Cooperación en los dilemas sociales

Juan Carlos Aguado Franco, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España
David de las Heras Camino, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España

Resumen: Los dilemas sociales, esas situaciones en las que la racionalidad individual lleva a una irracionalidad colectiva, se han planteado generalmente en la literatura económica, de una manera comprensible e intuitiva, a través del "dilema del prisionero", si bien existen otros juegos que presentan también la forma de dilemas sociales. En efecto, partiendo de un dilema del prisionero, y modificando ligeramente los valores relativos de los pagos, podemos encontrar dos tipos de juegos diferentes: el de coordinación o seguro y el juego del "gallina". Los distintos modelos dependerán de los supuestos que se realicen acerca de la situación analizada, lo que conducirá a extraer, lógicamente, conclusiones muy diferentes. Además, aunque la mutua cooperación es la meta clara tanto para el "dilema del prisionero" como para el juego de coordinación, esto no necesariamente se cumple para el "juego del gallina"; si una persona puede producir ese beneficio común, no tiene sentido que el otro duplique los esfuerzos. En efecto, en este tipo de juegos, los equilibrios de Nash en estrategias puras se producen en aquellas situaciones en las que uno coopera y el otro no lo hace. Aunque el análisis de los dilemas sociales, a través del dilema del prisionero bipersonal ayuda a arrojar luz sobre el asunto, parece oportuno profundizar la investigación en dos aspectos: la consideración de un horizonte temporal superior a una única partida, y la incorporación de un número de participantes en el juego mayor que dos, lo que presenta interesantes dificultades conceptuales.

Palabras Clave: dilemas sociales, cooperación, teoría de juegos

Abstract: Social dilemmas are situations in which individual rationality leads to collective irrationality. Prisoner's Dilemma is the best-known game depicting situations of this sort, but there are other such games. Two other games can be created by switching the relative value of the outcomes: the Assurance Game and the Chicken Game. Whereas mutual cooperation is the goal for the Prisoner's Dilemma Game and the Assurance Game, that is not necessarily the case for the Chicken Game; if one person can provide a joint benefit, then it may make no sense for the second person to duplicate the effort. In the iterated Prisoner's Dilemma, cooperation may arise as an equilibrium outcome. If the game result is infinitely repeated, cooperation may be a Nash equilibrium although both players defecting always remains an equilibrium. Multiple-person social dilemmas are examined.

Keywords: social dilemmas, cooperation, game theory

Revista Internacional de Ciencias Sociales
Volumen 1, Número 2, <http://lascienciassociales.com>, ISSN 2530-4909

Republicado de *Revista Internacional de Ciencias Sociales Interdisciplinares 1*(2), 2012 (pp. 85-104)

Introducción

EN LA VIDA DIARIA podemos observar innumerables situaciones que se encuadrarían dentro del concepto que se conoce en la literatura como "dilemas sociales". Así, el agotamiento de las reservas marinas de peces como consecuencia de la sobreexplotación es un dilema social, pues todos preferiríamos llegar a un acuerdo que propiciase que las reservas se mantuvieran, pero todos los agentes económicos implicadostienen asimismo incentivos individuales para romper ese acuerdo esperando que los demás sí que limiten sus capturas. Del mismo modo, si en una urbanización se desea contratar seguridad privada y un vecino se niega a colaborar con la esperanza de beneficiarse de la previsible cooperación de los demás, que correrían con el coste, nos encontramos de nuevo con un dilema social. Si pensamos que si todos colaboramos con la Hacienda Pública pagando religiosamente nuestros impuestos nos encontraríamos en una situación mejor que si no lo hacemos, pues con esos ingresos se podría hacer frente a servicios a la comunidad que redundarían en un mayor bienestar de la sociedad, pero hay individuos que tienen la tentación de defraudar, nos encontramos de nuevo con un "dilema social".

Dilemas sociales

Podríamos definir los dilemas sociales, siguiendo a Kollock (1998), como esas "situaciones en las que la racionalidad individual lleva a una irracionalidad colectiva", es decir, son las que se producen cuando los agentes implicados, al buscar la maximización de su bienestar individual, actúan de forma que el resultado que obtienen no es el mejor para ellos[1].

Los dilemas sociales se caracterizan para Kollock (1998) por tener al menos un equilibrio ineficiente. Es ineficiente porque existe al menos otro resultado en el que todos estarían mejor, y es un equilibrio porque nadie tiene incentivos para cambiar su comportamiento[2], -constituyendo por tanto, aunque el autor no lo diga expresamente, un Equilibrio de Nash (1951)[3]-.

Incorporando un matiz adicional, consistente en que el equilibrio que se alcanza es un equilibrio en estrategias dominantes, Dawes y Thaler (1988) denominan dilemas sociales a

[1] Los dilemas sociales son conocidos igualmente como problemas de acción colectiva, o al menos, como situaciones que generan el surgimiento de dichos problemas. Elster (1985), citando a Schelling (1978), define los problemas de acción colectiva ï desde una perspectiva fuerteï como aquellos que cumplen dos condiciones: cada individuo obtiene mayores beneficios en condiciones de cooperación universal que en condiciones de no cooperación universal, y cada cual obtiene más beneficios si se abstiene de cooperar, independientemente de lo que hagan los demás. Una definición más débil, para este autor, consistiría en conservar la primera condición enunciada, sustituyendo la segunda por otras dos: la cooperación es individualmente inestable e individualmente inaccesible. Por individualmente inestable entiende esa situación en la que se tienen incentivos por parte de cada individuo para cambiar de estrategia en una situación de cooperación universal, mientras que por individualmente inaccesible entiende que nadie tiene incentivos para cooperar si se encuentra en una situación de ausencia de cooperación universal. Aunque contengan diferencias conceptuales, a efectos prácticos de la formulación como un juego bipersonal, ambas acepciones ï fuerte y débilï , no obstante, son equivalentes.

[2] Un ejemplo muy llamativo de cómo la ausencia de cooperación puede llevar a un resultado catastrófico a las personas implicadas en un dilema social ï frente a un beneficio potencial si dicha cooperación tuviese lugarï , lo presenta Shubik (1971) con la subasta de un dólar, por el que podrían llegar a estar dispuestos a pagar los apostantes sumas muy altas de dinero.

[3] Un equilibrio de Nash es una combinación de estrategias en las cuales la opción elegida por cada jugador es óptima dada la opción elegida por los demás. Por tanto, si se encuentran en un Equilibrio de Nash, ninguno de los jugadores tendrá incentivos individuales para variar de estrategia.

esas situaciones que cuentan con un incentivo dominante (no cooperar) asociado con un equilibrio subóptimo. Esto es así porque el pago para cada individuo por un comportamiento no cooperativo es mayor que el pago por el comportamiento cooperativo, independientemente de las decisiones tomadas por el resto de miembros del grupo o sociedad, por un lado, y porque todos los individuos reciben un pago mayor si todos cooperan que si ninguno lo hace, por el otro. En esta misma concepción se centran en sus trabajos, por ejemplo, Komorita, S.S.; Hilty, J.A. y Parks, C.D. (1991). De esta forma, el dilema social surge porque si los individuos siguen su propio interés individual, los grupos no alcanzarán los objetivos cuyos miembros desean.

Braver y Wilson II (1986) tienen exactamente la misma concepción de los dilemas sociales, definiéndolos como situaciones en las que cada miembro de un grupo de individuos elige entre dos alternativas (C y NC) bajo las condiciones siguientes: (1) el pago individual por elegir NC es siempre mayor que el que se percibe por optar por C, independientemente del número de individuos que elijan C, y (2) el pago de cada uno si todos eligen NC, sin embargo, es menor que el que se obtiene si todos ellos eligen C. Si consideramos únicamente a dos personas involucradas en esa situación, resulta obvio que la formulación de Braver y Wilson II (1986) responde a un "dilema del prisionero".

El "dilema del prisionero" es un juego en el que hay dos individuos que han de optar entre cooperar o no cooperar, y la mejor elección para cada uno de ellos, independientemente de la estrategia que lleve a cabo el otro, es la de no cooperar – es un equilibrio en estrategias dominantes-. El equilibrio que alcanzan de ese modo, sin embargo, no es deseable socialmente. De hecho, se podrían producir mejoras paretianas[4]si ambos individuos optaran por cambiar de estrategia y decidiesen cooperar. Además, la combinación de estrategias no cooperativas arroja el único resultado que no es un óptimo de Pareto[5].

Los principales motivos por los que ambos individuos tienen esa estrategia dominante no cooperativa en un "dilema del prisionero" son dos: (1) intentar obtener el pago del "gorrón" o free-rider ï no cooperando mientras el otro sí que lo hace, aprovechándose de su esfuerzo y obteniendo de esa manera el mejor pago de los disponiblesï , y (2) no obtener el pago del "pardillo", o del incauto, que es aquel que obtiene quien coopera mientras que los demás ï en el caso de un juego bipersonal, el otroï no lo hacen, con lo que se recibe el peor pago de los posibles[6].

La estructura de los pagos en un "dilema del prisionero" es la representada en la figura nº1.

[4] Una mejora paretiana se produce cuando un individuo mejora su situación sin que nadie empeore la suya.

[5] Un óptimo de Pareto es una situación a partir de la cual nadie puede mejorar si no es a costa de que otro empeore. Se trata por tanto de una situación eficiente.

[6] Véase Dawes (et al. 1986). La distinción entre los dos tipos de incentivos –"pardillo", también conocido como pago del incauto, y pago del *free rider*ï ya la había realizado Coombs (1973) unos años antes, como "miedo" y "avaricia", respectivamente, sentando que ambos son redundantes, y que cualquiera de ellos sería suficiente por sí mismo para predecir la ausencia de cooperación. Se obtiene el pago del "pardillo" cuando se decide cooperar y los demás no te corresponden, por lo que Coombs denomina a este incentivo como el "miedo" a obtener ese pago por haber cooperado. El pago del "free rider" se obtiene cuando se decide no cooperar cuando los demás sí que lo hacen, actuando con "avaricia", buscando obtener el mayor pago posible.

Figura nº1: Ordenación de los pagos en un "dilema del prisionero"

	Jugador 2		
Jugador 1		**Cooperar**	**No cooperar**
	Cooperar	R, R	P, T
	No cooperar	T, P	C, C

Fuente: Aguado (2006)
Donde:
T > R > C > P.

Las letras utilizadas nos sirven para describir los pagos en los distintos escenarios, de forma que T es el pago de la tentación que supone no cooperar si el otro sí que lo hace; R es la recompensa que los dos obtienen por haber tenido ambos jugadores un comportamiento cooperativo; C es el pago de castigo, por el hecho de que la estrategia seguida por ambos jugadores es la no cooperativa; y P es el pago del "pardillo" el que percibe el jugador que coopera y es "traicionado" por el otro, que decide no cooperar[7].

En muchas ocasiones, se impone un requisito adicional a la matriz de pagos del "dilema del prisionero": $P + T < 2R$; es decir, que la suma de los pagos que obtienen ambos jugadores en una situación en la que uno coopera y el otro no, ha de ser menor que el pago que obtienen ambos ï en conjuntoï cooperando. Este requisito implica que los jugadores no pueden obtener un pago superior al correspondiente a una situación cooperativa llegando, por ejemplo, a un acuerdo en el que uno coopera y el otro no, y después se reparten el pago conjunto, contraviniendo el supuesto de aislamiento o ausencia de información de la estrategia del otro.

El Equilibrio de Nash que surge, como fácilmente puede comprobarse analizando los pagos de la representación en forma matricial del juego, es el de la mutua defección. Al tratarse de un Equilibrio de Nash en estrategias dominantes, además, sabemos que es imposible que surja ningún otro Equilibrio de Nash en estrategias mixtas[8].

El dilema se plantea, por consiguiente, debido a que si ambos cooperasen se encontrarían en la mejor situación colectiva, pero existe el miedo a adoptar una estrategia cooperativa y obtener el peor pago como consecuencia de la "traición" del otro, si es que este no actúa de la misma manera. Existe también la tentación de no cooperar esperando que el otro sí que lo haga, buscando obtener de esa manera el pago del "free rider" o gorrón.

El Equilibrio de Nash, fruto de la estrategia no cooperativa de ambos jugadores, como dijimos, es ineficiente, pues el pago C es menor que el pago R, y ambos jugadores podrían mejorar por tanto su situación variando sus respectivas estrategias.

En efecto, se podría producir una mejora paretiana si ambos individuos decidiesen modificar su estrategia y cooperasen. Sin embargo, tratándose de un Equilibrio de Nash, por definición ninguno de ellos tiene incentivos individualmente para realizar dicho cambio, puesto que $C > P$.

---

[7] En inglés se utilizan las letras T, R, P y S, que denotan los pagos de *temptation* , *reward* , *punishment* y *sucker*.

[8] Una estrategia mixta es aquella en la que el jugador no elige únicamente una estrategia, sino que puede utilizar una combinación lineal de varias estrategias, otorgando una probabilidad al hecho de utilizar una u otra. Lógicamente, la suma de las probabilidades de utilizar cada una de las estrategias puras ha de dar 1. Si los individuos cuentan con una estrategia dominante ï en la que obtienen siempre mejores pagos que con las demásï , lógicamente, nunca utilizarán estrategias mixtas.

Sin embargo, no hay una única forma correcta de modelizar los dilemas sociales que generan problemas de acción colectiva, aunque la forma habitual de hacerlo sea a través del dilema del prisionero; los distintos modelos dependerán de los supuestos que se realicen acerca de la situación analizada, lo que conducirá a extraer, lógicamente, conclusiones muy diferentes.

En efecto, partiendo de un dilema del prisionero, y modificando ligeramente los valores relativos de los pagos, podemos encontrar dos tipos de juegos diferentes. De ese modo, si la mutua cooperación proporciona unos pagos mayores que la defección parcial, estaremos ante un juego de coordinación o seguro. Un error común es considerar que este tipo de juegos no presenta un dilema y lleva de manera inevitable a la mutua cooperación.

En esta línea, Sandler (1992) muestra la situación que se presenta ante la necesidad de contribuir a la financiación de un bien público como un juego entre 2 jugadores, en el que la contribución de ambos genera un beneficio de 10 a cada jugador, y el pago neto es resultado de restar a dicho beneficio la contribución realizada, que ha de ser de 6. Si sólo un jugador decide contribuir incurre en los costes de su contribución, pero el bien público no llega a suministrarse por la ausencia de contribución del otro. La contribución que realiza el jugador que decide cooperar, por tanto, es baldía. Obviamente, quien no contribuye obtiene un pago de cero (no tiene beneficios pero tampoco incurre en costes). Como podemos apreciar en la figura nº 2, dada la estructura de pagos descrita, existen dos equilibrios de Nash correspondientes a las situaciones en las que ambos individuos adoptan la misma estrategia, siendo el equilibrio cooperativo Pareto-superior al otro.

Figura nº2: Juego bipersonal con cooperación necesaria de ambos jugadores para el suministro de un bien público

Jugador 1	**Jugador 2**		
		Cooperar	**No cooperar**
	Cooperar	4, 4	-6, 0
	No cooperar	0, -6	0, 0

Fuente: Sandler (1992), pág. 39.

Entre otros autores, Runge (1984) muestra cómo el problema del seguro requiere que se desarrollen instituciones económicas y políticas encaminadas a la coordinación de las expectativas para superar este tipo de dificultades y acceder a la acción colectiva.

De hecho, en estos juegos la cooperación no es una estrategia dominante, y si un individuo piensa que el otro no va a cooperar, lo mejor que puede hacer es no cooperar tampoco. Esto ocurre porque los juegos de coordinación o seguro, como hemos visto en el ejemplo de Sandler, tienen dos Equilibrios de Nash en estrategias puras, el de la cooperación mutua y el de la mutua defección, siendo el primero el óptimo.

Otro tipo de juego que podemos obtener mediante la modificación de la ordenación de los pagos del dilema del prisionero es el "juego del gallina". En este juego, la mutua defección proporciona peor pago que la cooperación unilateral. Podríamos interpretar este juego como una situación en la que cada individuo puede producir por separado una renta que beneficiará a ambos, incurriendo para ello en un coste.

Aunque la mutua cooperación es la meta clara tanto para el “dilema del prisionero” como para el juego de coordinación, esto no necesariamente se cumple para el “juego del gallina”; si una persona puede producir ese beneficio común, no tiene sentido que el otro duplique los esfuerzos. En efecto, en este tipo de juegos, los equilibrios de Nash en estrategias puras se producen en aquellas situaciones en las que uno coopera y el otro no lo hace.

Dilemas sociales considerados como juegos repetidos un número finito de veces

Aunque el análisis de los dilemas sociales a través del dilema del prisionero bipersonal ayuda al estudio de las interrelaciones en esas situaciones, parece oportuno profundizar la investigaciónen dos aspectos: la consideración de un horizonte temporal superior a una única partida, y la incorporación de un número de participantes en el juego mayor que dos.

Más adelante incorporaremos el segundo aspecto señalado, con la consideración de un número mayor de participantes en el juego, centrándonos en este epígrafe en el aspecto temporal.

Axelrod (1981) establece que en un juego repetido un número finito de veces, siendo la estructura del juego la de un “dilema del prisionero”, predominarán las actitudes no cooperativas, que surgirán desde el primer encuentro y se repetirán hasta la última repetición del juego. Este hecho ya lo habían analizado Luce y Raiffa (1957). Es decir, si sólo existe un Equilibrio de Nash, y se trata de un juego que se repite durante un número finito de veces, es de prever que los jugadores adoptarán las estrategias que componen dicho Equilibrio de Nash a lo largo de todas las etapas de que conste.

En efecto, como ya hemos explicado, dado que en un “dilema del prisionero” ambos jugadores tienen una estrategia dominante -la defección-, el Equilibrio de Nash será único, y será aquel en el que cada uno de ellos obtendría un pago inferior al que podría haber obtenido si ambos hubieran cooperado. Si el juego se desarrolla durante un número finito predeterminado de partidas, los jugadores seguirán sin tener ningún incentivo para cooperar (véase, por ejemplo, Luce y Raiffa, 1957; Kreps et al., 1982; Axelrod, 1981; Andreoni y Miller, 1993; Sandler, 2000).

Así, en la última partida es lógico que se produzca la defección, pues no hay partidas futuras que puedan influir en su comportamiento. Ahora bien, en la penúltima jugada ambos preverán lo que va a ocurrir en la última jugada -que ninguno cooperará-, por lo que tampoco tendrán incentivos para cooperar. Esto mismo ocurrirá en la jugada antepenúltima, en la anterior a ésta, etc.

Resolviendo por inducción hacia atrás, y siguiendo con el mismo razonamiento, llegaríamos a la conclusión de que ninguno de los jugadores optaría por colaborar en ninguna de las etapas del juego.

Para apreciarlo vamos a utilizaren la figura nº 3un ejemplo empleado por Shubik (1982), en el que muestrala representación matricial de un dilema del prisionero.

Figura nº 3: Representación de Shubik de un dilema del prisionero

	C	**NC**
C	5, 5	-10, 10
NC	10, -10	0, 0

Fuente: Shubik (1982)

En este juego, si consideráramos una sola etapa, la estrategia dominante de ambos jugadores sería NC, por lo que existirá un único Equilibrio de Nash. Supongamos ahora que este juego se fuera a desarrollar durante dos etapas; ambos jugadores se enfrentarían al mismo juego en dos ocasiones consecutivas.

Las distintas estrategias que puedan llevar a cabo consistirán en una acción para la primera etapa (C ó NC), y otra acción para la segunda etapa. Esta segunda acción puede estar condicionada a lo que el otro jugador hizo en la primera etapa o no. Así, una posible estrategia no condicionada sería: (C; C, C) que leeríamos como: cooperar en la primera etapa, y cooperar si el otro lo hizo en la primera etapa y cooperar si el otro no lo hizo en la primera etapa; es decir, cooperar siempre, independientemente de lo que el otro haya hecho. Una estrategia condicionada sería, por ejemplo: (C; C, NC) que interpretaríamos de la siguiente manera: cooperar en la primera etapa y después, cooperar si el otro lo hizo en la primera etapa y no cooperar si él no cooperó.

La matriz de pagos correspondiente sería la de la figura nº 4.

Figura nº 4: Equilibrios de Nash en un juego repetido

	C; C, C	**C; C, NC**	**C; NC, C**	**C; NC, NC**	**NC; C, C**	**NC; C, NC**	**NC; NC, C**	**NC; NC, NC**
C; C, C	10, 10	10, 10	-5, 15	-5, 15	-5, 15	-5, 15	-20, 20	-20, 20
C; C, NC	10, 10	10, 10	-5, 15	-5, 15	0, 0	0, 0	-10, 10	-10, 10
C; NC, C	15, -5	-15, -5	5, 5	5, 5	-5, 15	-5, 15	-20, 20	-20, 20
C; NC, NC	15, -5	-15, -5	5, 5	5, 5	0, 0	0, 0	-10, 10	-10, 10
NC; C, C	15, -5	0, 0	15, -5	0, 0	5, 5	-10, 10	5, 5	-10, 10
NC; C, NC	15, -5	0, 0	15, -5	0, 0	10, -10	0, 0	10, -10	0, 0
NC; NC, C	20, -20	10, -10	20, -20	10, -10	5, 5	-10, 10	5, 5	-10, 10
NC; NC, NC	20, -20	10, -10	20, -20	10, -10	10, -10	0, 0	10, -10	0, 0

Fuente: Adaptación propia a partir de Shubik (1982)

Aunque aparecen cuatro equilibrios, todos ellos implican que ninguno de los dos jugadores cooperará.

Igualmente, si por ejemplo, se tratase de un “dilema del prisionero” repetido dos veces, ambos jugadores podrían calcular que para la segunda etapa tienen una estrategia dominante que es la no cooperativa, pues C > P y T > R. Si esto es así, como hemos visto, ambos podrán prever que en la última etapa el otro no va a cooperar, por lo que la estrategia dominante en la primera etapa también será la de no cooperar.

En efecto, cada jugador considerará su elección estratégica en la primera etapa dada la mutua ausencia de cooperación prevista de la segunda etapa, en la que ambos obtendrán un pago C.

Figura nº 5: “dilema del prisionero” en dos etapas considerado al inicio del juego.

	Jugador 2		
Jugador 1		**Cooperar**	**No cooperar**
	Cooperar	R + C, R + C	P + C, T + C
	No cooperar	T + C, P + C	2C, 2C

Fuente: Aguado (2006)

Cada uno de los pagos representados en la matriz de la figura nº 5 indica el pago total de los dos periodos, suponiendo que se va a producir ese equilibrio no cooperativo en la segunda etapa. El resultado global sigue siendo el mismo: existe una estrategia dominante para cada uno de los jugadores -no cooperar- en la que el pago que perciben es siempre mayor que siguiendo la otra estrategia -cooperar-.

Podríamos haber llegado a la misma conclusión si el juego se hubiera repetido un número mayor de veces, siempre y cuando éste número fuera conocido por parte de los jugadores, mediante la agrupación de los pagos correspondientes o simplemente a través de la resolución del juego por inducción hacia atrás[9].

Como muestra la teoría, por tanto, en cada etapa hemos de esperar que no se produzca la cooperación si se conoce el final de un juego repetido un número dado de veces.

Incorporación de una tasa de descuento

Al considerar los pagos que se producen en distintas etapas, en ocasiones se tiene en cuenta el valor de éstos en el tiempo. Así, generalmente se tiene en consideración que el futuro cuenta menos que el presente, al menos, por dos motivos: porque damos menos valor a los pagos futuros que a los actuales, y menos cuanto más alejados del momento presente estén -por una motivación claramente económica de que damos menos valor al consumo futuro que al consumo presente-; y porque siempre existe la posibilidad de no volver a encontrarnos en el futuro, es decir por la existencia de incertidumbre, ya que no tenemos certeza de que en el futuro realmente nos vayamos a encontrar en esa misma situación.

Como consecuencia de todo ello, el pago de la jugada siguiente tendrá siempre menor valor que el de la jugada actual.

[9] Véase al respecto, por ejemplo, Aguado (2006).

Una forma habitual de sumar los pagos que se producen a lo largo del tiempo, considerando que valoramos más los pagos presentes que los futuros, es suponiendo que existe una tasa de descuento constante (Shubik, 1970; Axelrod, 1981). Valoramos por tanto el siguiente pago sólo como una fracción, *w*, del mismo pago en el presente. Obtener un pago P en infinitos periodos tendría entonces un "valor actual" de: $P + wP + w^2P + w^3P \ldots = P/(1-w)$.

Es importante por tanto el peso que tenga el futuro en el cálculo de las cantidades totales a percibir. Como demuestra Axelrod (1981), si el parámetro de actualización es lo suficientemente grande, no existe una estrategia óptima que sea independiente de la estrategia utilizada por el otro jugador.

Dilemas sociales como juegos repetidos un número infinito o indeterminado de veces

A diferencia de lo que ocurre teóricamente cuando se trata de un número de repeticiones finitas conocidas, cuando un juego se repite durante un número de veces indefinido, es posible que surja la cooperación. Uno de los motivos que hacen posible que surja la cooperación en este contexto es la posibilidad de encontrarse en el futuro. Como acertadamente afirma Axelrod (1984), el futuro puede proyectar una sombra sobre el presente, y de este modo influir sobre la situación estratégica actual.

Es interesante señalar que en los Dilemas del Prisionero repetidos no existe una regla de comportamiento que sea independiente de la estrategia desarrollada por el otro jugador y que pueda ser considerada óptima.

En realidad, los jugadores no se encuentran en un conflicto total de intereses, de modo que lo que es bueno para uno es malo para el otro y viceversa, como ocurre en una partida de ajedrez, donde lo lógico es pensar que el otro, actuando siempre en su beneficio, está haciéndolo siempre en contra de nuestros intereses-lo que facilitaría la toma de decisiones; en el "dilema del prisionero" ambos podrían, por ejemplo, obtener el pago de la mutua cooperación, que es mayor que el de la mutua defección.

De hecho, en el "dilema del prisionero" repetido, la mejor estrategia depende directamente de la estrategia que esté llevando a cabo el otro jugador, y en concreto de si ésta favorece la aparición de la mutua cooperación[10].

El trabajo sin duda más citado en la literatura acerca de las posibles estrategias que se pueden seguir en una situación de un juego repetido un número infinito o indeterminado de veces es el de Axelrod. En sus artículos de 1980 (Axelrod, 1980a, 1980b), publicó los resultados de torneos informatizados del dilema del prisionero repetido. En ellos buscaba identificar las condiciones bajo las cuales puede emerger un comportamiento cooperativo en ausencia de un poder central que lo imponga. En su libro de 1984 recoge esos resultados junto con un mayor análisis de las estrategias propuestas.

En este torneo, la estrategia que salió vencedora es la remitida por Anatol Rapoport, conocida en la literatura como tit-for-tat, u "ojo por ojo". Según esta estrategia, en el primer juego la acción que se elige es la cooperativa, mientras que para el resto de jugadas, la estrategia consiste en hacer lo que el otro jugador hizo en la jugada anterior. De esta forma, si

[10] Y esto siempre y cuando no se produzcan errores fortuitos a la hora de manifestar las elecciones. Wu y Axelrod (1995) estudian la forma de solventar estos errores en los Dilemas del Prisionero Repetidos.

se encontraran dos jugadores que siguiesen esta estrategia, en cada jugada se encontrarían en la situación de equilibrio mutuamente cooperativa.

Si, por el contrario, ante nuestra cooperación el otro decide no cooperar y obtener así la renta del free-rider, en la siguiente jugada obtendrá nuestra respuesta no cooperativa; responderemos con una estrategia de "ojo por ojo".

Odero (2002) considera que la estrategia de responder a los demás con la misma moneda, es decir, cooperando si han cooperado y no cooperando si ellos no lo han hecho, es una forma de incorporar incentivos, tanto positivos como negativos, a su actitud actual.

Como indica Hoffmann (2000), el éxito de la estrategia tit-for-tat se basa en su capacidad para diferenciar a sus oponentes y adaptarse a ellos. También, porque resiste a la explotación –al contestar con defección a la defecciónï , y responde positivamente con cooperación a la cooperación.

De hecho, el propio Axelrod (1984) describe sus virtudes como una combinación de bondad, represalia, olvido –perdónï y transparencia. Su "bondad" la previene de meterse en problemas innecesarios. Su carácter de "represalia" desanima a la otra parte de persistir en la defección. Su capacidad para olvidar –perdonarï ayuda a restaurar la mutua cooperación. Finalmente, su transparencia la hace comprensible para el otro jugador, promoviendo por tanto la cooperación a largo plazo.

Además, el hecho de tomar represalias rápidamente-en la jugada inmediatamente posterior, añade fuerza a esta estrategia frente a otras opciones o experimentos en los que se pospone esta actitud (Komorita, S.S.; Hilty, J.A. y Parks, C.D., 1991; Brembs, B. 1996).

Sandler (1992) utiliza el descuento para mostrar, siguiendo a Ordeshook (1986), el equilibrio de la estrategia Tit-for-tat en un dilema del prisionero repetido, partiendo de un dilema del prisionero como el representado a continuación:

Figura nº 6: Matriz de pagos del juego.

		Jugador 2	
Jugador 1		**Cooperar**	**No cooperar**
	Cooperar	4, 4	-1, 5
	No cooperar	5, -1	0, 0

Fuente: Sandler (1992)

Se permite a continuación a cada jugador que siga tres posibles estrategias intertemporales: (1) Tit-for-tat, (2) siempre cooperar, y (3) no cooperar nunca, que recogemos en la figura nº 7. La tasa de descuento es r, un número comprendido entre 0 y 1. Si ambos jugadores eligen Tit-for-tat, ambos cooperarán tanto en la primera como en las sucesivas etapas, recibiendo un pago de 4 en cada una de ellas, con un valor actual de $4/(1 - r)$. Ese mismo pago es el que reciben en las casillas 2ª, 5ª y 6ª, correspondientes respectivamente a las combinaciones de estrategias (T-f-T, C), (C, T-f-T) y (C, C) pues en todas ellas ocurre igualmente que ambos jugadores cooperan durante todas las etapas del juego.

Sin embargo, si el primer jugador opta por la estrategia Tit-for-tat mientras que el segundo utiliza la estrategia de no cooperar nunca, el primer jugador percibirá –1 en la primera etapa y 0 en el resto, mientras que el segundo jugador recibirá 5 en la primera ronda y 0 en las demás. Esto es así porque, tras la primera etapa, la estrategia Tit-for-tat determina que el jugador 1 responda de igual modo a la actitud no cooperativa del jugador 2.

Los pagos de la celda 7ª se interpretan de la misma manera, simplemente intercambiando a ambos jugadores.

Cuando el jugador 1 utiliza la estrategia de siempre cooperar, y el jugador 2 emplea la de no cooperar nunca, el jugador 1 recibe – 1 en cada una de las rondas, mientras que el jugador 2 percibe 5 en todas ellas.

La 8ª celda representa la misma situación, cambiando a los jugadores y por tanto sus pagos.

Si ambos jugadores optan por no cooperar nunca, se encontrarán en la 9ª celda, en la que ninguno de ellos obtendrá ningún pago en ninguna de las sucesivas etapas del juego.

Figura nº 7: Juego repetido un número infinito de veces, con tres estrategias posibles

	T-f-T	**C**	**NC**
T-f-T	$\frac{4}{1-r}, \frac{4}{1-r}$	$\frac{4}{1-r}, \frac{4}{1-r}$	-1, 5
C	$\frac{4}{1-r}, \frac{4}{1-r}$	$\frac{4}{1-r}, \frac{4}{1-r}$	$\frac{-1}{1-r}, \frac{5}{1-r}$
NC	5, - 1	$\frac{5}{1-r}, \frac{-1}{1-r}$	0, 0

Fuente: Sandler (1992)

Como se puede apreciar, siempre que se cumpla la desigualdad $4/(1 - r) > 5$, existirán dos Equilibrios de Nash del juego: el correspondiente a jugar ambos la estrategia Tit-for-tat, y el de no cooperar ninguno. El primero de ellos es Pareto superior respecto del segundo, e implica que ambos jugadores cooperarían en todas las etapas del juego.

Dilemas sociales multipersonales

En lugar de limitarnos a considerar únicamente dos personas en la modelización de los juegos, extenderemos ahora este número hasta una cantidad mayor, *n*.

En efecto, la presentación de dos individuos con dos posibles estrategias en el "dilema del prisionero" es muy clara e intuitiva, pero esto no es tan evidente cuando se incrementa el número de participantes en el juego. Así, el juego ya no consiste en que el otro colabore o deje de hacerlo; en este caso, se trata de una situación en la que existe un número más alto de individuos, y puede ser que unos colaboren y otros no, lo que dificulta la presentación y el análisis del juego. Así, muchos autores, como Schelling (1973), Goehring y Kahan (1976),entre otros, señalan las ambigüedades presentes en la formulación de la matriz de pagos en los Dilemas del Prisionero de *n* individuos.

Citando a Hamburger (1973), Goehring y Kahan (1976) establecen que una condición necesaria en los Dilemas del Prisionero de *n* individuos es la existencia de una estrategia dominante para todos los jugadores que produce un resultado deficiente, así como una serie de condiciones que llevan a los juegos a tener las características psicológicas del dilema del prisionero. Concluyen, por tanto, que el dilema del prisionero de *n* individuos más que un único juego -como ocurre cuando sólo son dos jugadores-, es una familia de juegos, todos los cuales han de cumplir esas premisas.

Un primer problema lo supone su representación. Para mostrar un juego *n*-personal en la forma normal sería necesario construir una matriz de *n* dimensiones, algo inviable para valores altos de *n*. Sin embargo, se puede imponer un supuesto simplificador en el sentido de que cada jugador es intercambiable con cualquier otro, como hacen Goehring y Kahan (1976), por lo que los pagos son simétricos entre los jugadores, y la matriz de pagos, considerando dos estrategias, cooperar (C) y no cooperar (NC) se podría representar de forma compacta de la siguiente manera (Fig. nº 8):

Figura nº 8: Un dilema del prisionero multipersonal

	Nº de individuos que elige C (cooperar)						
	0	1	...	J	...	N - 1	N
C		C_1	...	C_j	...	C_{n-1}	C_n
NC	NC_0	NC_1	...	NC_j	...	NC_{n-1}	

Fuente: adaptación de Goehring y Kahan (1976)

El pago que obtiene cada jugador se determina conjuntamente por su propia elección de estrategia y por la del conjunto de jugadores (incluido él mismo). El número total de jugadores que eligen la estrategia cooperativa determina la columna. El pago para cada jugador que opta por la estrategia cooperativa se muestra en la primera fila, mientras que en la segunda fila se presentan los pagos de los individuos que no cooperan. Lógicamente, no hay pagos para quien coopera si nadie lo hace -primer valor de la primera fila-, del mismo modo que no hay pagos para los no cooperadores cuando todo el mundo coopera -último valor de la segunda fila-.

La propiedad de dominancia (que la estrategia NC domine a C), con esta matriz, se podría expresar: $NC_{j-1} > C_j$, $1 \leq j \leq n$.

Por otro lado, para mostrar que el equilibrio en el que nadie coopera es ineficiente, se suele exigir que se cumpla: $C_j > NC_0$.

Un ejemplo de representación de un dilema del prisionero con más de dos individuos en un experimento concreto es la matriz que reproducimos a continuación en la figura nº 9, utilizada para explicitar los pagos que recibían 6 individuos en función de que adoptasen una actitud cooperativa -eligieran el color rojo (R)- o no cooperativa-eligieran el color azul (A)- en un juego realizado por Bixenstine (et al.1966):

Figura nº 9: Matriz de seis jugadores con dos estrategias

	6 R		**5R/1A**		**4R/2A**		**3R/3A**		**2R/4A**		**1R/5A**		**6A**	
Elección	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Pago (centavos)	7 a	-	5 b	11 c	4 d	7 e	3 f	5 g	2 h	3 i	1 j	2 k	-	1 l
Ganancia total del grupo	42		36		30		24		16		11		6	

Fuente: Adaptación de Bixenstine (et al. 1966)

Para que la matriz de pagos reflejase una estructura correspondiente a un "dilema del prisionero", la relación existente entre los distintos pagos habría de cumplir según estos autores las siguientes desigualdades -algo que sí que cumplen los pagos expuestos-:

$c > e > g > i > l$
$a > b > d > f > j$
$(c + e + g + i + k) > (a + b + f + h + j)$, y
$6a > 5b + c > 4d + 2c > 3f + 3g > 2h + 4i > j + 5k > 6l$

Otro ejemplo lo da Tullock (1985), en el que propone la matriz de pagos siguiente, en la que representa, para un grupo de cinco personas, el pago que obtendría un individuo -que ponemos en columnas- en función del número de jugadores del resto que opten por una u otra estrategia:

Figura nº 10: Matriz de cinco jugadores con dos estrategias: cooperar y no cooperar

	Cooperar	**No cooperar**
4 cooperan	9	10
3 cooperan	7	8
2 cooperan	5	6
1 coopera	3	4
0 coopera	1	2

Fuente: adaptación de Tullock (1985)

En este ejemplo, como se puede apreciar a simple vista, existe una estrategia dominante -no cooperar- pues el pago que se recibe siguiendo esta estrategia es siempre mayor que el de la otra estrategia -cooperar-. Por otro lado, independientemente de que el individuo coopere o no, siempre obtiene mayor pago cuantos más jugadores opten por cooperar.

Para Schelling (1973), lo que define a un dilema del prisionero Multipersonal Uniforme (*uniform multiperson prisoner's dilema*), es que se cumpla que hay *n* individuos, cada uno de los cuales cuenta con la misma elección binaria y los mismos pagos; cada uno tiene una estrategia dominante; que sea cual sea la estrategia que adopte un individuo, ya sea la dominante o la dominada, siempre estará mejor cuantos más individuos del resto empleen su estrategia dominada; y que existe algún número *k*, mayor que 1, tal que si un número de individuos mayor o igual que *k* optan por seguir su estrategia dominada y el resto no lo hace, quienes llevan a cabo su estrategia dominada están mejor que si todos hubieran seguido la estrategia dominada; por el contrario, si el número de individuos antes reseñado que opta por seguir su estrategia dominada es menor que *k*, esto no se cumple.

Sandler (1992) parte de un juego bipersonal con cooperación necesaria de ambos jugadores para el suministro de un bien público, que presentamos anteriormente en la figura nº 2, para extrapolarlo a continuación a un número mayor:

Figura nº 11: Juego en el que la contribución de al menos j+1 jugadores es necesaria para el suministro del bien público.

	Número de jugadores que contribuyen al suministro del bien público						
	0	...	j-1	j	j+1	...	n-1
i coopera	-6	...	-6	5(j+1)-6	5(j+2)-6	...	5n-6
i no coopera	0	...	0	0	5(j+1)	...	5(n-1)

Fuente: Sandler 1992, pág. 45

En la figura nº 11 se puede apreciar que siempre que el número de contribuyentes sea inferior a j-1, la estrategia óptima será la de no contribuir. Ahora bien, si van a contribuir exactamente j jugadores, resulta mejor opción colaborar. En el resto de casos posibles, no contribuir vuelve a ser la estrategia dominante.

En los dilemas sociales de *n* indi
viduos, un conjunto de participantes tiene la posibilidad de contribuir (C) o no contribuir (NC) a un beneficio común. Gráficamente, Ostrom (1998) lo representa de la manera siguiente en la figura nº 12.

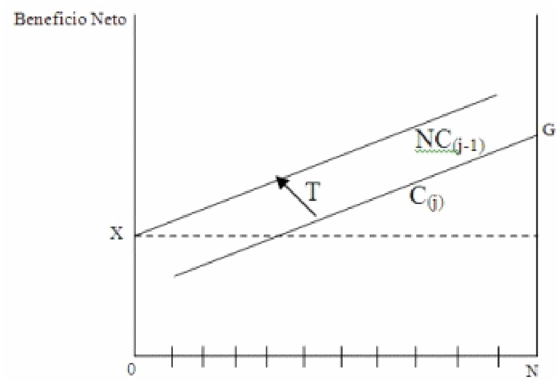

Figura nº 12: Dilema social de n individuos, según Ostrom

Nota: N jugadores eligen entre cooperar (C) o no cooperar (NC). Cuando j individuos cooperan, sus pagos son siempre menores que los de los j-1 individuos que no cooperan. El resultado previsto será que nadie cooperará y todos los jugadores recibirán un beneficio X. La tentación (T) de no cooperar es el aumento de beneficios que cualquier persona cooperante recibiría por cambiarse a no cooperar. Si todos cooperaran, todos recibirían un beneficio mayor en (G – T) que si ninguno cooperara.
Fuente: adaptación de Ostrom (1998)

Un juego, muy parecido en su planteamiento al “dilema del prisionero”, es el llamado “Dilema del Voluntario”. En este tipo de juego, basta con que una persona se sacrifique por el bien del conjunto para que un determinado bien público sea suministrado. Si más de una persona se decide a sacrificarse, se producirá un derroche de recursos, pues bastaba con la aportación de un único voluntario. Como se puede apreciar, conceptualmente el “dilema del voluntario” respondería más acertadamente a la extrapolación a *n* individuos de un “juego del gallina”.

Como en el “dilema del prisionero”, en el “dilema del voluntario” sigue existiendo una estrategia dominante, la de no cooperar -en este caso, no sacrificarse-, pues en ese caso se goza del bien público pero se han de padecer los costes, *siempre y cuando se espere que otro lo haga*. En caso contrario, es decir, si se piensa que nadie más va a salir voluntario, se ha de cooperar pues U-K > 0 (véase la tabla adjunta). Parece más “razonable” quedarse esperando a que sea otro quien se sacrifique, lo que puede llevar a que finalmente nadie lo haga.

Como Diekmann (1985) lo plantea, el “dilema del voluntario” respondería a los pagos de la siguiente tabla, en la que las columnas muestran el número de voluntarios dispuestos a realizar la aportación necesaria para el suministro de ese bien público a excepción del interesado:

Figura nº 13: dilema del voluntario según Diekmann

	0	**1**	**2**	**...**	**n-1**
C	U-K	U-K	U-K	...	U-K
D	0	U	U	...	U

Fuente: Diekmann (1985)

Donde U es la utilidad que proporciona el bien público, K son los costes en los que se ha de incurrir para obtener dicho bien público, C es la estrategia cooperativa y D la defectiva, y se cumple que:

$$U\text{-}K > 0;\ N \geq 2$$

Un ejemplo que pone Diekmann de este tipo de juego, citando a Darley y Latané (1968), es lo que denominan “difusión de responsabilidad”, que sucede cuando se produce un accidente o un crimen. En esas circunstancias, la gente se queda con la conciencia más tranquila si ve que hay alguien que ayuda al o a los afectados -algo que implica unos costes para quien lo realiza-. Así, todo el mundo estaría inclinado a no ayudar esperando que algún otro lo haga.

Este mismo dilema lo plantea Rapoport (1988) con un ejemplo numérico, en el que considera que el bien público es valorado por los individuos como una utilidad de 10, mientras que el coste en el que incurre cada individuo que voluntariamente coopere es de 5. En este caso, en columnas tenemos el número de personas que son voluntarios para el suministro de ese bien público:

Figura nº 14: dilema del voluntario

	0	1	2	3	...	...	n
C		5	5	5	...	...	5
N	0	10	10	10	...	...	

Fuente: Rapoport (1988)

En el “dilema del voluntario” cabe hacer una distinción acerca de si los posibles voluntarios para suministrar el bien público tienen conocimiento o no de si los demás están suministrándolo, es decir, si existe algún otro voluntario. Weesie (1993, 1994), distingue en ese sentido entre un “dilema del voluntario” -que reservaría para la situación en la que hay información incompleta, es decir, se desconoce si existe algún voluntario-, y un “dilema del voluntario coordinado[11]“, en el que sí que se conoce si se presenta algún voluntario.

Una versión más exigente del “dilema del voluntario” es la que proponen Murnigham (et al. 1993), en la que el pago del voluntario es mucho menor si coopera que si no lo hace. Por compararlo con el ejemplo de Diekmann anterior, U - K < 0. De hecho, los ejemplos que propone acaban con la muerte del voluntario... En ese sentido, su planteamiento se acerca más al dilema del altruista.

Un dilema muy cercano al del prisionero es el “dilema del altruista”. Mientras que un comportamiento egoísta conduce en el “dilema del prisionero” a un resultado colectivamente irracional, lo contrario ocurre en el “dilema del altruista”: el comportamiento altruista conduce a resultados colectivamente irracionales, mientras que el comportamiento egoísta lleva a un resultado óptimo en el sentido de Pareto (Heckathorn, 1991). Este autor se centra en la interacción entre altruistas, mientras que se puede encontrar la interacción entre un altruista y un explotador en el dilema del samaritano (Buchanan, 1975), o en la obra de Becker (1981).

Heckathorn (1991) muestra de qué manera se puede transformar un “dilema del prisionero” en un “dilema del altruista”. Su razonamiento parte de la consideración de los costes que supone el suministro de un bien público, como los dedicados a resolver el problema del free-rider. Lógicamente, estos costes reducen la ganancia neta que genera el bien público (como en la parte inferior izquierda de la figura siguiente). Si esos costes llegan a exceder el valor del bien público, el hecho de producir dicho bien supondría una neta pérdida para el grupo. En ese caso, el grupo se enfrentaría a un “dilema del altruista” (como el mostrado en la parte central inferior de la figura). Así, los altos costes de la cooperación pueden bastar para convertir un “dilema del prisionero” en un “dilema del altruista”.

Un “dilema del prisionero” se puede convertir en un “dilema del altruista” de una segunda manera. Los grupos pueden producir bienes públicos, como aire limpio, protección ante los incendios, y carreteras, en distintos niveles. Muchos bienes, incluidos los bienes públicos, están sujetos a la existencia de rentabilidad marginal decreciente. Además, aunque en la producción de esos bienes públicos existen inicialmente economías de escala, a partir de un determinado momento los costes marginales aumentan. Esos cambios en las rentabilidades y los costes marginales son importantes pues implican que, según aumenta el nivel de un bien público, inevitablemente se alcanzará un punto a partir del cual los costes marginales superen a la rentabilidad marginal. En ese punto, el “dilema del prisionero” se transforma en un “dilema del altruista”.

[11] El autor distingue entre los términos *volunteer's dilema* y *volunteer's timing dilema*.

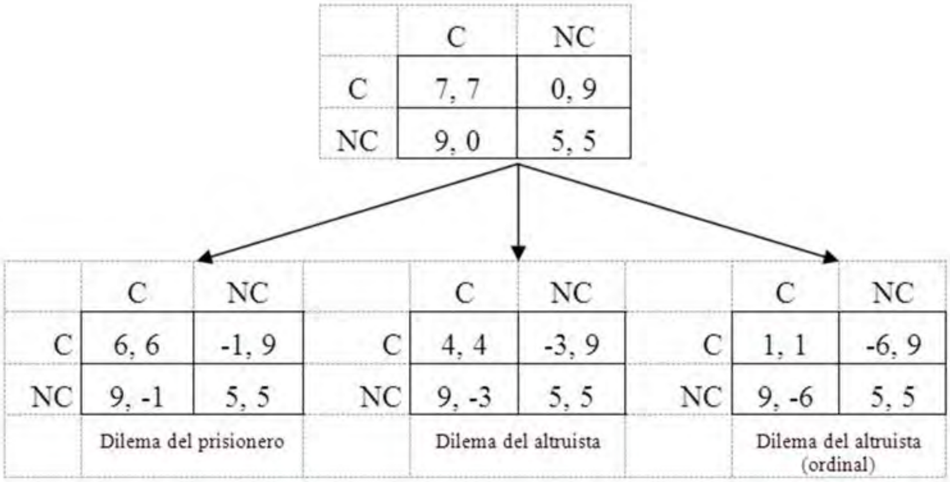

Figura nº 15: Costes de la cooperación y la conversión de un dilema del prisionero en un dilema del altruista

Nota: si el coste es pequeño, -a la izquierda- el dilema del prisionero se mantiene; si aumenta -en el centro-, se convierte en un dilema del altruista; y si lo hace aún más -a la derecha-, es preferible una mezcla de actitudes cooperativas y no cooperativas a la cooperación universal.

Fuente: Adaptación de Heckathorn (1991)

Conclusiones

El primer problema al que nos enfrentamos al intentar comprender mejor la dinámica de los dilemas sociales consiste en identificar claramente qué estructura de pagos responde más acertadamente al problema estudiado. Si se trata de un dilema del prisionero al cual se van a enfrentar los individuos en varias ocasiones, tendremos que tener en cuenta que para que surja la cooperación será una característica muy importante el hecho de que las repeticiones se produzcan un número finito o infinito de veces. Finalmente, tanto el número de participantes en el juego, como la estructura de pagos que consideremos apropiada en la extrapolación a un número de individuos mayor que dos, en absoluto resultan irrelevantes para el surgimiento de la cooperación en los dilemas sociales.

Referencias

Aguado, J.C. (2006). *Teoría de la decisión y de los juegos*. Delta Publicaciones. Madrid.

Andreoni, J. y Miller, J. H. (1993). “Rational Cooperation in the Finitely Repeated Prisoner’s Dilemma: Experimental Evidence”. *The Economic Journal*, Vol. 103, nº 418 (mayo): 570-585.

Axelrod, R. (1980a). “Effective Choice in the Prisoner’s Dilemma”. *The Journal of Conflict Resolution* 24: 3-25.

Axelrod, R. (1980b). “More Effective Choice in the Prisoner’s Dilemma”. *The Journal of Conflict Resolution* 24: 379-403.

Axelrod, R. (1981). “The Emergence of Cooperation among Egoists”. *The American Political Science Review*, Vol. 75, nº 2 (junio): 306-318.

Axelrod, R. (1984). *The evolution of cooperation*. Basic Books, New York. Publicado en castellano en 1986: *La evolución de la cooperación*. Alianza Editorial, S.A., Madrid.

Becker, G. S. (1981).*A treatise on the family*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Bixenstine, V.E.; Levitt, C.A. y Wilson, K.V. (1966). “Collaboration among Six Persons in a Prisoner’s Dilemma Game”. *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 10, nº 4 (diciembre): 488-496.

Braver, S.L. y Wilson II, L.A. (1986). “Choices in Social Dilemmas: Effects of Communication within Subgroups”. *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 30, nº 1 (marzo): 51-62.

Brembs, B. (1996). “Chaos, cheating and cooperation: potential solutions to the Prisoner’s Dilemma”. *Oikos*, nº 76: 14-24.

Buchanan (1975). “Public Finance and Public Choice”, *National Tax Journal*.

Coombs, C. (1973). “A reparameterization of the Prisoner’s Dilemma Game”. *Behavioral Science*, nº 18: 424-428.

Darley, J.M. y Latané, B. (1968). “Bystander Intervention in Emergencies: Diffusion of Responsibility”. *Journal of Personality and Social Psychology*, nº 8: 377-383.

Dawes, R.M. y Thaler, R.H. (1988). “Anomalies: Cooperation”. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 2, nº 3 (verano): 187-197.

Diekmann, A. (1985). “Volunteer’s Dilemma”. “*The Journal of Conflict Resolution*”, Vol. 29, nº4 (diciembre): 605-610.

Elster, J. (1989). *Foundations of social choice theory*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Goehring, D.J. y Kahan, J.P. (1976). “The Uniform N-Person Prisoner’s Dilemma Game: Construction and Test of an Index of Cooperation”. *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 20, nº 1 (marzo):111-128.

Hamburger (1973). “N-persons Prisoner’s Dilemma”. *Journal of Math. Sociology* nº 3: 27-48.

Heckathorn, D.D. (1991). “Extensions of the Prisoner’s Dilemma Paradigm: The Altruist Dilemma and Group Solidarity”. *Sociological Theory* Vol. 9, nº 1: 34-52.

Hoffmann, R. (2000). “Twenty Years on: The Evolution of Cooperation Revisited” *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* vol. 3, nº 2, <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/3/2/forum/1.html>

Kollock, P. (1998). Social Dilemmas: The Anatomy of Cooperation”. *Annual Review of Sociology*, Vol. 24: 183-214.

Komorita, S.S.; Hilty, J.A. y Parks, C.D. (1991). “Reciprocity and Cooperation in Social Dilemmas”. *Journal of Conflict Resolution*, Vol. 35, nº 3 (septiembre): 494-518.

Kreps, D. et al (1982). “Rational Cooperation in Finitely Repeated Prisoners’ Dilemmas”, *Journal of Economic Theory*: 245-252.

Luce, R.D. y Raiffa, H. (1957). *Games and Decisions*. New York: Wiley.

Murnigham, J.K.; Kim, J.W. y Metzger, A.R. (1993). “The Volunteer Dilemma”. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 38, nº 4 (diciembre): 515-538.

Nash, J. (1951). “Non-Cooperative Games”, *Annals of Mathematics*, LIV (Septiembre): 286-295.

Odero, K. K. (2002). "Collective Action, Inaction and the Global Commons." Comunicación presentada en "The Commons in an Age of Globalisation," la Novena Conferencia de la Asociación. Internacional para el Estudio de la Propiedad Común en Victoria Falls, Zimbabwe, los días 17 a 21 de junio de 2002.

Ordeshook (1986). *Game Theory and Political Theory.* Cambridge: Cambridge University Press.

Ostrom, E. (1998). "A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential Address, American Political Science Association, 1997". *The American Political Science Review*, Vol. 92, nº 1 (marzo): 1-22.

Rapoport, A. (1988). "Experiments with N-Person Social Traps: Prisoner's Dilemma, Weak Prisoner's Dilemma, Volunteer's Dilemma, and Largest Number". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 32, nº 3: 457-472.

Runge, C.F. (1984). "Institutions and the Free Rider: The Assurance Problem in Collective Action". *The Journal of Politics*, Vol. 46, nº 1 (febrero): 154-181.

Sandler, T. (1992).*Collective Action: Theory and Applications*. Londres: Harvester Wheatsheaf.

Sandler, T. (2000). "Economic Analysis of Conflict" *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 44, nº 6: 723-729.

Schelling, T.C. (1973). "Hockey Helmets, Concealed Weapons, and Daylight Saving: A Study of Binary Choices with Externalities." *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 17, nº 3 (septiembre): 381-428.

Schelling, T.C. (1978). "Micromotives and Macrobehavior". En Thomas Schelling (ed.), *Micromotives and Macrobehavior*. New York: Norton: 9-43.

Shubik, M. (1970). "Game Theory, Behavior, and the Paradox of the Prisoner's Dilemma: Three Solutions". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol.14, nº 2 (junio): 181-193.

Shubik, M. (1971). "The Dollar Auction Game: A Paradox in Noncooperative Behavior and Escalation", *The Journal of Conflict Resolution*, Vol.15, nº 1: 181-193.

Shubik, M. (1982).*Game Theory in the Social Sciences*, The MIT Press.

Tullock (1985). "Adam Smith and the Prisoners' Dilemma." *Quarterly Journal of Economics*, nº 100: 1073-1081.

Weesie, J. (1993). "Asymmetry and Timing in the Volunteer's Dilema". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 37, nº 3 (septiembre): 569-590.

Weesie, J. (1994). "Incomplete Information and Timing in the Volunteer's Dilemma: A Comparison of Four Models". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 38, nº 3 (septiembre): 557-585.

Wu, J. y Axelrod, R. (1995). "How to Cope with Noise in the Iterated Prisoner's Dilemma". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 39, nº 1 (marzo): 183-189.

Sobre los Autores

Dr. Juan Carlos Aguado Franco: Juan Carlos Aguado Franco es doctor en Economía y profesor del Departamento de Fundamentos del Análisis económico de la Universidad Rey Juan Carlos, donde desarrolla su trabajo docente e investigador desde hace 10 años. Su dilatada experiencia docente le ha llevado a dar clase en la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Alfonso X "El Sabio", Universidad Carlos III de Madrid, y como profesor visitante en la Universidad ORT de Uruguay y la Universidad de Costa Rica. Ha recibido numerosas menciones y premios por la calidad de su docencia. Sus publicaciones y aportaciones en congresos nacionales e internacionales se cuentan por decenas. Entre sus líneas de interés e investigación destacan las centradas en el análisis microeconómico y la aplicación de la teoría de juegos en diversos ámbitos, especialmente en el comportamiento de los consumidores y en el estudio de los recursos naturales.

Prof. de las Heras Camino David: David de las Heras es profesor de Teoría de Juegos en el Departamento de Economía de la Universidad Carlos III de Madrid. Sus líneas de investigación abarcan, entre otras, el estudio de los dilemas sociales, con especial interés por los bienes públicos, y la teoría de juegos aplicada en la economía experimental.