La teoría de juegos y los recursos de uso común

Leonardo R. Laura-Guarachi

SEPI-ESE-IPN

10 de abril de 2024

Contenido

Juegos simétricos 2×2

Un juego simétrico de dos jugadores con dos decisiones se representa por:

		Jugador 2	
		A	B
Jugador 1	A	a , a	b , c
	B	c , b	d , d

Sin perder generalidad, podemos suponer que $a > d$. Analizaremos estos juegos considerando la posición de los equilibrios de Nash (EN).

1. EN en la diagonal principal: $a > c$ o $d > b$

	A	B
A	a , a	b , c
B	c , b	d , d

No-Conflict

	A	B
A	a , a	b , c
B	c , b	d , d

Stag-Hunt

	A	B
A	a , a	b , c
B	c , b	d , d

Prisoner's D.

2. EN en la diagonal secundaria: $a < c$ y $d < b$

	A	B
A	a , a	b , c
B	c , b	d , d

Chicken game (Volunteer's dilemma)

Jean-Jacque Rousseau (A Discourse on Inequality, 1755)

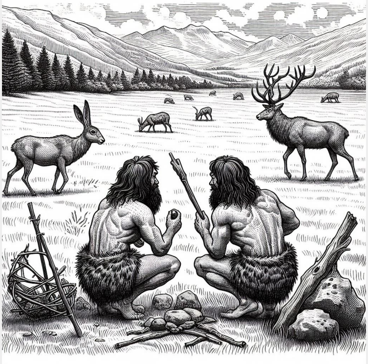

Figura: La caza del ciervo.

	ciervo	liebre
ciervo	4 , 4	0 , 2
liebre	2 , 0	1 , 1

Melvin Dresher, Merrill Flood (1950), Albert Tucker (1995)

	encubre	traiciona
encubre	$-1\ ,\ -1$	$-10\ ,\ 0$
traiciona	$0\ ,\ -10$	$-8\ ,\ -8$

Figura: Dilema del Prisionero.

El Dilema del Prisionero se ha inventado como contraejemplo para la doctrina de *la mano invisible* (que alega que no existe conflicto entre la racionalidad individiadual y de grupo).

Bertrand Russell (Common Sense and Nuclear Warfare, 1959)

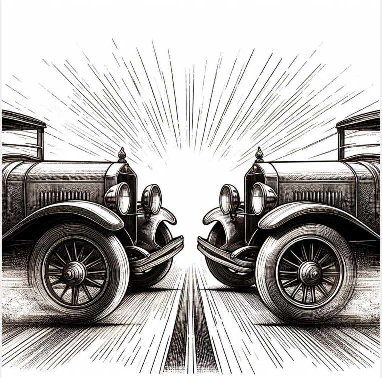

Figura: Juego del gallina.

	ceder	seguir
ceder	$1\ ,\ 1$	$-1\ ,\ 2$
seguir	$2\ ,\ -1$	$-M\ ,\ -M$

La tragedia de los comunes

J. Garrett Hardin, 1968. La ruina es el destino hacia el cual todos se precipitan, persiguiendo cada uno su propio interés en una sociedad que cree en la libertad de los bienes comunes.

La tragedia de los comunes simboliza la degradación inminente del ambiente cuando muchos individuos utilizan al mismo tiempo un recurso escaso. La importancia de este tema yace en que casi todos dependemos de algún recurso que están sujeto a una posible tragedia de los comunes.

Algunos antecedentes

Aristóteles (escritos dedicados a la vida en sociedad). Lo que es común para la mayoría es de hecho objeto del menor cuidado. Todos piensan principalmente en sí mismo, raras veces en el interés común.

H. Scott Gordon, 1954. La propiedad de todos es la propiedad de nadie. Nadie valora la riqueza que es gratuita para todos, porque el que es arriesgado para esperar que llegue el tiempo propicio para su uso, sólo encontrará que ese recurso ya ha sido tomado por otro.

Algunos tipos de bienes

P. Samuelson, 1954: *bienes de consumo privado* (la posesión es de un solo agente económico, excluye a los no propietarios) y *bienes de consumo público* (el acceso está regulado por el Estado).

Elinor Ostrom, 1999. Un recurso de uso común (RUC) es un bien natural o hecho por el hombre, cuya exclusión es difícil y costosa, lo cual significa que prácticamente cualquiera puede acceder a dicho bien. Puesto que las unidades del recurso son finitas, el uso de una cantidad determinada efectuada por una persona, reduce la cantidad total del recurso disponible para los otros.

Ejemplos. Bosques, peces, agua, atmósfera, ancho de banda, ... etc.

¿Cuál es la solución?

Adam Smith (La riqueza de las naciones, 1776). Las decisiones de un individuo racional promoverán el bien público en búsqueda de su propio beneficio, por lo tanto el Estado no debería intervenir en los asuntos económicos.

En la comunidad científica internacional existe una suposición implícita y casi universal de que los problemas que se discuten tienen una solución técnica. Una solución que requiere un cambio solamente en las técnicas de las ciencias naturales, demandando pocos o casi nulos cambios en relación con los valores humanos o en las ideas de moralidad. (Hardin, 1968)

El *dilema del prisionero*, la *lógica de la acción colectiva* (de M. Olson, 1965) y la *tragedia de los comunes*, son pesimistas sobre la posibilidad de lograr intercambios socialmente óptimos, sugieren que la racionalidad individual prima sobre la colectiva (el criterio de Pareto es un ejemplo de racionalidad colectiva).

Motivado por lo anterior, se ha apostado a atenuar la tragedia de los comunes mediante fuerzas (exógenas) como la del Estado o el mercado.

E. Ostrom, 2011. La cuestión de cómo administrar mejor los recursos naturales utilizados por muchos individuos no está más resuelta en la academia que en el mundo de la política [$\cdots$] lo que se observa en el mundo es que ni el Estado ni el mercado han logrado con éxito que los individuos mantengan un uso productivo, de largo plazo, de los sistemas de recursos naturales.

Dilemas en los recursos de uso común

Externalidad de apropiación

El siguiente juego modela el impacto de las decisiones individuales. Cada jugador i dispone de una unidad productiva (labor, capital, o ambas) y decide

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{invertir en el RUC;} \\ 0, & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

El beneficio del jugador i que no invierte en el RUC (invierte en oportunidades externas) es w. En cambio, si invierte en el RUC, su pago es

$$u_i(x_1, x_2) = \frac{x_i}{x_1 + x_2} F(x_1 + x_2).$$

La matriz de pagos del juego es

	1	0
1	$F(2)/2\ ,\ F(2)/2$	$F(1)\ ,\ w$
0	$w\ ,\ F(1)$	$w\ ,\ w$

mientras que la matriz de beneficio grupal es

	1	0
1	$F(2)$	$F(1)+w$
0	$w+F(1)$	$2w$

Supongamos que F es una función que representa rendimientos decrecientes a escala, es decir $F(\lambda z) \leq \lambda F(z)$ para todo $\lambda > 1$ y $z > 0$. Tenemos los siguientes casos:

1. No conflicto: $w < F(2)/2 < F(1)$. El equilibrio de Nash es $(1, 1)$. Sin embargo, si w es mayor que el incremento $F(2) - F(1)$, el equilibrio es socialmente ineficiente.

2. El juego del gallina: $F(2)/2 < w < F(1)$.

Problema de asignación

Existen dos sitios de pesca: Sitio 1 con valor v_1 y Sitio 2 con valor v_2, donde $v_1 > v_2$. Estos sitios se asignaran a dos jugadores.

	Sitio 1	Sitio 2
Sitio 1	$v_1/2$, $v_1/2$	v_1 , v_2
Sitio 2	v_2 , v_1	$v_2/2$, $v_2/2$

1. No conflicto: $v_1 > 2v_2$. No es socialmente eficiente.
2. No conflicto: $v_1 = 2v_2$. Existen tres equilibrios puros.
3. El juego del gallina: $v_1 < 2v_2$.

Su equilibrio de Nash mixto es

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \left(\frac{2v_1 - v_2}{v_1 + v_2}, \frac{2v_2 - v_1}{v_1 + v_2} \right).$$

Para $v_1 = 8$ y $v_2 = 6$, tenemos

	Sitio 1	Sitio 2
Sitio 1	$4\ ,\ 4$	$8\ ,\ 6$
Sitio 2	$6\ ,\ 8$	$3\ ,\ 3$

Con equilibrio mixto $\sigma_1 = \sigma_2 = (5/7, 2/7)$. Nótese que el pago esperado que recibe cada jugador $v^* = 36/7 \approx 5{,}142$ es menor al peor escenario en el equilibrio puro.

Provisión de recursos

Este juego modela un problema de provisión de recursos (por ejemplo, excavación o mantenimiento de zanjas de riego). Cada jugador i dispone de una unidad productiva (con valor externo w) para contribuir, si así lo desea. Por cada contribución, los jugadores reciben un beneficio v.

	1	0
1	$2v\ ,\ 2v$	$v\ ,\ w+v$
0	$w+v\ ,\ v$	$w\ ,\ w$

1. DP: $2v > w > v$.
2. No conflicto: $2v > v > w$.

Cada jugador i dispone de una unidad productiva (con valor externo w) para contribuir, si así lo desea. Si ambos contribuyen, cada jugador recibe un beneficio v.

	1	0
1	$2v$, $2v$	0 , w
0	w , 0	w , w

1. La caza del ciervo: $2v > w$.
2. No conflicto: $2v < w$.

Problema de monitoreo

El beneficio de tomar más agua es B. Si el otro consumidor no vigila, sufre un costo $-B$. El costo de vigilar (con un equipo que detecta con probabilidad P) es C; si detecta, el vigilante recibe un bono M y el transgresor una penalización F.

	vigilar	no-vigilar
justo	$0\ ,\ -C$	$0\ ,\ 0$
gorrón	$B-P(F+B)\ ,\ PM-[C+(1-P)B]$	$B\ ,\ -B$

$$
\begin{aligned}
P(-F)+(1-P)B &= B-P(F+B) \\
P(M-C)+(1-P)(-B-C) &= PM-[C+(1-P)B.
\end{aligned}
$$

	vigilar	no-vigilar
justo	$0\ ,\ \ -C$	$0\ ,\ 0$
gorrón	$B-P(F+B)\ ,\ \ PM-[C+(1-P)B]$	$B\ ,\ \ -B$

1. $B > P(F+B)$ y $P(M+B) > C$: (gorron, vigilar)
2. $B > P(F+B)$ y $P(M+B) < C$: (gorron, no-vigilar)
3. $B < P(F+B)$ y $P(M+B) < C$: (gorron, no-vigilar)
4. $B < P(F+B)$ y $P(M+B) > C$: No hay equilibrio puro. El equilibrio mixto es
$$(t^*, m^*) = \left(1 - \frac{C}{P(M+B)}, \frac{B}{P(B+F)}\right).$$

Referencias

1. Axelrod, R. (1984). *The Evolution of Cooperation.* New York: Basic Books.
2. Hardin, G. (1968). *The tragedy of the commons*. Science, Vol. 162, No. 3859, pp. 1243-1248.
3. Ostrom, E., Gardner, R., Walker, J. (1994). *Rules, games, and common-pool resources.* University of Michigan Press.
4. Poundstone, W. (1992). *Prisoner's Dilemma*. Doubleday
5. Robinson, D., D. Goforth. (2005). *The topology of the 2x2 games: A new periodic table.* London: Routledge.
6. Skyrms, B. (2004). *The stag hunt and the evolution of social structure.* Cambridge University Press.