

TEMA 3. FUNDAMENTOS DE TEORÍA DE JUEGOS PARA EL ANÁLISIS ESTRATÉGICO

1. Introducción a la teoría de juegos
2. Juegos estáticos
3. Juegos dinámicos
4. Juegos repetidos
5. Limitaciones de la teoría de juegos

1. INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE JUEGOS

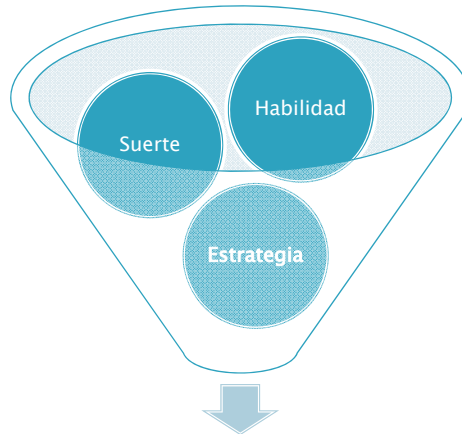
¿Qué es un juego?

- Situación en la que **dos** o más individuos, sometiéndose a unas **reglas** preestablecidas deben tomar **decisiones** que, consideradas conjuntamente, conducen a un **resultado**

¿Qué es la teoría de juegos?

- Ciencia que estudia el comportamiento **racional** en situaciones de interdependencia estratégica (es decir, juegos)

¿De qué depende el resultado de un juego?



Dados, 100 metros lisos, 3 en raya,
Ciclismo, Tenis, Fútbol, Póker

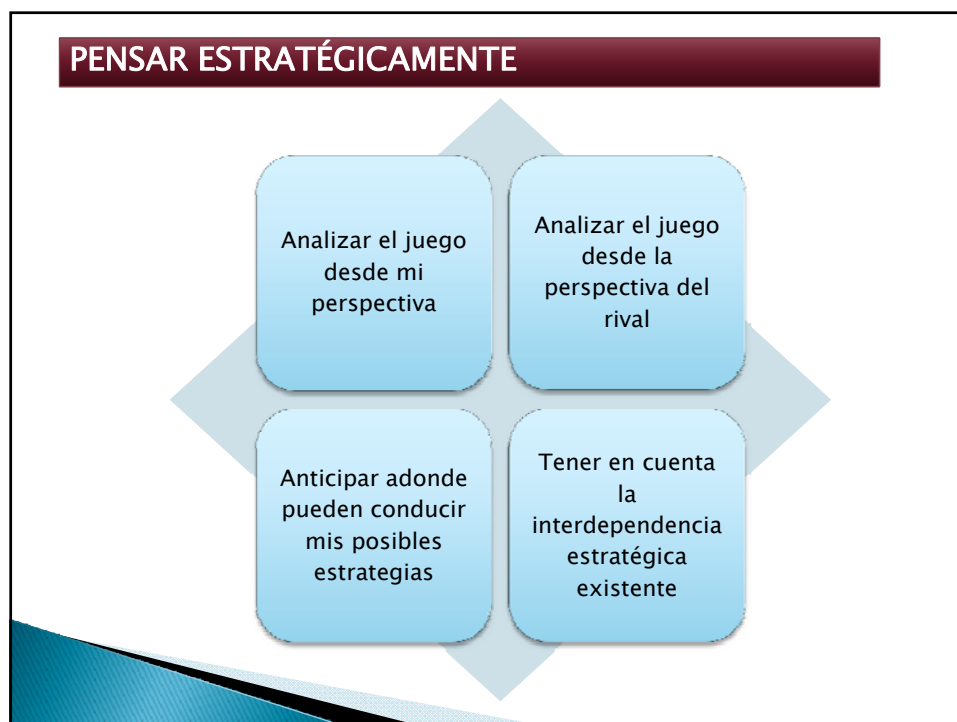
COMPORTAMIENTO ESTRATÉGICO (Negocios)

Juego

- Adopción estándar
- Auditoría
- Guerra de estándares
- Expansión de capacidad
- Control de emisiones
- Financiación externa

Comportamiento

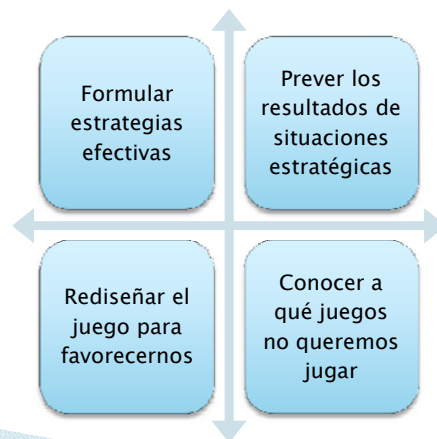
- Coordinación
- Cazador/cazado
- Desgaste
- Compromiso
- Free-riding
- Manipular información



PENSAR ESTRATÉGICAMENTE

¿Saber teoría de juegos me asegura ganar?

- NO, pero ayuda a pensar estratégicamente



TIPOS DE JUEGO

Estático (simultáneo) o dinámico (secuencial)

- Ajedrez, Pares o nones, Fútbol

Conflicto o cooperación

- Ajedrez, Comercio internacional, Confrontación nuclear

Una vez o repetido

- Adopción de estándares tecnológicos, Ofertas supermercados, Control de emisiones

Información completa o incompleta

- Ajedrez, F1, Póker

ELEMENTOS DE UN JUEGO

Estrategias

- Juegos estáticos: estrategia=acción
- Juegos dinámicos: estrategia=plan de juego

Pagos

- Resultados posibles: orden, cantidad, valor esperado, etc.

Racionalidad

- La teoría de juegos asume un comportamiento racional

Reglas

- Las reglas son perfectamente conocidas antes de jugar

Conocimiento común

- Todos los jugadores saben que todos los jugadores son racionales y conocen perfectamente el juego y todos saben que todos saben esto.....etc

2. JUEGOS ESTÁTICOS

Concepto

- Cada jugador toma su decisión sin saber la decisión que está tomando su contrincante (en realidad da lo mismo si las decisiones se toman a la vez o no; lo importante es que no se conozca la decisión de los oponentes en el momento de decidir)

Ejemplos

- Desarrollo de modelos de automóvil
- Votaciones secretas
- Subastas a sobre cerrado

TIPOS DE ESTRATEGIAS

Discretas

- Número finito de acciones posibles
- Pares, nones. Piedra, papel, tijera.

Continuas

- Número infinito (o muy grande) de acciones posibles
- Fijar un precio entre 1 y 100 euros

Puras

- La estrategia consiste en realizar una acción concreta con probabilidad del 100%
- Mostraré un número par de dedos

Mixtas

- La estrategia consiste en decidir una distribución de probabilidad sobre las estrategias puras
- Mostraré un número par de dedos con probabilidad 0.5 y un número impar con probabilidad 0.5

REPRESENTACIÓN EN FORMA NORMAL

Forma matricial (matriz de pagos)

- La representación en forma normal de un juego simultáneo se realiza utilizando una matriz en la que se representan las estrategias (puras) de cada jugador y los resultados (pagos) a los que se llega en cada posible combinación de estrategias

		Jugador 2	
		H	D
Jugador 1	A	10, 20	20, 30
	B	5, 40	4, 2

¿CÓMO RESOLVER UN JUEGO ESTÁTICO?

Regla N° 1. Buscar estrategia dominante

- Una estrategia es dominante para un jugador cuando es mejor que todas las demás disponibles. Es decir, siempre proporciona mejores resultados al jugador que cualquier otra estrategia disponible, con independencia de la estrategia del oponente

Regla N° 2. Eliminación iterativa de estrategias dominadas

- Una estrategia está dominada para un jugador cuando dispone de otra estrategia que es mejor. Es decir, hay otra estrategia que proporciona mejores resultados al jugador, con independencia de la estrategia del oponente

Regla N° 3. Equilibrio de Nash

- Solución razonable y estable para todos los jugadores
- Un par de estrategias forman un equilibrio de Nash de un juego cuando a la vista de los resultados, ambos jugadores están satisfechos con su estrategia. Es decir, no podrían haber mejorado su resultado individual desviándose unilateralmente del equilibrio. Los jugadores juegan su mejor respuesta de manera simultánea. La racionalidad de este equilibrio no está en el proceso sino en el resultado

ESTRATEGIAS DOMINANTES

		Jugador 2	
		H	D
Jugador 1	$\hat{A}$	$\hat{10}, 20$	$\hat{20}, \hat{30}$
	B	$5, \hat{40}$	$4, 2$

ELIMINACIÓN DE ESTRATEGIAS DOMINADAS

		J_2		
		J	K	L
J_1	A	1, 0	1, 2	0, 1
	B	0, 3	0, 1	2, 0

Diagram illustrating the elimination of dominated strategies in a 2x3 game matrix. Player J_1 has strategies A and B. Player J_2 has strategies J, K, and L. The matrix shows payoffs for each strategy combination. Strategy L for J_2 is dominated by strategy K (since $1, 2 > 0, 1$ and $0, 1 > 2, 0$). Strategy B for J_1 is dominated by strategy A (since $1, 0 > 0, 3$ and $1, 2 > 0, 1$). The cell (A, K) with payoff (1, 2) is circled, indicating it is the outcome after eliminating dominated strategies.

EQUILIBRIO DE NASH

		J_2		
		F	G	H
J_1	A	0, 4	4, 0	5, 3
	B	4, 0	0, 4	5, 3
	C	3, 5	3, 5	6, 6

Diagram illustrating the Nash equilibrium in a 3x3 game matrix. Player J_1 has strategies A, B, and C. Player J_2 has strategies F, G, and H. The matrix shows payoffs for each strategy combination. The Nash equilibrium is at (C, H) with payoffs (6, 6), as both players have no incentive to deviate from this strategy combination.

ARQUETIPOS EN JUEGOS ESTÁTICOS

Dilema del prisionero

- Representa un juego de **cooperación**
- Es posible obtener un buen resultado pero hay que cooperar para alcanzarlo

Batalla de los sexos

- Representa a los juegos de **coordinación**
- Existen buenos resultados pero hay que coordinarse para alcanzarlos

Juego del cobarde

- Representa un juego de **compromiso**
- Para llegar al resultado deseado es necesario comprometerse con la estrategia que conduce a dicho resultado

DILEMA DEL PRISIONERO

El dilema del prisionero es un arquetipo clásico de juego simultáneo que guarda grandes similitudes con varias situaciones reales en el mundo de los negocios y de la política (competencia en precios, contaminación, bienes públicos).

Dos sospechosos son detenidos y acusados de haber cometido un grave crimen. El fiscal sabe que son culpables pero no tiene pruebas válidas ante un juez. Sin embargo, sí tiene pruebas de un delito de menor gravedad por el que puede condenarlos a 5 años de cárcel. Si son condenados por el crimen la pena alcanzaría presumiblemente los 30 años. El fiscal les propone, por separado, el siguiente trato. Si delatas a tu *compinche* retiraré los cargos contra ti por el delito menor. De este modo, los detenidos se enfrentan a un juego simultáneo —no pueden decidir sobre la base de lo que ha decidido el otro puesto que están incomunicados—, donde cada uno de ellos puede adoptar dos estrategias: Delatar o No delatar al compañero. Intenta representar el juego en forma normal

LA BATALLA DE LOS SEXOS

La metáfora que plantea este juego pretende ilustrar los problemas para alcanzar la coordinación entre empresas cuando dicha coordinación es necesaria para lograr buenos resultados. La versión original del juego contiene elementos algo sexistas que reflejan el momento histórico de su formulación (1957). Modificando un poco el juego para intentar suavizar su componente sexista, contemplemos a una pareja que planea cómo pasar una tarde. Ella prefiere ir al fútbol, mientras que Él prefiere ir al teatro. En cualquier caso, ambos prefieren ir juntos a ir por separado.

		Él	
		Fútbol	Teatro
Ella	Fútbol	10, 8	1, 1
	Teatro	0, 0	8, 10

JUEGO DEL COBARDE

Al contrario que en La Batalla de los Sexos, en este juego se ilustra una situación en que las empresas están interesadas en diferenciarse. Es decir, una estrategia es rentable solo si la sigue una única empresa. La metáfora para ilustrar la situación es la siguiente: dos conductores compiten por ver quién es más valiente, para lo cual se sitúan uno en frente del otro y comienzan a acelerar en línea recta. Pierde el primero que se desvíe para evitar la colisión.

		C2	
		Recto	Desviarse
C1	Recto	-100, -100	50, -10
	Desviarse	-10, 50	0, 0

SOLUCIONES A LOS ARQUETIPOS

Dilema del prisionero. Cooperación

- La salida pasa por el uso de represalias o recompensas
- Es necesario un componente dinámico (la repetición)

Batalla de los sexos. Coordinación

- La salida pasa por la anticipación o la repetición
- Es necesario un componente dinámico (convertir el juego en secuencial)

Juego del cobarde. Compromiso

- La salida pasa por la anticipación y el compromiso
- Nuevamente es preciso un componente dinámico (emisión de señales, amenazas, juego secuencial)

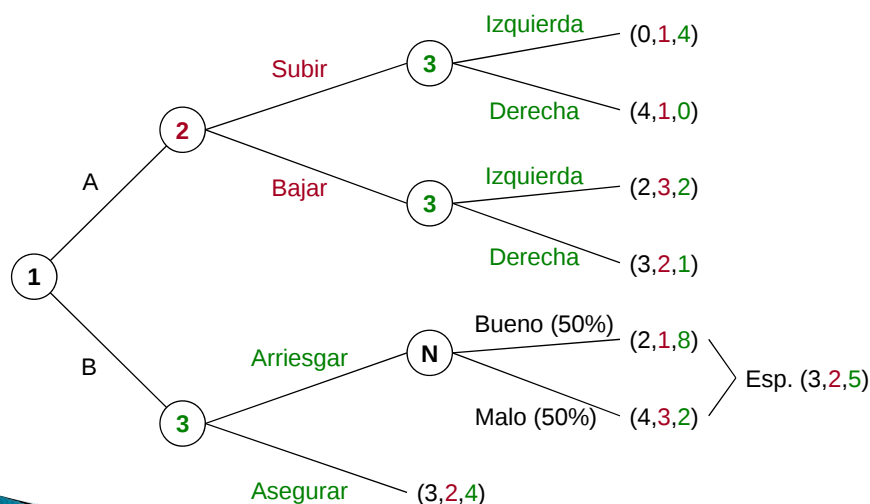
3. JUEGOS DINÁMICOS (Secuenciales)

Concepto

- Existe un orden estricto de actuación
- Pensamiento estratégico: si hago esto, ¿cómo responderá el contrincante? ¿a dónde me conduce el juego?

Representación en forma extensiva

- Mediante un árbol de decisión
- Se representa el orden de las jugadas, las posibles acciones de cada jugador en cada momento de juego y los resultados finales obtenidos
- Partes de un juego dinámico: jugadores, nodo inicial, nodos intermedios, nodo terminal, acciones, pagos, naturaleza (sucesos aleatorios)

EJEMPLO**¿CÓMO RESOLVER UN JUEGO DINÁMICO?****Regla de oro: inducción hacia atrás**

- Mirar hacia adelante y pensar hacia atrás
- No tratar de resolver el juego desde el nodo inicial, sino desde el nodo terminal

Inducción hacia atrás (proceso)

- El jugador debe centrar su atención en un nodo terminal y resolver el resultado racional del juego a partir de dicho nodo. Esto es sencillo ya que al tratarse de un nodo terminal el juego finaliza inmediatamente
- A continuación el jugador debe resolver el resto de nodos terminales de la misma manera
- Luego hay que centrarse en los nodos inmediatamente anteriores y resolverlos, utilizando para ello la solución ya conocida de los nodos terminales
- El proceso continúa de esta manera hasta alcanzar el nodo inicial

4. JUEGOS REPETIDOS

Concepto

- Son juegos estáticos que se repiten varias veces
- La repetición hace que los jugadores tengan en cuenta el valor de su reputación previa
- Deben considerar el efecto de sus acciones presentes sobre las expectativas futuras del adversario

Amenazas y promesas

- Pasan a formar una parte esencial del juego
- Cuando el juego no se repite es posible proferir amenazas y hacer promesas, pero su credibilidad es muy problemática ya que al no haber repetición no hay espacio para el castigo y el agradecimiento
- Cuando el juego se repite es posible plantear toda una gama de amenazas y promesas que se podrán llevar a cabo en función del desarrollo del juego

CREDIBILIDAD DE LAS AMENAZAS Y PROMESAS

Caso 1. El juego se repite un número finito de veces T

- Teorema de Selten: si un juego estático tiene un equilibrio de Nash y es repetido un número finito de veces T , su solución es ese mismo equilibrio de Nash repetido todas y cada una de las T veces
- En otras palabras, cuando hay un final conocido del juego la inducción hacia atrás descarta la credibilidad de cualquier amenaza o promesa que pueda formularse

Caso 2. El juego tiene varios equilibrios de Nash

- En estos casos no se cumple el teorema de Selten y es posible utilizar uno de los equilibrios de Nash como amenaza y otro como promesa

Caso 3. El juego se repite indefinidamente

- En este caso no hay final conocido del juego y no puede aplicarse la inducción hacia atrás, con lo que pueden hacerse promesas y amenazas creíbles

Caso 2. Repetición finita con varios equilibrios de Nash

Suponer dos empresas que pueden establecer simultáneamente tres estrategias de precios. La estrategia A consiste en fijar precios bajos para competir agresivamente. La estrategia C consiste en fijar precios altos (cercanos al nivel de monopolio) para obtener los máximos beneficios conjuntos posibles. La estrategia B consiste en fijar precios altos como en el caso anterior, pero invirtiendo en publicidad para tratar de atraer clientes.

		E_2		
		A	B	C
E_1	A	200, 200	300, 160	600, 100
	B	160, 300	400, 400	700, 140
	C	100, 600	140, 700	540, 540

Caso 3. Repetición indefinida

En este caso suponemos que el juego se repite infinitas veces o que lo hace un número finito de veces pero no se sabe cuándo finaliza, de manera que en cada periodo existe una probabilidad positiva de que el juego continúe. Analíticamente, ambas situaciones son equivalentes. En este caso para poder comparar bien los pagos es necesario homogeneizarlos con un factor de descuento apropiado.

		J_2	
		Estable	Agresivo
J_1	Estable	12, 12	6, 22
	Agresivo	22, 6	7, 7

TEOREMA DE TRADICIÓN ORAL (FOLK THEOREM)

Enunciado

- En un juego repetido de manera indefinida por n jugadores, cualquier resultado medio por periodo factible en el juego en el que cada jugador reciba un pago igual o superior al que recibiría en alguno de los equilibrios de Nash del juego de una etapa, puede sostenerse como un equilibrio de Nash perfecto en subjuegos siempre que la tasa de descuento esté suficientemente próxima a 1.

Valoración del teorema

- Buen resultado: la cooperación en juegos del tipo del dilema del prisionero siempre es un resultado posible
- Mal resultado: cualquier resultado es posible (reduce el valor predictivo de la teoría de juegos)

5. LIMITACIONES DE LA TEORÍA DE JUEGOS

1. Multiplicidad de equilibrios

- El resultado más probable no depende de la teoría sino de factores socioculturales difíciles de considerar

2. Reglas y pagos

- En la realidad es difícil delimitar con tanta precisión las reglas del juego y los resultados de cada jugador
- De hecho, en muchos casos el establecimiento de ambos parámetros es parte del propio juego competitivo

3. Racionalidad

- En juegos complejos no es razonable asumir un nivel tan alto de racionalidad (ej. Ajedrez)
- La teoría de juegos no sería objeto de estudio si realmente fuéramos tan racionales como la propia teoría nos supone

LIMITACIONES DE LA TEORÍA DE JUEGOS**4. Movimientos antiteóricos**

- Algunas soluciones de equilibrio se basan en razonamientos que incluyen jugadas que no se producirían racionalmente

