

Economía I

Magistral 8

Teoría de Juegos

Victoria Rosino

Universidad de San Andrés



Dilemas Sociales

- Hasta ahora vimos varios ejemplos de decisiones que son independientes de lo que hacen los demás.
 - ▶ Elegir cuánto gastar del ingreso en pizza o cerveza, en el caso de un consumidor.
 - ▶ Elegir cuánto producir para maximizar el beneficio, en el caso de una empresa.
- Sin embargo, no todas las elecciones son individuales.
- Cuando las decisiones afectan —y son afectadas— por los demás surge un conflicto entre interés individual y el bienestar colectivo.
- Una parte de la economía estudia este tipo de dilemas sociales.

Teoría de juegos

- La mayoría de las situaciones de la sociedad se caracterizan por las **interacciones estratégicas** entre los agentes.
- Es decir, el comportamiento de un agente puede afectar al comportamiento de los demás y, por ende, el resultado de la interacción.
- Para modelar estos dilemas sociales y distintos tipos de interacciones sociales se suele utilizar lo que se conoce como **teoría de juegos**.

La teoría de juegos estudia de manera formal y abstracta la toma de decisiones cuando las personas involucradas en una interacción social saben que sus acciones afectan a otros y viceversa

Estudiando juegos

- Un **juego** es cualquier situación en la que los participantes, a los que llamaremos jugadores, toman decisiones estratégicas, es decir, toman en cuenta las acciones y respuestas de los demás.
- Estas decisiones estratégicas dan como resultado premios o castigos para los jugadores.
- ¿Cómo analizamos interacciones sociales?
 - ▶ Definimos las características de un juego
 - ▶ Principalmente reglas y resultados
 - ▶ Obtenemos 'modos de jugar': analizamos cuáles son las decisiones óptimas para los jugadores

Elementos de un juego

- **Los jugadores:** quién está interactuando con quién.
- **Las estrategias viables:** qué acción (o curso de acción) puede tomar un jugador.
- **La información:** lo que cada jugador sabe al tomar su decisión.
 - ▶ Información perfecta: tiene que ver con acciones. Todos los jugadores conocen los movimientos realizados previamente por el resto de jugadores.
 - ▶ Información completa: tiene que ver con las características relevantes del juego. Cada jugador conoce las estrategias y recompensas del resto de jugadores, pero no tiene porqué conocer las acciones de estos.
- **Los pagos:** Cuáles serán los resultados para cada una de las posibles combinaciones de acciones.

Tipos de juegos

- Juegos simultáneos: los jugadores deciden a la vez o desconocen los movimientos anteriores de los otros jugadores.
- Juegos secuenciales: los jugadores toman decisiones en forma consecutiva, es decir, primero decide un jugador y luego el otro. Por lo tanto, se conocen los movimientos anteriores de los otros jugadores.

Representación normal de un juego

- Una **matriz de pagos** resume la información sobre los pagos que recibe cada jugador en cada uno de los posibles escenarios que pueden alcanzar como consecuencia de las acciones de ambos.
- Esta matriz se denomina **representación normal de un juego**.

		Jugador 2	
		A	B
Jugador 1	A	p_{1A}, p_{2A}	p_{1A}, p_{2B}
	B	p_{1B}, p_{2A}	p_{1B}, p_{2B}

Orden de pagos: (*Jugador 1* ; *Jugador 2*).

Juegos Simultáneos

- Los jugadores deciden a la vez o bien desconocen los movimientos anteriores de los otros jugadores.
- Tenemos dos productores: Jorge y Walter.
- Cada uno debe decidir cuánto producir tomando en cuenta lo que piensa que hará el otro.
- Estrategias:
 - ▶ Walter está analizando colocar una plantación de manzanas o plantar trigo.
 - ▶ Jorge está analizando si iniciar una producción de miel o plantar trigo.

Construyendo la matriz de pagos

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel		
	Trigo		

Construyendo la matriz de pagos

- 1 Cuando Jorge produce miel y Walter manzanas, la polinización aumenta la productividad del manzano de Walter → Jorge obtiene \$140.000 al vender la miel y Walter \$170.000 de las manzanas.

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel		
	Trigo		

Construyendo la matriz de pagos

- 1 Cuando Jorge produce miel y Walter manzanas, la polinización aumenta la productividad del manzano de Walter → Jorge obtiene \$140.000 al vender la miel y Walter \$170.000 de las manzanas.
- 2 Si Jorge produce trigo y Walter manzana, Jorge obtiene \$130.000, y Walter, al no contar con el beneficio de polinización, obtiene \$90.000

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	
	Trigo		

Construyendo la matriz de pagos

- 1 Cuando Jorge produce miel y Walter manzanas, la polinización aumenta la productividad del manzano de Walter → Jorge obtiene \$140.000 al vender la miel y Walter \$170.000 de las manzanas.
- 2 Si Jorge produce trigo y Walter manzana, Jorge obtiene \$130.000, y Walter, al no contar con el beneficio de polinización, obtiene \$90.000
- 3 Si Jorge produce miel y Walter trigo, Jorge obtendría una ganancia de \$140.000 y Walter \$130.000.

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	

Construyendo la matriz de pagos

- 1 Cuando Jorge produce miel y Walter manzanas, la polinización aumenta la productividad del manzano de Walter → Jorge obtiene \$140.000 al vender la miel y Walter \$170.000 de las manzanas.
- 2 Si Jorge produce trigo y Walter manzana, Jorge obtiene \$130.000, y Walter, al no contar con el beneficio de polinización, obtiene \$90.000
- 3 Si Jorge produce miel y Walter trigo, Jorge obtendría una ganancia de \$140.000 y Walter \$130.000.
- 4 Si ambos individuos producen trigo, habrá un exceso de oferta de trigo que generará una caída en su precio y cada uno ganaría \$100.000.

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	

Construyendo la matriz de pagos

- 1 Cuando Jorge produce miel y Walter manzanas, la polinización aumenta la productividad del manzano de Walter → Jorge obtiene \$140.000 al vender la miel y Walter \$170.000 de las manzanas.
- 2 Si Jorge produce trigo y Walter manzana, Jorge obtiene \$130.000, y Walter, al no contar con el beneficio de polinización, obtiene \$90.000
- 3 Si Jorge produce miel y Walter trigo, Jorge obtendría una ganancia de \$140.000 y Walter \$130.000.
- 4 Si ambos individuos producen trigo, habrá un exceso de oferta de trigo que generará una caída en su precio y cada uno ganaría \$100.000.

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

Resolviendo el juego

- Es útil pensar que cada uno quiere tomar la mejor decisión posible. . .
- ¿Cuál es la mejor respuesta de cada individuo?
- La mejor respuesta es aquella estrategia que le da al jugador el mayor pago, dada la estrategia que elige el otro jugador.

Se denomina mejor respuesta a aquella estrategia que proporciona al jugador el pago más elevado, condicional a lo que se conjetura que harán los demás.

Mejor respuesta de Jorge

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

Mejor respuesta de Jorge

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

Mejor respuesta de Jorge

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

Mejor respuesta de Jorge

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

Si independientemente de lo que elige Walter, a Jorge siempre le conviene hacer lo mismo, decimos que producir miel es una **estrategia dominante** para Jorge.

Una **estrategia dominante** es una mejor respuesta a todas las posibles estrategias de otro jugador. Si un agente tiene una estrategia dominante siempre la va a jugar, **independientemente de lo que haga el rival**.

Mejor respuesta de Walter

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

Mejor respuesta de Walter

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

Mejor respuesta de Walter

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

¿Walter tiene una estrategia dominante?

Equilibrio de Nash

Un perfil de estrategias es un equilibrio de Nash si, dadas las estrategias del rival, cada uno de los agentes está jugando su mejor respuesta.

En un equilibrio de Nash, ninguno de los jugadores tiene incentivos a desviarse, debido a que no puede obtener un pago mayor cambiando de estrategia.

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

Equilibrio Pareto Eficiente

		Walter	
		Manzanas	Trigo
Jorge	Miel	\$140.000 ; \$170.000	\$140.000 ; \$130.000
	Trigo	\$130.000 ; \$90.000	\$100.000 ; \$100.000

Este resultado también permite que Walter y Jorge obtengan el mejor resultado posible. Es decir, se alcanza un resultado **Pareto eficiente**.

En un equilibrio Pareto eficiente, no hay otra situación o alternativa en donde uno esté mejor y ninguno esté peor.

Recuerden el concepto de eficiencia que vimos: una asignación era **eficiente** si no podíamos mejorar la situación de un agente sin empeorar la de otro.

Equilibrios Múltiples

Existen juegos con más de un equilibrio de Nash.

- Agus y Juani son hermanos y quieren ir al cine.
- Juani prefiere **drama** y Agus prefiere **acción**.
- Ambos valoran más ir **juntos** que ver su favorita **en solitario**.

		Agus	
		Drama	Acción
Juani	Drama	4 ; 2	0 ; 0
	Acción	0 ; 0	2 ; 4

Equilibrios Múltiples

Existen juegos con más de un equilibrio de Nash.

- Agus y Juani son hermanos y quieren ir al cine.
- Juani prefiere **drama** y Agus prefiere **acción**.
- Ambos valoran más ir **juntos** que ver su favorita **en solitario**.

		Agus	
		Drama	Acción
Juani	Drama	4 ; 2	0 ; 0
	Acción	0 ; 0	2 ; 4

Equilibrios Múltiples

Existen juegos con más de un equilibrio de Nash.

- Agus y Juani son hermanos y quieren ir al cine.
- Juani prefiere **drama** y Agus prefiere **acción**.
- Ambos valoran más ir **juntos** que ver su favorita **en solitario**.

		Agus	
		Drama	Acción
Juani	Drama	4 ; 2	0 ; 0
	Acción	0 ; 0	2 ; 4

Equilibrios Múltiples

Existen juegos con más de un equilibrio de Nash.

- Agus y Juani son hermanos y quieren ir al cine.
- Juani prefiere **drama** y Agus prefiere **acción**.
- Ambos valoran más ir **juntos** que ver su favorita **en solitario**.

		Agus	
		Drama	Acción
Juani	Drama	4 ; 2	0 ; 0
	Acción	0 ; 0	2 ; 4

Equilibrios Múltiples

Existen juegos con más de un equilibrio de Nash.

- Agus y Juani son hermanos y quieren ir al cine.
- Juani prefiere **drama** y Agus prefiere **acción**.
- Ambos valoran más ir **juntos** que ver su favorita **en solitario**.

		Agus	
		Drama	Acción
Juani	Drama	4 ; 2	0 ; 0
	Acción	0 ; 0	2 ; 4

El dilema del prisionero

- Sirve para ejemplificar el conflicto entre intereses individuales y colectivos de quienes toman decisiones.
- Dos potenciales criminales son arrestados y se les ofrece un trato.
 - ▶ Si ninguno confiesa, ambos serán sentenciados a un mes de cárcel.
 - ▶ Si ambos confiesan, serán sentenciados a seis meses de cárcel.
 - ▶ Si uno confiesa y el otro no, el que confesó será puesto inmediatamente en libertad, mientras que el que no confesó será condenado a nueve meses (seis por el robo y tres por obstrucción a la justicia).
- Cada jugador tiene dos posibles estrategias: confesar o no confesar

		Juli	
		No confesar	Confesar
Facu	No confesar	-1 ; -1	-9 ; 0
	Confesar	0 ; -9	-6 ; -6

El dilema del prisionero

		Juli	
		No confesar	Confesar
Facu	No confesar	-1 ; -1	-9 ; 0
	Confesar	0 ; -9	-6 ; -6

- El equilibrio de Nash es que ambos confiesen.
- Tampoco querrán cambiar su decisión luego de ver el resultado.
- Se genera un dilema desde el punto de vista cooperativo.
- Este resultado es **socialmente subóptimo**. Es decir, el resultado al que se llega en el equilibrio no es Pareto eficiente.
- Se trata de un **equilibrio en estrategias dominantes**: siempre van a elegir confesar, no importa lo que juegue el rival.

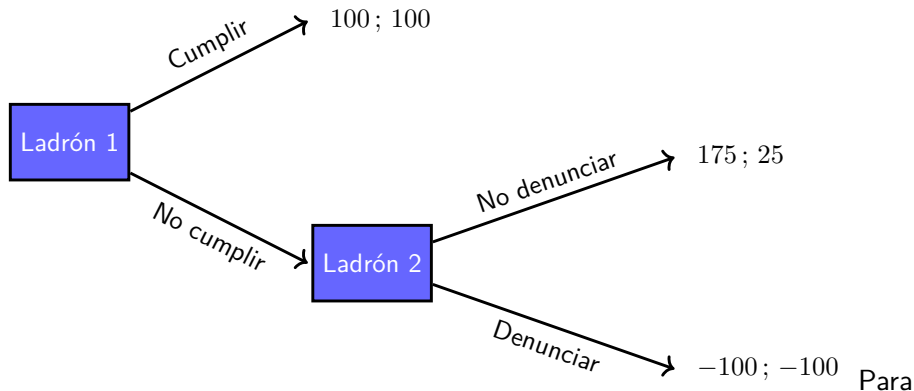
Juegos Secuenciales

- Los jugadores toman decisiones en forma consecutiva, es decir, primero decide un jugador y luego el otro.
- Ya no podemos presentar el juego en forma de cuadro, sino que tenemos lo que se denomina **representación en forma extensiva** de un juego.
- Para resolverlos ya no nos va a alcanzar encontrar la mejor respuesta, sino que vamos a tener que utilizar **inducción hacia atrás**.

El robo al Banco Rio

- Dos ladrones entran a un reconocido banco.
- Se llevan \$200 millones pero al escapar se los lleva el ladron 1, prometiendo que le enviará la mitad al ladron 2.
- El ladron 2 decide amenazarlo, con que si no cumple la promesa lo denunciará a la policía
- El ladron 1 decide primero... cumplir la promesa o no cumplirla y enviarle solo \$25 millones
- El Ladrón 2 va a decidir segundo, luego de observar qué hizo el Ladrón 1. Sus estrategias van a ser: tomar lo que el Ladrón 1 le envió o denunciarlo a la policía.

El robo al Banco Río



resolver este problema, vamos a utilizar la inducción hacia atrás.

El robo al Banco Río

- Lo primero que vamos a hacer es observar qué le conviene hacer al Ladrón 2 si el Ladrón 1 no cumple su promesa.
 - ▶ Si el Ladrón 1 no cumple su promesa, al Ladrón 2 ¿le conviene aceptar o no aceptar? Como su pago es \$25 millones si acepta y -\$100 millones si no acepta, claramente le convendrá aceptar.
 - ▶ Si el Ladrón 2 amenaza con denunciar al Ladrón 1, decimos que nos encontramos ante una "amenaza no creíble".
- Dado que sabemos que al Ladrón 2 siempre le va a convenir aceptar, ¿qué le conviene al Ladrón 1?
 - ▶ Si cumple, obtiene un pago de 100 y, si no cumple, de 175 (dado que el Ladrón 2 acepta)
- El equilibrio de Nash es que el Ladrón 1 no cumple y el Ladrón 2 acepta.

Con inducción hacia atrás, recorreremos "hacia atrás" el "árbol" hasta llegar al nodo inicial, identificando en cada nodo la estrategia óptima en anticipación del comportamiento que se espera hacia adelante.

Conclusión

- Ciertos comportamientos y ciertas configuraciones pueden generar resultados que no sean los óptimos desde el punto de vista social.
- La teoría de juegos es una herramienta muy útil para entender y modelar comportamientos estratégicos.
- Además, es útil para pensar en los efectos de políticas públicas y en las expectativas que tienen los agentes.