividido en dos ramas: **Teoría Cooperativa y No Cooperativa.**
- ▶ La Teoría de Juegos No Cooperativa asume que **no hay lugar para comunicación, correlación o acuerdos entre los jugadores, de no** ser explícitamente estipulados por las reglas del juego.
- ▶ Es de interés el describir recomendaciones para los jugadores tales que ninguno tenga incentivos para unilateralmente desviarse (si los demás siguen las recomendaciones, y yo me muevo, pierdo).
- ▶ Esta idea corresponde al concepto de **Equilibrio de Nash. Es el** concepto más importante en **Teoría No Cooperativa y su estudio** formal (John Nash, 1950) marcó un hito en el tema, que le terminó dando a Nash el premio Nobel de Economía en 1994 por su “análisis pionero del equilibrio en la teoría de los juegos no cooperativos”.



Definición de un Juego

- ▶ Un juego es cualquier situación de **decisión** caracterizada por una **interdependencia estratégica**, gobernada por **reglas** y con un **resultado definido**.
- ▶ El resultado que obtiene una empresa depende no sólo de la estrategia que elige, sino también de las estrategias que eligen los competidores guiados por sus propios intereses.



Definición de un Juego (2)

- ▶ La solución de un juego debería indicar a cada jugador qué resultado esperar y cómo alcanzarlo.
- ▶ Los participantes de un juego intentan obtener el mejor resultado para sus intereses. Por lo tanto un juego es un problema de maximización, uno para cada jugador.
- ▶ La teoría de juegos, como cualquier otra teoría general, provee vinculaciones: muestra cómo situaciones aparentemente diversas tienen la misma estructura lógica.



Definición de un Juego (3)

- ▶ La interdependencia genera muchas veces competencia entre los participantes del juego, pero los jugadores también pueden tener algunos intereses compartidos.
- ▶ Un juego puede ser comparado con la división de un pastel cuyo tamaño puede aumentar o reducirse como resultado de acciones de los jugadores.
- ▶ Los jugadores tienen un interés común en agrandar el pastel, pero tendrán intereses en conflicto al momento de acordar la división del pastel.



¿En que consiste un juego?

Un juego consiste en:

- ▶ Al menos dos jugadores
- ▶ Un conjunto de estrategias para cada jugador
- ▶ Una relación de preferencia sobre posibles resultados

El jugador es generalmente una entidad:

- ▶ Individuo, compañía, nación, animal, etc.

Las estrategias:

- ▶ Acciones que un jugador selecciona a seguir.

Las salidas:

- ▶ Determinadas por la mutua selección de estrategias.

Relación de preferencia:

- ▶ Modelada como la utilidad (pago) de un conjunto de salidas.



¿En que consiste un juego? (2)

- ▶ La ***solución de un juego debería indicar a cada jugador qué*** resultado esperar y cómo alcanzarlo.
- ▶ Los ***participantes de un juego intentan obtener el mejor resultado para sus intereses. Por lo tanto un juego es un*** problema de maximización, uno para cada jugador.
- ▶ Determinadas por la mutua selección de estrategias.
- ▶ La ***interdependencia genera muchas veces competencia entre*** los participantes del juego, pero ***los jugadores también pueden tener algunos intereses compartidos.***
- ▶ Un juego puede ser comparado con la ***división de un pastel*** cuyo tamaño puede aumentar o reducirse como ***resultado de acciones de los jugadores.***
- ▶ Los jugadores tienen un interés común en agrandar el pastel, pero tendrán ***intereses en conflicto al momento de acordar la división del pastel.***





Juegos en forma extensiva

- ▶ En un juego en forma extensiva se pueden identificar los siguientes elementos:
 - Los Nodos
 - Las Ramas
 - El sendero
 - Conjunto de Información
 - El cumplimiento de Reglas:
 - La memoria



Juegos en forma extensiva (2)

► Los Nodos

- Nodo Inicial: representa el comienzo del juego
- Nodos finales/ Terminales: Representan el final del juego. Cada uno de ellos llevan a los pagos del juego.



Juegos en forma extensiva (3)

► Las Ramas

Representan las decisiones que los jugadores pueden tomar en los nodos de decisión del juego. Están representadas por flechas.

Empezando desde algún nodo se puede recorrer el árbol siguiendo a cada una de las flechas. Los nodos que se alcanzan de esta forma son llamados los “sucesores” del nodo desde el que se empieza. Desde algún nodo las ramas apuntan a sus “sucesores inmediatos”. Análogamente, haciendo el camino inverso ó hacia atrás, encontramos a los nodos “antecedentes” y los “antecedentes inmediatos”.



Juegos en forma extensiva (4)

► El Sendero

Un sendero a través del árbol es una secuencia de nodos que:

- i. Empiezan con el nodo inicial
- ii. Terminan en un nodo terminal
- iii. Tienen la propiedad de que los nodos sucesivos en la secuencia son los sucesores inmediatos de otro nodo.

Un juego en forma extensiva se representa en forma de “árbol”: en él, hay nodos conectados por ramas. Empezando por algún nodo se puede recorrer el árbol a través de las ramas, que son flechas. Los nodos que se alcanzan de esta forma se denominan “sucesores” del nodo en el cual se ha empezado.



Juegos en forma extensiva (5)

► El cumplimiento de las siguientes reglas:

En un juego en forma extensiva se cumplen las siguientes reglas:

- Regla 1: Cada uno de los nodos son sucesores del nodo inicial. Este último es el único que tiene a todos los restantes nodos como sucesores.
- Regla 2: Cada nodo excepto el nodo inicial, tienen exactamente un antecesor inmediato. El nodo inicial no tiene antecesores. Esto garantiza que los senderos no se cruzarán.
- Regla 3: Si de un mismo nodo se extienden múltiples ramas, cada una de ellas representará distintas acciones.
- Regla 4: Cada uno de los nodos pertenecientes a un conjunto de información no unitario deben tener el mismo número de sucesores inmediatos, y deben tener el mismo conjunto de acciones (representadas en las ramas). La importancia de esta regla, reside en que en caso contrario, cada jugador podría distinguir el nodo exacto en el cual le toca tomar su decisión.



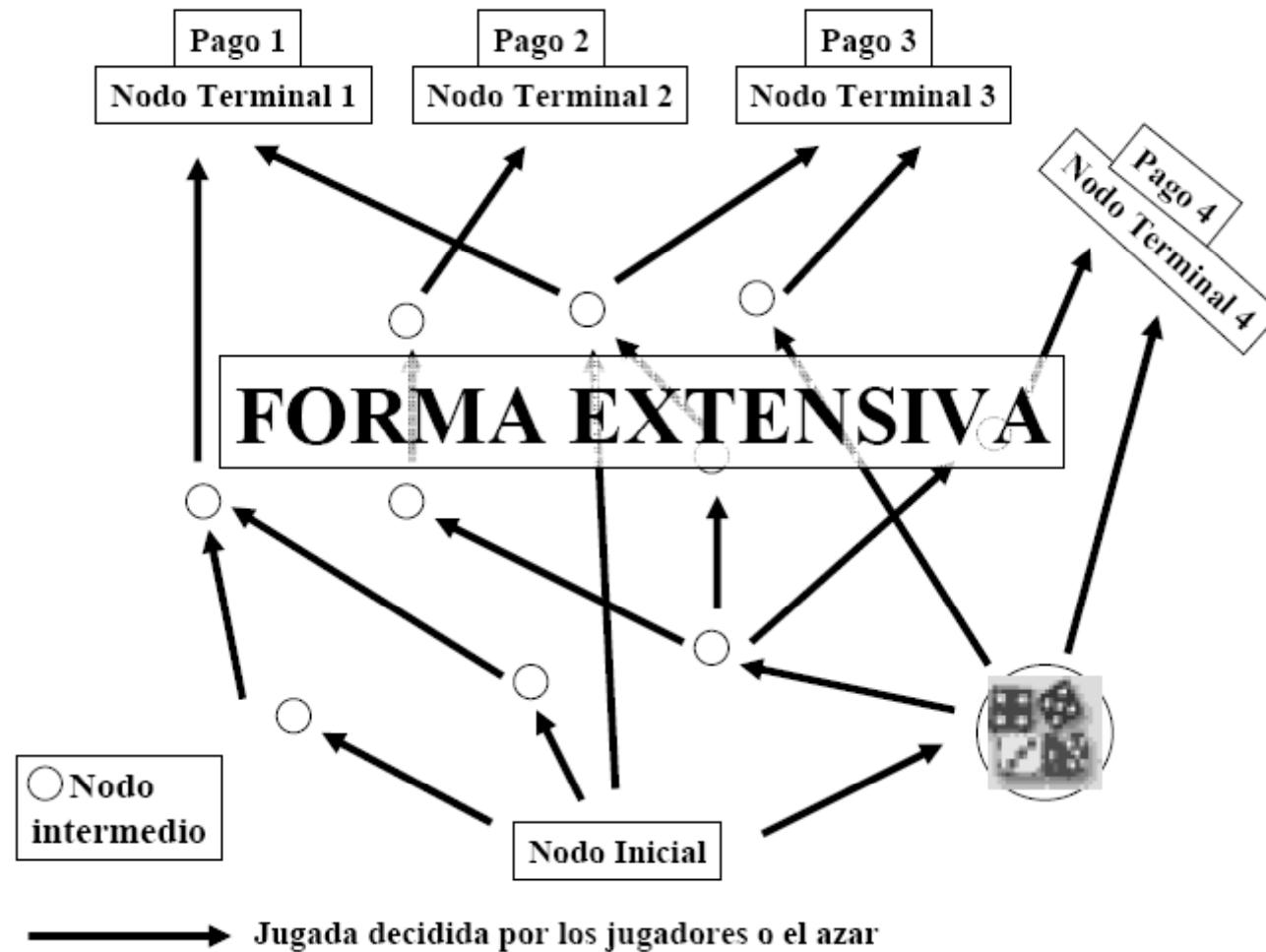
Juegos en forma extensiva (6)

▶ **La Memoria**

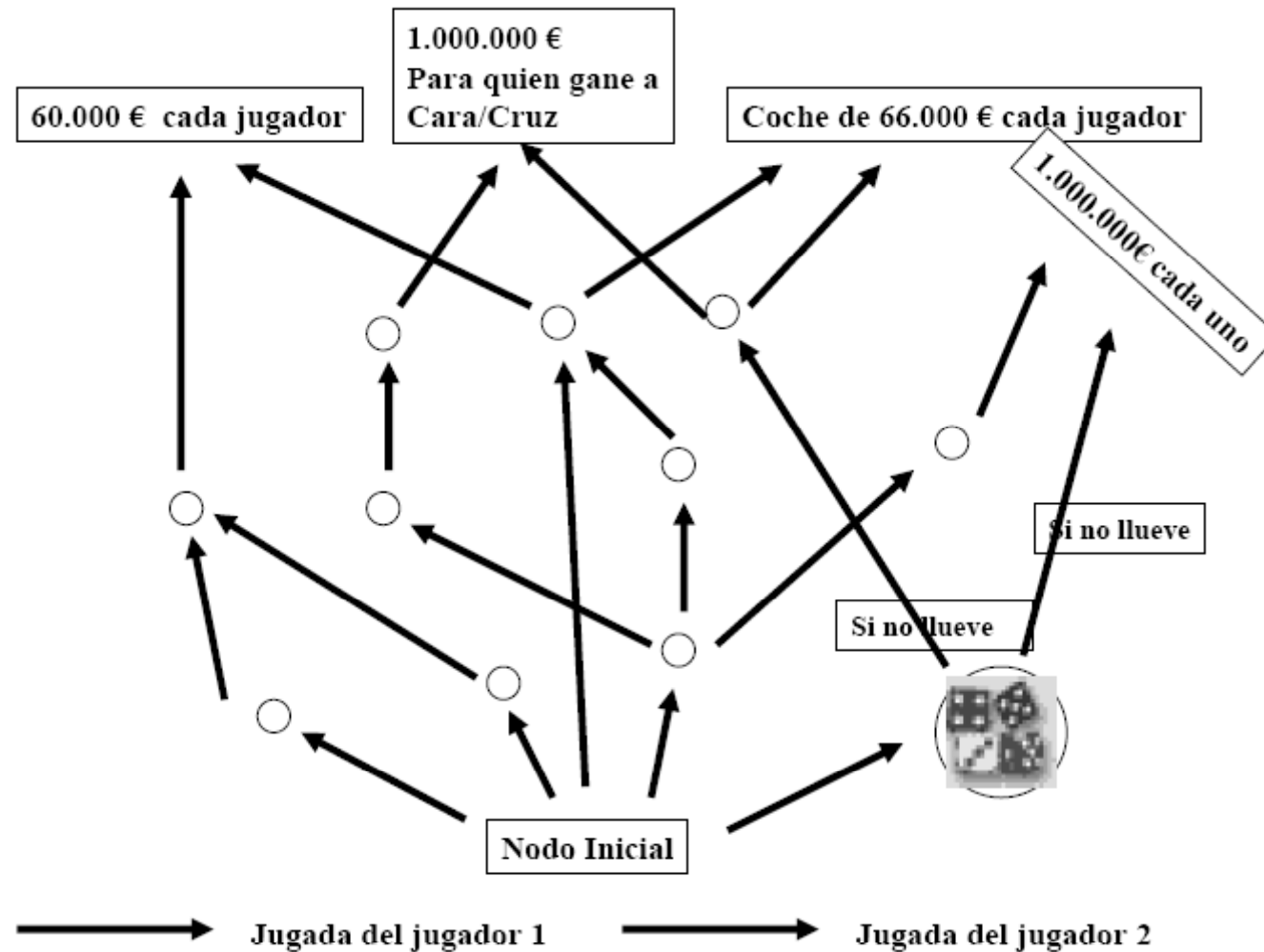
- ▶ Memoria perfecta (Perfect Recall) : Los jugadores recuerdan cuáles han sido las acciones/ decisiones que han elegido/ tomado en el pasado, como también cualquier otro evento que pudo haber ocurrido.
- ▶ Memoria Imperfecta.



Juegos en forma extensiva (7)



Juegos en forma extensiva (8)



Forma extensiva (matemática formal)

$$\Gamma = \langle N, R, Z, \{K_i\}_{i=1, \dots, n}, \{H_i\}_{i=1, \dots, n}, \{A(k)\}_{k \in K \setminus Z}, \{u_i\}_{i=1, \dots, n} \rangle$$

- ▶ N es un conjunto de jugadores, $N = \{1, \dots, N\}$.
- ▶ R es una relación que define un árbol con raíz donde K denota el conjunto de todos los nodos del árbol.
- ▶ Z son los nodos terminales del árbol.



Forma extensiva (matemática formal) (2)

- ▶ $\{K_i\}_{i=1,\dots,n}$ es una partición de $K \setminus Z$ que denota los nodos donde cada jugador juega.
- ▶ Para $i = 1, \dots, N$; H_i es una partición de K_i . Cada $h \in H_i$ denota un conjunto de información.
- ▶ Para $i = 1, \dots, N$, y $k \in K_i$, $A(k)$ denota las acciones posibles del jugador i en el nodo k . Denotamos un elemento de $a \in A(k)$ por a_k . Dados k y $k' \in h \in H_i$ debe cumplirse que $A(k) = A(k')$.
- ▶ Abusando un poco del lenguaje definimos $A(h) = A(k)$, $k \in h$ y denotamos una acción $a \in A(h)$ por a_h .

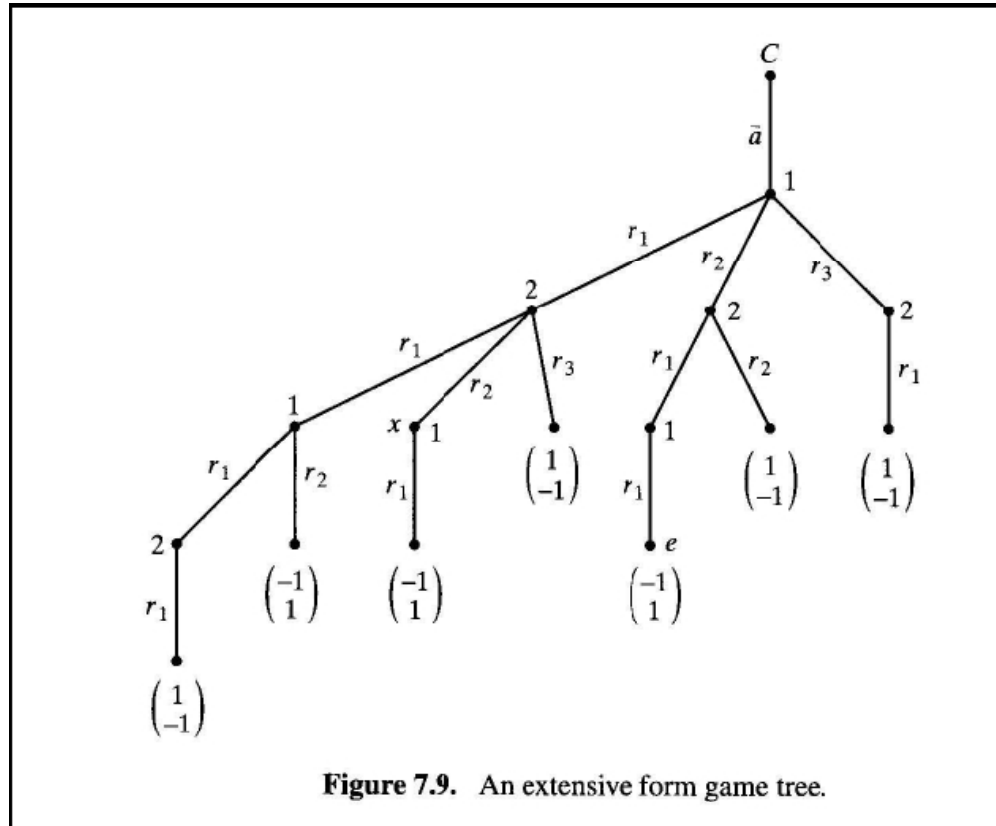


Forma extensiva (matemática formal) (3)

- ▶ Para $i = 1, \dots, N$, y $z \in Z$, $u_i(z)$ denota la utilidad del agente i en caso de que el resultado final del juego sea el nodo terminal z .
- ▶ Interpretamos estas funciones de utilidad como funciones de utilidad (instantáneas) de Von Neumann y Morgenstern. Esto no excluye que existan pagos intermedios.
- ▶ Es fácil extender la definición al caso en que existen nodos en los que sucede algún evento incierto importante para el juego (i.e., jugadas de la naturaleza).
- ▶ Suponer que la naturaleza solo juega al comienzo del juego es sin pérdida de generalidad. Por ejemplo, en Bagamon (Backgammon), se lanzan los dados muchas veces durante un juego. Supongamos que para la totalidad de un juego se lanzan n veces. Entonces podríamos modelar este juego como uno en el que al inicio la naturaleza juega una de 6^n alternativas.

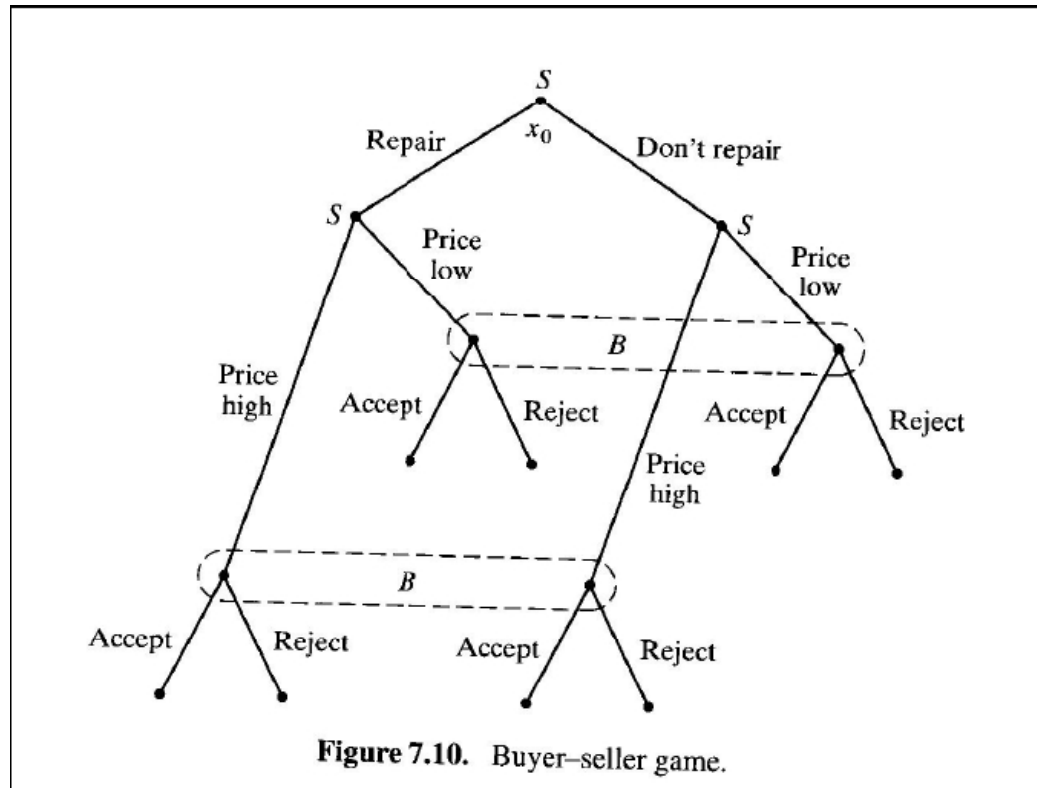


Ejemplos (información perfecta)



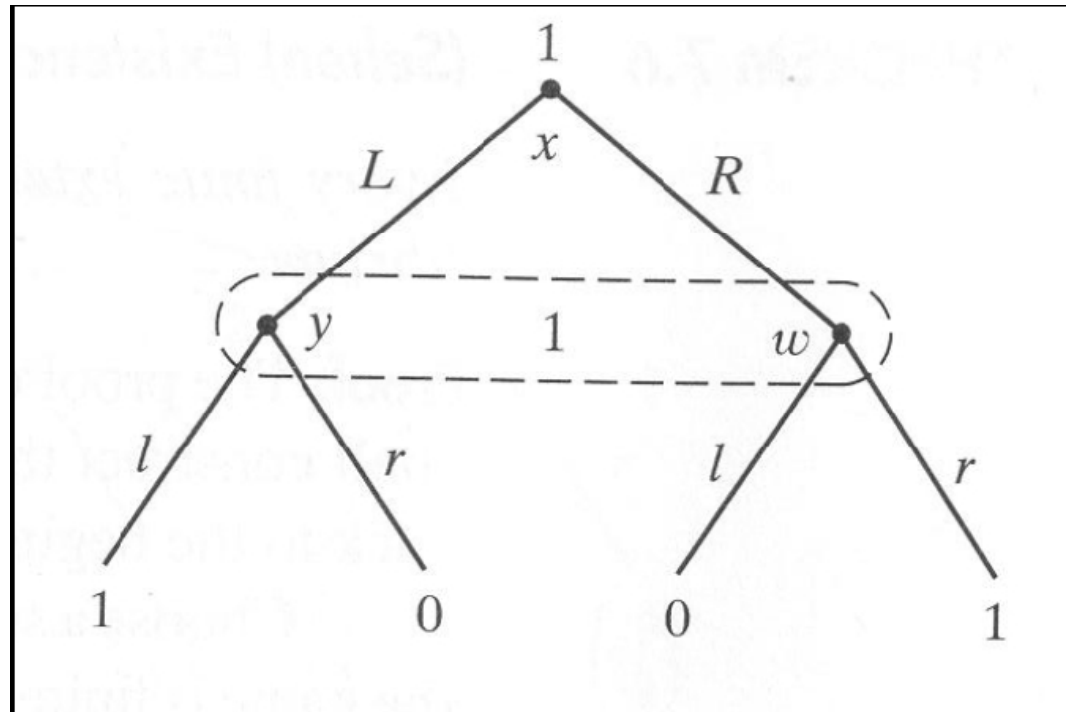
Información perfecta: porque los conjuntos de información tienen un solo nodo

Ejemplos (información imperfecta)



Información imperfecta: algunos conjunto de información tiene más de un nodo.

Ejemplos (memoria imperfecta)

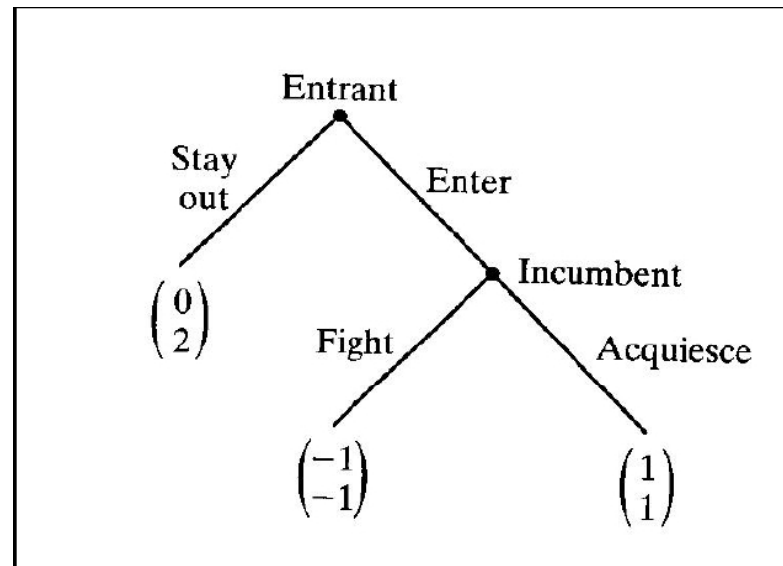


Vamos a concentrarnos en juegos con memoria perfecta.



Ejemplos

- ▶ ¿Cuál es nuestra mejor predicción de este juego?



- ▶ Ahora el objetivo será desarrollar conceptos de equilibrio que exploten las características propias de la descripción de un juego en forma extensiva.
- ▶ Antes de continuar en esa dirección obsérvese que un juego en forma extensiva puede representarse de forma natural como un juego en forma estratégica.





Juegos en Forma Normal

- ▶ Esta manera de describir un juego se basa sólo en estrategias: codifica toda la información de la forma extensiva en una matriz de pagos.



Representación de Juegos de dos jugadores en forma normal

- ▶ Se hace un listado con las estrategias posibles de cada jugador.
- ▶ Se colocan las estrategias en una matriz.
- ▶ Las filas de la matriz corresponden a las estrategias del jugador 1, las columnas a las estrategias del jugador 2.
- ▶ Las ganancias de las ramas terminales se colocan en las casillas correspondientes de la matriz.



Representación de Juegos de dos jugadores en forma normal

- Representación de un juego

Conjunto de estrategias para jugador 1

Conjunto de estrategias para jugador 2

		Jug. 2		
		A	B	C
Jug. 1	A	(2, 2)	(0, 0)	(-2, -1)
	B	(-5, 1)	(3, 4)	(3, -1)

Pago al jugador 1

Pago al jugador 2

Detailed description: The diagram shows a normal form game matrix. The rows represent Player 1's strategies (A, B) and the columns represent Player 2's strategies (A, B, C). Each cell contains a pair of numbers (x, y), where x is the payoff to Player 1 and y is the payoff to Player 2. Arrows point from the first number of each pair to the label 'Pago al jugador 1' and from the second number to 'Pago al jugador 2'. Labels with arrows also identify the row and column headers as the strategy sets for each player.

Función de coalición

- ▶ La función de coalición es una tercer forma de representar un juego, especialmente útil en juegos de caracter cooperativo.
- ▶ Bajo esta forma, solamente se necesita responder las siguientes dos cuestiones:
 - ▶ ¿Cuánto es lo mínimo que puede conseguir cada jugador actuando en forma unilateral?
 - ▶ ¿Cuánto es lo mínimo que pueden obtener los dos jugadores cooperando?



Función de coalición (2)

- ▶ La forma Función de Coalición se usa principalmente para estudiar cómo se reparten las ganancias de la cooperación entre los participantes en un acuerdo.





Juegos simétricos

- ▶ Un juego simétrico es un juego en el que las recompensas por jugar una estrategia en particular dependen sólo de las estrategias que empleen los otros jugadores y no de quién las juegue.
- ▶ Si las identidades de los jugadores pueden cambiarse sin que cambien las recompensas de las estrategias, entonces el juego es simétrico.



Juegos simétricos (2)

- ▶ Muchos de los juegos 2×2 más estudiados son simétricos.
- ▶ Las representaciones estándar del juego de la gallina, el dilema del prisionero y la caza del ciervo son juegos simétricos.

	E	F
E	-9, -9	0, -10
F	-10, 0	-1, -1



Juegos asimétricos

- ▶ Los juegos asimétricos más estudiados son los juegos donde no hay conjuntos de estrategias idénticas para ambos jugadores.
- ▶ Por ejemplo, el juego del ultimátum y el juego del dictador tienen diferentes estrategias para cada jugador; no obstante, puede haber juegos asimétricos con estrategias idénticas para cada jugador.



Juegos asimétricos (2)

- ▶ Por ejemplo, el juego mostrado es asimétrico a pesar de tener conjuntos de estrategias idénticos para ambos jugadores.

	E	F
E	1, 2	0, 0
F	0, 0	1, 2





Interacción estratégica

- ▶ La esencia de un juego de estrategia es la interdependencia entre las decisiones de los jugadores.
- ▶ Hay dos tipos de interacción:
 - ❑ **Secuencial**
 - ❑ **Simultánea**
- ▶ Se debe adaptar la estrategia al contexto correspondiente



Juegos Secuenciales

- ▶ Los juegos secuenciales (o dinámicos) son juegos en los que los jugadores posteriores tienen algún conocimiento de las acciones previas.
- ▶ Este conocimiento no necesariamente tiene que ser perfecto; sólo debe consistir en algo de información.
- ▶ Por ejemplo, un jugador 1 puede conocer que un jugador 2 no realizó una acción determinada, pero no saber cuál de las otras acciones disponibles eligió



Reglas de acción en Juegos secuenciales

- ▶ La primera regla de la estrategia es mirar hacia adelante y razonar hacia atrás.
- ▶ Se anticipan las decisiones futuras y se usan para tomar las decisiones previas.
- ▶ En cada nodo del árbol puede ser el turno de tomar una decisión para un jugador.
- ▶ Alguien que toma una decisión en un punto debe tomar en cuenta no solo sus propias decisiones futuras, sino también las de otros.



Mirar hacia adelante, razonar hacia atrás

- ▶ Para que se pueda aplicar el principio de mirar hacia adelante y razonar hacia atrás, es esencial que las movidas puedan ser observadas por quienes deben elegir luego.
- ▶ La otra condición para aplicar este principio es que las estrategias de cada parte sean irreversibles.
- ▶ Si alguna de estas condiciones no se cumple, desde el punto de vista del razonamiento estratégico el juego es de naturaleza simultánea



Inducción hacia atrás

- ▶ Es el procedimiento de analizar el juego desde el final hacia el principio: desde los conjuntos de información en el final del árbol hasta los conjuntos de información del principio. Permite identificar el Equilibrio de Nash en Estrategias Puras.



Resolución de juegos secuenciales

- ▶ Una estrategia es un plan de acción completo en un juego determinado.
- ▶ Para construir una estrategia primero se identifican cada una de las decisiones que debe tomar el jugador.
- ▶ Hay tantas estrategias como combinaciones de alternativas ofrezca el juego, pero solo hay una estrategia que maximiza los objetivos del jugador.



Juegos Simultáneos

- ▶ Los juegos simultáneos son juegos en los que los jugadores mueven simultáneamente o en los que éstos desconocen los movimientos anteriores de otros jugadores.



Juegos de decisión simultánea: Razonamiento circular

- ▶ Cuando las decisiones son de naturaleza simultánea, cada jugador debe actuar bajo condiciones de ignorancia acerca de la decisión de otros. Cuando llega el momento de descubrir qué es lo que hizo el otro, ya es demasiado tarde para cambiar algo.
- ▶ En estos casos, el razonamiento estratégico consiste en ponerse simultáneamente en los pies de uno y del otro, y figurar cuál es la movida más conveniente para ambos.



Juegos de decisión simultánea: Razonamiento circular (2)

- ▶ La clave para ver a través de las estrategias no visibles pero vinculadas proviene de asumir que las acciones de otros jugadores no son inciertas de un modo impersonal, como en el caso de los estados de la naturaleza: a diferencia de la naturaleza, los otros jugadores también tienen intenciones estratégicas.



Reglas de acción en juegos simultáneos

I. Elegir la estrategia dominante.

- ▶ Una estrategia dominante es la que hace que un jugador esté mejor que si hubiera usado cualquier otra estrategia, sin importar cuál haya sido la estrategia elegida por el otro jugador.
- ▶ El término dominancia se refiere a dominancia sobre las otras estrategias disponibles para uno, no a dominancia sobre el oponente.



Reglas de acción en juegos simultáneos (2)

- ▶ Los juegos en que ambas partes tienen una estrategia dominante son los más simples desde un punto de vista estratégico: hay interacción estratégica, pero con un resultado predeterminado.
- ▶ Si un jugador no tiene una estrategia dominante pero el oponente sí la tiene, hay que anticipar que el oponente va a usar esa estrategia y elegir la jugada propia de acuerdo a ese supuesto.



Reglas de acción en juegos simultáneos (3)

2. Eliminar todas las estrategias dominadas bajo consideración, en forma sucesiva a medida que se va simplificando el juego.

- ▶ Cuando se haya reducido el juego a su máximo nivel de simplicidad se debe confrontar el problema de razonamiento circular: lo que es mejor para uno depende de lo que es mejor para el otro y viceversa.



Reglas de acción en juegos simultáneos (4)

3. Cuando se hayan explorado los caminos de buscar estrategias dominantes y eliminar estrategias dominadas, el paso siguiente es **buscar un equilibrio para el juego**.
- ▶ Un **equilibrio** es una situación en que, dado lo que el otro jugador está haciendo, no hay incentivos para cambiar lo que uno está haciendo.
 - ▶ Que un resultado sea un equilibrio no quiere decir que este equilibrio sea necesariamente lo mejor para todos los jugadores.



Reglas de acción en juegos simultáneos (5)

- ▶ Si hay un equilibrio único, hay buenos argumentos para que todos los jugadores lo elijan.
- ▶ Si hay varios equilibrios, se hace necesario establecer una convención mutuamente aceptada para elegir un equilibrio por sobre otros.
- ▶ Si no hay un equilibrio, esto significa que cualquier conducta sistemática por parte de uno puede ser aprovechada por los rivales, e indica que lo más apropiado es volverse imprevisible.



Equilibrios Eficientes e Ineficientes

- ▶ Un equilibrio es eficiente si no hay un resultado alternativo que deje a algunos jugadores mejor y a ninguno peor.
- ▶ Un equilibrio no es eficiente si hay algún otro resultado que todos encuentren preferible.
- ▶ En un juego puede haber tanto equilibrios eficientes como equilibrios ineficientes.
- ▶ Un equilibrio ineficiente puede corresponderse con una conducta perfectamente racional desde el punto de vista individual.



Resolución de juegos con decisiones simultáneas

- ❖ Construir la matriz de pagos
- ❖ Si uno tiene una estrategia dominante, usarla
- ❖ Si uno no tiene una estrategia dominante pero el otro jugador sí la tiene, asumir que la va a emplear y actuar en consecuencia.
- ❖ Si nadie tiene una estrategia dominante, simplificar el problema eliminando las estrategias dominadas.
- ❖ Si no hay estrategias dominantes ni dominadas, buscar un equilibrio .
- ❖ Si no hay un equilibrio en estrategias puras, recurrir a estrategias mixtas





Racionalidad estratégica

- ▶ En teoría de juegos la racionalidad significa que ***cada jugador hace lo mejor que puede dada la información con que cuenta al momento de tomar la decisión***. Ser racional significa no cometer el mismo error en forma consistente.
- ▶ Dada la interdependencia entre jugadores, una decisión racional debe basarse en una predicción de la respuesta de otros jugadores. Al ponerse uno en los zapatos del otro y predecir entonces la acción que el otro tomaría, se puede elegir el mejor curso de acción propio.



Información perfecta e imperfecta

- ▶ Un jugador tiene información perfecta si conoce exactamente lo que ocurre cada vez que toma una decisión.
- ▶ Un juego tiene información perfecta si cada jugador tiene información perfecta.
- ▶ Si algún jugador no tiene información perfecta, el juego es de información imperfecta.



Juegos con información imperfecta

- ▶ La información es imperfecta si el jugador, en el momento de tomar una decisión, no sabe dónde está en el juego.
- ▶ Para poder incluir información imperfecta en un juego necesitamos un mecanismo para representar el azar y otro que muestre los efectos del azar sobre el juego.
- ▶ Un conjunto de información asignado al azar significa que es el azar el que debe realizar su jugada.
- ▶ Las ramas que parten de un nodo de azar representan probabilidades.
- ▶ Cualquier conjunto de información que contiene más de un nodo refleja que el jugador tiene información imperfecta.



Juegos con información imperfecta (2)

- ▶ Un jugador no sabe en qué nodo estará cuando le corresponda hacer su jugada. Lo único que conoce son las probabilidades con que se llega a cada uno de esos nodos.
- ▶ Aunque la información sea imperfecta, se hace necesario tomar una decisión.
- ▶ Para solucionar su problema de decisión, un jugador debe comparar la utilidad esperada de las alternativas a su disposición.



Juegos con información imperfecta (3)

- ▶ Muchas decisiones deben tomarse sin tener conocimiento completo de sus consecuencias.
- ▶ Los tomadores de decisiones deben decidir no solamente acerca de cuáles riesgos son aceptables sino también acerca de la manera en que las incertidumbres que enfrentan los otros jugadores pueden afectar sus decisiones.
- ▶ La dispersión de información introduce un papel para estrategias ofensivas y defensivas: cómo aprovechar cualquier ventaja informativa propia y cómo limitar las ventajas de información de otros.





Juegos de suma cero y suma variable

- ▶ Los juegos en que los intereses de los jugadores son contrapuestos se llaman juegos de suma cero.
- ▶ Los juegos en que los intereses de los jugadores no se hallan totalmente contrapuestos se llaman juegos de suma variable.
- ▶ La resolución de juegos de suma variable es más difícil que la resolución de juegos de suma cero.



Juegos de suma cero y suma constante

- ▶ En un juego de suma cero, para cada posible resultado del juego la suma de las utilidades de los dos jugadores suma cero: lo que un jugador gana, el otro lo pierde.

$$u_1 + u_2 = 0$$

- ▶ En un juego de suma cero no se crea valor, se redistribuye valor.
- ▶ En un juego de suma constante la suma de las utilidades de los jugadores es una constante k .



Transformando un juego de suma constante a suma cero

- ▶ Se transforman las utilidades absolutas de cada jugador en ventajas relativas al otro jugador:

$$u_1 + u_2 = k$$

$$v_1 = u_1 - u_2$$

$$v_2 = u_2 - u_1$$

$$v_1 + v_2 = 0$$

$$v_1 = 2 u_1 - k$$

$$v_2 = 2 u_2 - k$$

$$v_1 + v_2 = 0$$



Juegos de suma constante, dos jugadores

- ▶ Una estrategia dominante es al menos tan buena como cualquier otra estrategia ante cualquier contingencia y mejor al menos ante alguna contingencia.
- ▶ Si hay una estrategia dominante no importa lo que haga el adversario: lo mejor para uno es jugar la estrategia dominante.



Juegos de suma variable con dos jugadores

- ▶ En un juego de suma variable la suma de las utilidades de los jugadores es diferente según los resultados.
- ▶ Se hace entonces necesario distinguir entre equilibrio y solución.
- ▶ Un resultado ha de ser un equilibrio (condición necesaria) antes de poder ser candidato a solución: si un resultado no es un equilibrio, algún jugador puede mejorar su situación si cambia su estrategia.
- ▶ La condición suficiente para lograr una solución es que el equilibrio provenga de estrategias no dominadas desde el punto de vista de cada jugador.
- ▶ Satisfacer condiciones suficientes no garantiza que haya una solución única.





Conflicto y Cooperación

- ▶ Los dos aspectos esenciales de cualquier situación estratégica son el conflicto y la cooperación.
- ▶ Es poco usual que los objetivos de los participantes sean idénticos. También es inusual que la situación sea de conflicto puro (suma cero).
- ▶ En general hay algunas posibilidades de cooperación que generen una ganancia mutua resultante de la interacción.



Conflicto y Cooperación (2)

- ▶ En un juego de suma cero, las acciones de un jugador afectan la distribución pero no el tamaño de la torta.
- ▶ La mayor parte de los juegos de negocios no son de suma cero: el tamaño de la torta queda determinado por las acciones de los jugadores, por lo que puede pasar que acciones individuales tendientes a lograr una porción mayor resulten en un menor tamaño de la torta.



Conflicto y Cooperación (3)

- ▶ El juego de competencia entre empresas con un resultado ineficiente es bastante común.
- ▶ Los jugadores no tienen incentivos para tomar en cuenta los efectos de sus decisiones sobre otros jugadores, por lo que se llega con frecuencia a resultados ineficientes.
- ▶ Puede haber oportunidades de mutua ganancia provenientes de la interacción entre jugadores, pero la lógica de la situación implica que no se obtengan esas ganancias.



Dilema de los prisioneros

- ▶ Un resultado es eficiente si no existe ningún otro resultado que proporcione a todos los jugadores una ganancia mayor.
- ▶ Todo juego en el que cada jugador tiene una estrategia dominante tiene una única solución que consiste en jugar esa estrategia dominante.
- ▶ Cuando la solución resultante es ineficiente, se está frente a un problema tipo **Dilema de los Prisioneros**:
 - ▶ Los jugadores están presos de sus propias estrategias, a no ser que algo cambie en las reglas del juego.



Buscando eficiencia en acuerdos

- ▶ Ya sea que se busque incentivar la cooperación o la competencia, es necesario primero entender las maneras en que se puede evitar una situación del tipo Dilema de los Prisioneros.
- ▶ El problema consiste en el incentivo que tiene cada jugador para tomar conductas oportunistas que arruinen un acuerdo eficiente.
- ▶ Las preguntas centrales son:
 - ▶ ¿Cómo detectar las conductas desviadas?
 - ▶ ¿Qué tipo de disuasivo puede ser eficaz?



Detección de conductas desviadas

- ▶ Cuando hay varias dimensiones a considerar, la detección se vuelve más complicada.
- ▶ La Ley de Opacidad Creciente postula que la cooperación se focalizará en las dimensiones más transparentes, y la conducta oportunista se volcará a las dimensiones menos observables.
- ▶ Identificar quién hace trampa puede ser más difícil que detectar la presencia de una conducta desviada.



Detección de conductas desviadas (2)

- ▶ Los acuerdos tácitos o explícitos no tienen valor a menos que haya alguna manera de hacer que se cumplan.
- ▶ Detrás de cada buen esquema para incentivar la cooperación hay normalmente un mecanismo efectivo para castigar a quienes se desvíen.

Hay potencial para cooperar cuando hay potencial para castigar.



Disuasivos eficientes

Es más fácil encontrar mecanismos para desalentar la adopción de conductas oportunistas:

- ❑ cuando hay una alta cohesión de grupo (efecto reputación)
- ❑ cuando el juego es de naturaleza repetida y la posibilidad de sufrir represalia lleva a la conclusión que las ganancias de corto plazo por adoptar una conducta oportunista son bajas en relación a la pérdida de largo plazo



Reputación y Oportunismo

- ▶ La conducta oportunista es posible en muchas situaciones.
- ▶ La razón por la cual la conducta oportunista no es más frecuente tiene que ver con el hecho que la reputación es un activo valioso en muchas situaciones de relaciones repetidas.



Criterios de selección de castigos

- ▶ Simplicidad y claridad
- ▶ Certeza e inmediatez
- ▶ Basarse en el principio de economía de fuerzas (mínimo monto suficiente para disuadir de modo de evitar costos muy altos en caso de cometer errores).



Represalias: Ojo por ojo

- ▶ Nunca iniciar el conflicto
- ▶ Nunca dejar sin castigo una conducta desviada.
- ▶ Una vez efectuado el castigo estar dispuesto a cooperar si el otro jugador decide cooperar.
- ▶ El problema es que cada error de percepción desata una cadena de desequilibrios.
- ▶ Quien entra en una conducta tipo feudo no está dispuesto a terminarlo hasta que se considere satisfecho. El conflicto toma una dinámica propia.



Alternativas a ojo por ojo

- ▶ Adoptar una estrategia que sea tolerante cuando un desvío parece ser una excepción y castigue cuando parezca ser la regla:
 - ▶ 1. Comenzar cooperando
 - ▶ 2. Continuar cooperando
 - ▶ 3. Mantener un registro de cuántas veces la otra parte parezca haberse desviado ante una actitud propia de cooperación.
 - ▶ 4. Si este porcentaje parece inaceptable, revertir a ojo por ojo.
 - ▶ 5. Después de un tiempo prudencial, volver a cooperar “bajo libertad condicional”
- ▶ Ojo por ojo se emplea como castigo, no como premio.



Consideraciones respecto a la posibilidad de cooperación en juegos repetidos

- ▶ La comparación entre las alternativas cooperación y oportunismo depende de la tasa de descuento a aplicar.
- ▶ Para ser capaz de tomar represalias, se debe ser capaz de observar efectivamente cualquier desviación.
- ▶ La cooperación no es el único equilibrio posible en un juego repetido.
- ▶ Incluso aunque los jugadores tengan éxito en llegar a una conducta cooperativa se deberá negociar cuál de los múltiples resultados cooperativos se va a acordar.





Conductas estratégicas

- ▶ Una conducta estratégica señala un compromiso de apartarse de un equilibrio y está diseñada para alterar las expectativas y acciones de otros en direcciones que sean favorables para uno.
- ▶ Su característica distintiva es que se busca deliberadamente limitar las opciones de las que uno dispone.
- ▶ La falta de libertad resultante tiene valor estratégico en la medida que cambie las expectativas de los otros jugadores respecto a las posibles acciones propias.
- ▶ Una conducta estratégica tiene carácter preventivo: los demás jugadores pasan a analizar el juego como si fuera de naturaleza secuencial.



Jugadas incondicionales

- ▶ Una jugada incondicional es de tipo preventivo: un jugador se mueve primero y su acción queda prefijada para los demás.
- ▶ Una jugada incondicional le da una ventaja estratégica al jugador que es capaz de reconocer la ventaja y de moverse primero.



Jugadas condicionales

- ▶ A veces no es necesario actuar antes para lograr la ventaja estratégica. Puede resultar suficiente anunciar con anticipación el compromiso de ajustar las acciones propias a una regla de respuesta condicionada por las acciones de otros.
- ▶ Las reglas de respuesta pueden ser de dos tipos: amenazas y promesas.



Amenazas

- ▶ Una amenaza es una regla de respuesta que castiga a quienes no cooperan
- ▶ Una amenaza **compulsiva** está diseñada para inducir a alguien a tomar un curso de acción favorable a nuestros intereses
- ▶ Una amenaza **disuasiva** está diseñada para prevenir que alguien tome un curso de acción desfavorable a nuestros intereses
- ▶ Las amenazas tienen una característica en común: ambas partes se perjudican si la amenaza se lleva a cabo



Promesas

- ▶ Una promesa es una oferta de recompensar a quien coopere.
- ▶ Una promesa **compulsiva** está diseñada para inducir a alguien a tomar un curso de acción favorable a nuestros intereses.
- ▶ Una promesa **disuasiva** está diseñada para prevenir que alguien tome un curso de acción desfavorable a nuestros intereses.
- ▶ Las promesas tienen una característica común: una vez que el otro jugador adopta (o no) el curso de acción objeto de la promesa, hay un incentivo para cumplir la promesa.



Promesas (2)

- ▶ La característica común de promesas y amenazas es que la regla de respuesta compromete a un jugador a ejecutar acciones que de otro modo no haría.



Otras jugadas estratégicas

En lugar de establecer una regla de respuesta, un jugador puede adoptar alguna de las siguientes estrategias:

- ▶ 1. Esperar que otros hagan una jugada incondicional antes de responder.
- ▶ 2. Esperar que alguien formule una amenaza antes de hacer algo.
- ▶ 3. Esperar que alguien formule una promesa antes de hacer algo.
- ▶ 4. Tomar medidas preventivas para que alguien no haga una jugada incondicional.



Credibilidad estratégica

- ▶ Prometer o amenazar son acciones del juego que pueden tener influencia sobre las decisiones de otros que tienen que jugar más adelante.
- ▶ Cualquier estrategia que contenga una promesa o una amenaza cuyo cumplimiento tenga un coste para el jugador que la efectúa sufre de un problema de credibilidad.



Credibilidad estratégica (2)

- ▶ Cuando los otros jugadores perciban que uno tiene libertad para actuar, también percibirán que uno tiene libertad para ceder.
- ▶ Sin credibilidad, no hay conducta estratégica viable.
- ▶ La credibilidad se construye sobre la base de un compromiso visible que implique que revertir la decisión anunciada sea excesivamente costoso.



Compromisos costosos

- ▶ Cada vez que una empresa incurre en un costo fijo incurre en el compromiso costoso de llevar a cabo una determinada acción futura, que puede emprender o puede no emprender.
- ▶ Un costo fijo representa el costo de una oportunidad desaprovechada.



Logrando credibilidad estratégica

- ▶ Acciones para cambiar los pagos del juego: el objetivo es lograr que sea en interés propio mantener el compromiso asumido. Esto se facilita si se cambia una amenaza por un aviso y una promesa por una seguridad
 - ▶ 1. Establecer y mantener una reputación
 - ▶ 2. Escribir contratos



Logrando credibilidad estratégica (2)

- ▶ Acciones para limitar la capacidad propia para renegar de un compromiso:
 - ▶ 3. Cortar comunicaciones
 - ▶ 4. “Quemar las naves”
 - ▶ 5. Dejar el resultado librado a la suerte
 - ▶ 6. Compromiso gradual (escalada)



Logrando credibilidad estratégica (3)

- ▶ Valerse de otros para mantener el compromiso:
 - ▶ 7. Desarrollar credibilidad integrando un equipo o alianza
 - ▶ 8. Contratar a terceros que actúen por cuenta nuestra





Estrategias Puras y Mixtas

- ▶ Una estrategia pura es aquella que especifica por adelantado todo lo que un jugador debe hacer.
- ▶ Un equilibrio en el que todos los jugadores usan una estrategia pura es un equilibrio en estrategias puras.
- ▶ Cualquier estrategia donde intervenga un componente de azar es una estrategia mixta.
- ▶ Un equilibrio en el cual al menos un jugador sigue una estrategia mixta es un equilibrio en estrategias mixtas.



Razones para usar una estrategia mixta

- ▶ Un jugador usa una estrategia mixta cuando no quiere ser completamente previsible.
- ▶ Una estrategia mixta es una distribución de probabilidad de estrategias puras: existe la probabilidad de emplear al menos dos estrategias puras.
- ▶ El nivel adecuado de imprevisibilidad no debería dejarse librado al azar:
un jugador que usa una estrategia mixta fija las probabilidades que gobiernan el mecanismo aleatorio de decisión de modo de maximizar su utilidad esperada.



Equilibrio en estrategias mixtas

- ▶ Cada estrategia pura que se usa como parte de una estrategia mixta tiene el mismo valor esperado.
- ▶ La razón es que si una estrategia pura recibiera una ganancia menor que otra, entonces debería usarse la estrategia que recibe una ganancia mayor y debería excluirse la estrategia pura que recibe una ganancia menor.



Equilibrio en Estrategias Mixtas (2)

- En un equilibrio de estrategias mixtas el oponente que usa una estrategia mixta hace que uno sea indiferente entre sus estrategias puras, del mismo modo que cuando uno usa una estrategia mixta hace que su oponente sea indiferente entre sus estrategias puras.
- El equilibrio en estrategias mixtas es simétrico: ambas empresas adoptan la misma estrategia y obtienen las mismas ganancias.



Equilibrio en Estrategias Mixtas (3)

- Un equilibrio en estrategias mixtas puede ser ineficiente: una empresa ganaría más usando una estrategia pura si supiera cuál es la estrategia pura que usará el oponente.
- Si un jugador anunciara su estrategia pura sería fácilmente aprovechado por el otro jugador, por lo que no tiene ningún incentivo para actuar de manera previsible.



Equilibrio en Estrategias Mixtas (4)

- ▶ En un juego del tipo Oportunidad de Mercado se llega a un equilibrio ineficiente en estrategias mixtas porque chocan los principios de Eficiencia y de Justicia.
- ▶ El Principio de Eficiencia indica buscar el equilibrio con las mayores ganancias totales
- ▶ El Principio de Justicia requiere un equilibrio en que ningún jugador gane a costa del otro.
- ▶ Los dos principios no pueden satisfacerse simultáneamente.



Equilibrio en Estrategias Mixtas en Problemas de Coordinación

- ▶ Cuando los equilibrios alternativos en estrategias puras son simétricos, es posible obtener un equilibrio simétrico en estrategias mixtas que puede no ser eficiente.
- ▶ Cuando el juego es ligeramente asimétrico, se obtiene un equilibrio asimétrico en estrategias mixtas que puede lograr que no haya conflicto entre eficiencia y simetría.



Estrategias Mixtas y Señuelos

- ▶ En un juego con información imperfecta un jugador puede tener información valiosa para el oponente y por lo tanto revelar esta información puede ser perjudicial. En este caso también hay que tratar de ser imprevisible
- ▶ Adoptar una conducta estratégica puede revelar información valiosa. El propósito de los señuelos es evitar que el oponente sea capaz de inferir lo que el jugador sabe
- ▶ Un equilibrio en estrategias mixtas indica la frecuencia con que un jugador debe lanzar señuelos para proteger su información





Juegos con n-jugadores

- ▶ Un jugador es un **aguafiestas** si no puede ganar pero puede determinar quién gana.
- ▶ A un jugador que recibe ganancias pero no tiene poder de decisión se le llama **títere estratégico**.
- ▶ Desde el momento que hay más de dos jugadores, un juego de suma cero en forma normal puede tener soluciones que no tengan el mismo valor que el del juego de dos jugadores.



Juegos con n -jugadores (2)

- ▶ Si el resultado final del juego depende de la decisión de un tercero, el juego es indeterminado.
- ▶ Cuando no hay aguafiestas, los resultados de los juegos con dos jugadores se cumplen también para tres jugadores.
- ▶ Los fallos de coordinación son más probables a medida que aumenta la cantidad n de empresas que deben coordinar sus acciones.



Ganancias resultantes del intercambio.

- ▶ Si hay intercambio voluntario es porque debe ser beneficioso para ambas partes.
- ▶ El intercambio es una forma de creación, el acto social de intercambiar produce valor del mismo modo que el acto de producir algo.
- ▶ En un intercambio voluntario hay ganancia para ambas partes, aunque la distribución de esta ganancia sea desigual.



Aspectos que condicionan los beneficios del intercambio: INFORMACIÓN

- ▶ Es raro que ambas partes cuenten con toda la información que querrían tener antes de tomar una decisión.
- ▶ Se pueden cometer errores por falta de información que recién se podrán comprobar luego de efectuada la transacción.
- ▶ El intercambio voluntario es mutuamente beneficioso cuando se evalúa de acuerdo a las preferencias personales de las partes y la información con que cuentan al momento de tomar la decisión.



Orígenes de beneficios del intercambio

- ▶ Los beneficios del intercambio se generan por la existencia de diferencias entre el comprador y el vendedor:
- ▶ Diferencias en preferencias (evaluaciones subjetivas de valor)
- ▶ Ventajas comparativas: diferencias en las capacidades productivas de ambas partes
- ▶ Diferencias en expectativas: si el valor de un ítem es incierto al momento de la transacción y el comprador cree que vale más que lo que estima el vendedor hay posibilidades de lograr un intercambio mutuamente beneficioso.



Origenes de beneficios del intercambio (2)

- ▶ La mayor parte de una negociación consiste en identificar beneficios potenciales del intercambio.
- ▶ Los negociadores experimentados tienen la habilidad de encontrar condiciones para una mutua ganancia, sobre la base de diferencias en preferencias, capacidades productivas y expectativas.



Orígenes de beneficios del intercambio (3)

- ▶ Si las ganancias provenientes del intercambio son tan grandes como es factible, la transacción es eficiente: se han usado todas las posibilidades mutuamente beneficiosas.
- ▶ La eficiencia se puede ver comprometida cuando en función de la racionalidad individual cada parte persigue obtener una mayor porción de la torta sin tener en cuenta los efectos de sus acciones sobre los otros jugadores.



Negociación

- ▶ Para que una negociación sea mutuamente fructífera tiene que haber algún potencial de beneficios provenientes del intercambio.
- ▶ Esto se puede representar mediante un área de superposición de intereses o espacio de negociación
- ▶ Cuando hay un espacio de negociación, hay muchos resultados eficientes posibles.
- ▶ El conflicto a resolver en forma negociada se plantea en relación a como repartir los beneficios de la cooperación.



Precios de Reserva

- ▶ El vendedor al elaborar su posición inicial debe conjeturar cuál es el precio de reserva del comprador, el precio máximo que el comprador esté dispuesto a convalidar.
- ▶ El comprador, al decidir si debe rechazar las demandas del vendedor, debe estimar cuál es el precio de reserva del vendedor, el precio mínimo al cual el vendedor está dispuesto a concretar la operación.



Resultado de la negociación

- ▶ El resultado de la negociación (cómo se van a distribuir los beneficios del intercambio) dependerá en forma crucial de las expectativas de cada negociador acerca del precio de reserva de la contraparte, por lo que cada parte encontrará que está en su interés afectar la formación de expectativas de la otra parte.



Formación de Expectativas

- ▶ Alternativas a un acuerdo negociado disponibles para cada parte
- ▶ Costo de demora en llegar a un acuerdo
- ▶ Capacidad de asumir conductas estratégicas con el objetivo de manipular las expectativas de la contraparte: compromisos irreversibles o uso selectivo de información.



Alternativas a un acuerdo negociado

- ▶ Cuanto más atractivas sean las oportunidades alternativas para un negociador, más favorable tenderá a ser el resultado de la negociación para él.
- ▶ El poder de negociación propio está inversamente correlacionado con lo buenas que sean las alternativas de la contraparte
- ▶ El tiempo, esfuerzo y plata que se invierta en desarrollar alternativas propias o en reducir las de la contraparte tendrán un retorno incluso si se llega a un acuerdo y no hace falta activarlas.



Costo de Demora en llegar a Acuerdo

- ▶ La participación de una parte en las ganancias del intercambio será mayor cuanto menor sea su costo por esperar para llegar a un acuerdo en relación al costo de demora para la contraparte en la negociación.
- ▶ Si el costo de demora propio es menor que el de la contraparte, se tiene una ventaja cuando se cuenta con la posibilidad de amenazar en forma implícita o explícita con retrasar el acuerdo, aunque no se llegue a ejecutar la amenaza.



Puntos Focales

- ▶ Se llega a un acuerdo cuando convergen las expectativas de las partes en la negociación: se comparten creencias mutuamente consistentes acerca de lo que la otra parte podrá acordar.
- ▶ Un punto focal es un procedimiento comunmente aceptado que sirve para resaltar un resultado en particular y funciona como un núcleo de convergencia de posiciones.



Negociación

- ▶ En una negociación las partes buscan llegar a un acuerdo sobre la división de una ganancia total.
- ▶ Hay dos características generales que deben tenerse en cuenta al planificar una negociación:
 - ▶ 1. Las reglas del juego
 - ▶ 2. Cuáles son las consecuencias para cada parte en caso de no llegar a un acuerdo.



Negociación (2)

- ▶ Una característica esencial de las negociaciones es que el tiempo es oro.
- ▶ Cuando una negociación se prolonga, la “torta” comienza a achicarse.
- ▶ Incluso si ambas partes reconocen esa pérdida, pueden elegir no llegar a un acuerdo mientras tengan la esperanza que los costos de negociar pueden ser más que balanceados por un acuerdo posterior más favorable a sus intereses.



Negociación (3)

- ▶ La tasa de “achicamiento” de la ganancia a repartir es diferente bajo diferentes situaciones.
- ▶ En un proceso de negociación típico, la tasa de “achicamiento” es lo suficientemente lenta como para que haya tiempo de efectuar ofertas y contraofertas antes que la “torta” desaparezca.
- ▶ Bajo condiciones de horizonte de negociación largo, no importa quién hace la primer oferta



Negociación (4)

- ▶ El principio de mirar hacia adelante y razonar hacia atrás puede determinar el resultado del proceso incluso antes de empezar.
- ▶ El momento conveniente para efectuar la maniobra estratégica puede ser cuando se están decidiendo las reglas del juego.
- ▶ El juego de la negociación no se juega hasta sus últimas instancias: el hecho que se puedan invocar algunas provisiones si no se llega a un acuerdo es crucial en el cálculo de lo que es una oferta aceptable.



Preparando una Negociación

I. Conocerse a uno mismo

- ▶ Considerar qué puede pasarle a uno si no se llega a un acuerdo.
- ▶ Repasar alternativas disponibles y asignar un valor a la mejor alternativa a un acuerdo negociado que se tenga. Este valor es el precio de reserva propio: marca uno de los límites de la negociación.
- ▶ Elaborar los argumentos a usar en la negociación.



Preparando una Negociación (2)

2. Conocer a la contraparte

- ▶ Considerar qué puede ocurrirle a la contraparte si no se llega a un acuerdo.
- ▶ Inferir sus alternativas.
- ▶ Estimar, aunque sea en forma probabilística, su precio de reserva.
- ▶ Investigar sus antecedentes y su estilo negociador.



Preparando una Negociación (3)

3. Pensar en las convenciones de la negociación en cada contexto

- ▶ ¿Cuántas rondas de negociación son aceptables?
- ▶ ¿Puede hacerse una negociación por etapas?
- ▶ ¿Cuál es el precio de reserva para cada etapa?



Preparando una Negociación (4)

4. Considerar la logística de la situación

- ▶ ¿Quién debería negociar?
- ▶ ¿Conviene asignar roles a los negociadores que intervengan por nuestra parte?
- ▶ ¿Dónde y cuándo se desarrollarán las negociaciones?



Preparando una Negociación (5)

- ▶ **5. Tratar de hacer un juego de roles antes de ir a la negociación.**
- ▶ **6. Sobre la base de lo aprendido en los puntos anteriores, fijar los niveles de aspiración propios.**



Comienzo de la negociación

- ▶ ¿Quién debería hacer la primera oferta?
- ▶ Tantear la reacción propia a una primera oferta extrema.
- ▶ Proteger la integridad de la posición propia



La danza de la negociación

- ▶ Evaluar el patrón de concesiones
- ▶ Revisar percepciones acerca del precio de reserva de la contraparte.
- ▶ Revisar los niveles de aspiración propia.



Cerrando la negociación

- ▶ Formular compromisos
- ▶ Salir con elegancia de compromisos previos.
- ▶ Ayudar a la contraparte a salir con elegancia de compromisos previos.
- ▶ Ampliar el campo de la negociación.

