

Instituto FIEC



Instituto para el
Fomento de la
Investigación
Económica

DOCUMENTO DE TRABAJO FIEC 2007/001

Recursos renovables y tragedia de los comunes

Juan Carlos Aguado Franco*

Profesor Colaborador. Departamento de Fundamentos del Análisis Económico.
Universidad Rey Juan Carlos.
E-mail a efectos de correspondencia: juancarlos.aguado@urjc.es

Los Documentos de Trabajo sirven para publicar investigaciones originales en cinco idiomas de trabajo: español, inglés, francés, italiano y portugués, en forma de artículos en vías de publicación, comunicaciones a Congresos, además de otros trabajos de investigación. Los trabajos se publican siguiendo un sistema de evaluación por doble referee. Las opiniones y los juicios de los autores no son necesariamente compartidos por el Instituto para el Fomento de la Investigación Económica (Instituto FIEC).

© Juan Carlos Aguado Franco

© Instituto para el Fomento de la Investigación Económica (Instituto FIEC)

ISBN 978-84-935414-8-4

Documentos de Trabajo FIEC, Serie Unión Europea

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo ni su almacenamiento o transmisión para la venta, ya sea por procedimientos electrónicos, químicos, mecánicos, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de los titulares de los derechos.

Recursos renovables y tragedia de los comunes

Juan Carlos Aguado Franco*

Resumen

La supervivencia de los recursos biológicos depende no solamente de cuestiones naturales que puedan afectar al crecimiento de la biomasa, sino también del uso que realicemos de ellos. Generalmente existen intereses encontrados entre los potenciales usuarios de este tipo de recursos, especialmente cuando existe libertad de acceso para su explotación. Para asegurar su supervivencia, sería necesario que no se utilizaran sistemáticamente por encima de su tasa natural de regeneración, pero la lógica individual lleva a seguir explotándolos por encima de dicha tasa, dado que los costes de la sobreexplotación recaen sobre el conjunto, mientras que las ganancias se producen en su totalidad para cada individuo, lo que es conocido como la "tragedia de los comunes". Este problema, presentado a menudo como un "dilema del prisionero", no es aplicable totalmente a los recursos biológicos, en especial en lo que hace referencia a ese progresivo agotamiento del recurso, ni a la interacción entre varios individuos – más de dos- inmersos en un problema de este tipo. En el marco de la teoría de juegos realizamos experimentos de laboratorio que reproducen estos problemas, lo que permite aislar y controlar las variables que puedan afectar al comportamiento de los individuos en este tipo de situaciones.

Palabras-clave: Tragedia de los comunes, cooperación, altruismo, teoría de juegos, recursos renovables.

Abstract

The exhaustion of natural resources is partly due to natural causes but is also a result of human activity. The effects of human activity depend on the type of natural resource, especially the management of biological populations. If there is free access to the resource, rivalry can rise. For renewable resources, the rate of use or harvest must not exceed the regeneration rate, but individual rationality leads to over-exploitation. This occurs because the benefits of exploitation accrue to individuals, each of which is motivated to maximize his own use of the resource, while the costs of over-exploitation are distributed between all those to whom the resource is available: it's the "Tragedy of the Commons". Prisoner's Dilemma does not capture all the characteristics of the "Tragedy of the Commons" of renewable resources, especially the progressive scarcity of the resource, and the interaction among several people. We study in the frame of game theory laboratory experiments the "Tragedy of the Commons", to explain people behaviour in this context.

Keywords: Tragedy of the Commons, cooperation, altruism, game theory, renewable resources.

Clasificación JEL: A12, C72, C92

* Profesor de la Universidad Rey Juan Carlos

1. Tipología de los recursos naturales en función de su agotabilidad

Desde el punto de vista de su agotabilidad, se pueden distinguir básicamente cuatro categorías entre los recursos naturales: recursos stock, flujo, biológicos y fondo.

Los *recursos stock*, como el carbón, el aluminio, el petróleo, etc. existen en unas cantidades dadas en determinadas localizaciones en la Tierra. Estos recursos pueden ser conservados o utilizados como deseemos, pero no creados. Si denominamos S al stock existente, y E a la cantidad extraída, el stock actual en cada momento t del tiempo será:

$$S_t = S_0 - \sum E_t$$

Es decir, el stock actual en el momento t es igual al stock inicial (S_0) menos la suma de las extracciones realizadas hasta el momento $t - 1$.

Aunque la formulación propuesta es correcta dadas las variables consideradas, hay que tener en cuenta que no necesariamente todos los yacimientos de ese recurso habrán sido descubiertos. Por lo tanto, para que la formulación sea más precisa, llamaremos SC al stock conocido, en el que incluiremos los descubrimientos realizados en cada momento:

$$SC_t = SC_0 - \sum (E_t - D_t)$$

donde D_t es la cantidad descubierta en el momento t . Si además introducimos el reciclado –para aquellos recursos en los que éste sea posible–, el stock conocido puede verse ampliado tanto por los descubrimientos como por éste:

$$SC_t = SC_0 - \sum (E_t - D_t - R_t)$$

donde R_t es la cantidad reciclada en el periodo t , y que estará limitada por la cantidad de recursos utilizados previamente pero no reciclados.

Este concepto de "stock conocido" es equivalente al de "reservas". La naturaleza de las reservas por consiguiente es dinámica, pues depende de los precios de ese bien, del estado de la tecnología y de los esfuerzos exploratorios que se realicen en búsqueda de nuevos yacimientos, así como de las extracciones precedentes que hayan sido realizadas.

Así, en la figura nº 1, avances tecnológicos que permitan la extracción de los recursos a menor coste harán que la frontera inferior de las reservas se desplace hacia abajo, del mismo modo que un mayor esfuerzo exploratorio empujará hacia la derecha la frontera lateral.

Un incremento en los precios tendrá un doble efecto de signo contrario, pues propiciará un incremento de la presión sobre esas reservas, disminuyéndolas, así como convertirá en rentables yacimientos que eran considerados económicamente no explotables.

Figura nº 1: Clasificación de los recursos stock

RECURSOS STOCK TOTALES					
	Identificados			No descubiertos	
	Probados		Probables	Hipotéticos (en lugares conocidos)	Especulativos (en lugares desconocidos)
	Medidos	Evalutados			
Económicamente explotables	RESERVAS				
Económicamente no explotables					RECURSOS POTENCIALES

Fuente: US Bureau of Mines and the Geological Survey (1976)

Otros recursos, como la radiación solar o la fuerza del viento, son los *recursos flujo*, que están disponibles en una cantidad y calidad que

escapa al control humano, y que han de ser utilizados o desaprovechados en el momento en que los recibimos. Su formulación sería la siguiente:

$$F_t = U_t + D_t, \quad D_t \geq 0$$

donde F_t es el flujo recibido en el periodo t , U_t señala la cantidad que utilizamos, y D_t indica la cantidad desaprovechada.

El uso que realicemos de los recursos flujo no influye en modo alguno en su hipotético agotamiento –porque utilicemos la energía solar el Sol no se va a apagar; por utilizar molinos de viento, el viento no va a desaparecer...-

Cuando acumulamos de alguna manera los recursos flujo que acabamos de recibir estamos convirtiendo los recursos flujo en *recursos fondo*. Este tipo de recursos sí que pueden ser controlados por el hombre, y el stock del que dispongamos en un momento dado estará sujeto al cumplimiento de la siguiente ecuación:

$$S_t = \sum (F_t - U_t - R_t) + F_t \geq U_t$$

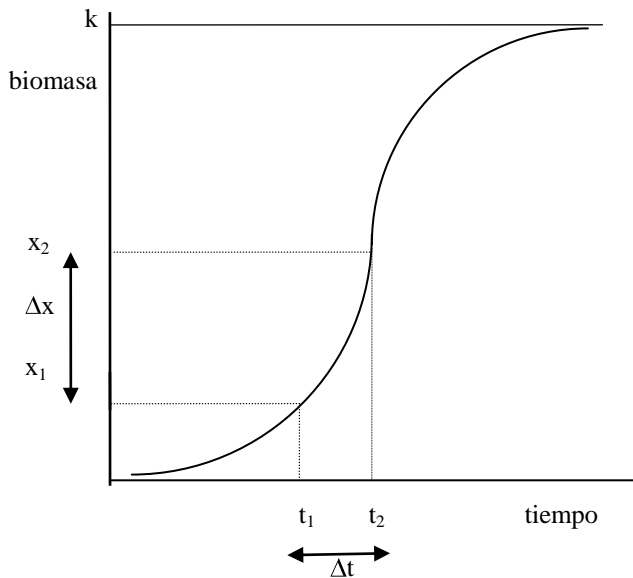
Aunque guarden similitudes con los recursos *stock*, es interesante apreciar la diferencia entre ambos tipos de recursos. Georgescu-Roegen la pone de manifiesto con un claro ejemplo: *“si el recuento muestra que una caja contiene veinte caramelos, podemos hacer felices a veinte chicos ahora o mañana, o a algunos hoy y a otros mañana, etc. Pero si un ingeniero nos dice que la habitación de un hotel durará probablemente mil días más, no podemos hacer felices ahora a mil turistas sin habitación; únicamente podemos hacer feliz a uno hoy, a un segundo mañana, y así sucesivamente, hasta que la habitación se derrumbe”* Georgescu-Roegen (1996, pág. 292).

En el caso de los recursos naturales renovables, o *recursos biológicos*, la renovación del recurso está gobernada por fenómenos biológicos: el crecimiento de los árboles, o de los bancos de pescado, que son

esencialmente dinámicos. Por tanto, cualquier análisis estático no se podría considerar más que una primera aproximación.

El punto de partida en el análisis de una pesquería o de un bosque –típicos recursos biológicos– en los que puede surgir el dilema social que encarna la tragedia de los comunes, consiste en determinar la curva de crecimiento de la biomasa a lo largo del tiempo. La forma usualmente aceptada¹ es que la biomasa crece según una función sigmoidea como la representada a continuación en la figura nº 2.

Fig. nº 2.- Curva de crecimiento de una biomasa



El crecimiento, en un primer momento, es lento, debido a que la cantidad de biomasa también es pequeña. Después, la población crece aceleradamente, para terminar con incrementos cada vez menores, estabilizándose en un valor como k , el llamado nivel de equilibrio natural, que representa la cantidad de biomasa hacia la que tenderá de una manera natural la población si no existen intervenciones ajenas, y que

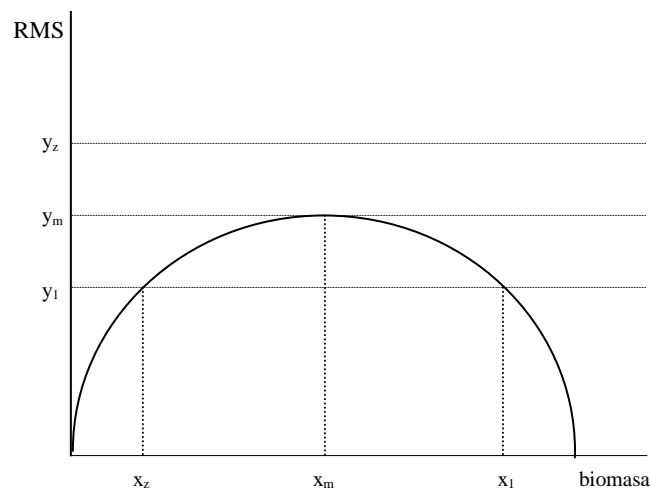
¹Existe la posibilidad de un crecimiento en forma de J, exponencial, en el que cuando se alcanza un límite la población cae bruscamente. El análisis sería análogo, con ligeras matizaciones, al expuesto para el caso general.

constituye el nivel máximo de biomasa que el medio ambiente puede soportar –la máxima capacidad de carga del ecosistema-..

En efecto, el comportamiento de la función es en su primer tramo como el de toda progresión geométrica; el crecimiento al principio es lento, para acelerarse notablemente a continuación. Es como el número de peces en una pesquería; si hay pocos tardará en aumentar el tamaño de su población. Después, según se incrementa su número, el crecimiento se acelera. Por último, se alcanza una fase en la que se ralentiza ese crecimiento para acercarse a ese nivel de equilibrio natural, pues el medio no puede soportar una carga mayor.

De la curva de crecimiento de la biomasa se puede deducir fácilmente otra curva que relacione la tasa de crecimiento de población con la cantidad de biomasa. Es lo que se representa a continuación en la figura nº 3.

Fig. nº 3.- Niveles sustentables de uso de un recurso renovable en función de la biomasa



Gracias al gráfico de la figura nº 2, y apoyándonos en el de la figura nº 1, vamos a poder explicar el concepto de rendimiento sustentable y el de rendimiento máximo sustentable.

Un rendimiento sustentable es aquel que se puede mantener indefinidamente a lo largo del tiempo (la cantidad de peces que se pueden obtener en una pesquería, las toneladas de madera que es posible extraer de un bosque, etc.) sin que disminuya, por tanto, la biomasa existente.

En la figura nº 2, si año tras año se extrae una cantidad como Δx , dado que la población crecerá Δx en el periodo comprendido entre t_1 y t_2 , a lo largo de ese tiempo se regenerará el recurso que se está considerando, por lo que la operación se podrá realizar indefinidamente sin que por ello estemos abocados a la desaparición de ese recurso: se trata de un rendimiento sustentable.

Ritmos superiores en el nivel de extracción de ese recurso llevarían, inevitablemente, a su progresiva desaparición.

Pero no es este el único rendimiento sustentable posible para ese recurso. Lo que se ha representado en la figura nº 3 son los diferentes rendimientos sustentables existentes en función del nivel de biomasa presente.

Como se puede comprobar, un nivel de extracción de ese recurso como y_1 puede ser obtenido tanto con un nivel de biomasa pequeño, como x_1 , o con otro mayor, como x_2 . El mayor rendimiento sustentable que se puede obtener, y_m , es el correspondiente a un nivel de biomasa existente como x_m .

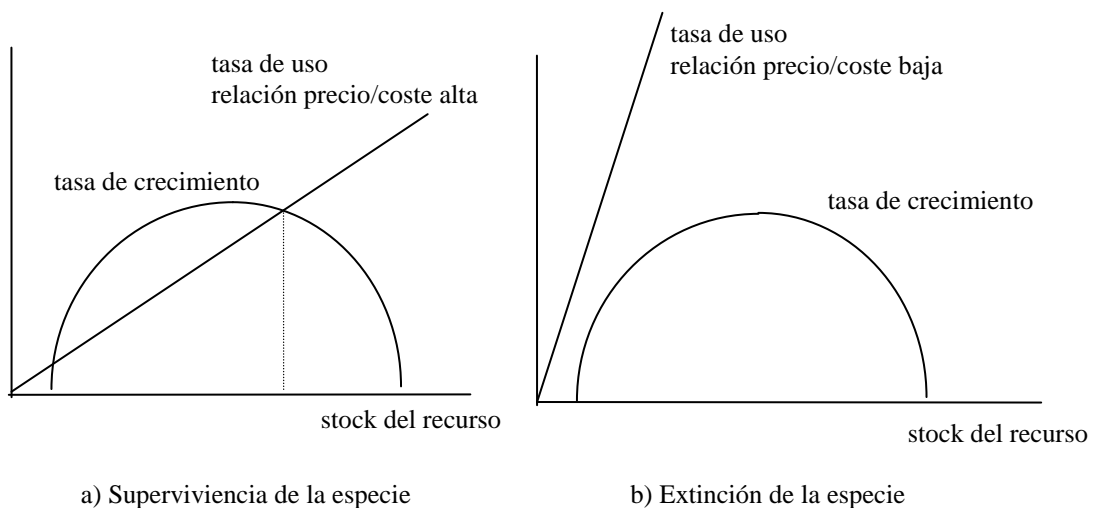
Si no se extrajese ninguna cantidad de ese recurso, la población tendería a su equilibrio natural, es decir, k , donde la tasa de crecimiento de la población es nula.

Niveles de extracción como y_z , aunque posibles durante algún periodo de tiempo, nunca serían compatibles con rendimientos sostenibles, del mismo modo que una extracción como y_m no sería sostenible para niveles de biomasa distintos de x_m .

Si incorporamos otras variables que no son meramente biológicas, sino de tipo económico, como los costes necesarios para el aprovechamiento del recurso o el precio de venta del mismo, podemos considerar un equilibrio "bioeconómico". Así, lo normal será que éste equilibrio no se produzca para el rendimiento máximo sustentable. Para comprender este razonamiento puede consultarse, por ejemplo, Pearce y Turner (1995) pp. 304 y siguientes o en Faucheux y Noël (1995) pp. 138 y siguientes.

Clark (1990) en ese sentido da la explicación de la posible extinción de una especie con la ayuda de los gráficos de la figura nº 4: cuanto menor sea la tasa de crecimiento del recurso y mayor la relación precio/coste, mayor será el riesgo de que la recta no corte a la curva de crecimiento; en el gráfico b) se producirá la extinción del recurso porque sea cual sea el valor del stock, la tasa de uso del recurso es superior a la tasa de crecimiento del mismo: el recurso está abocado a su extinción.

Figura nº 4: supervivencia y extinción de una especie



Esta posibilidad de que un recurso renovable pueda verse abocado a su desaparición por la sobreexplotación que del mismo se produzca, especialmente en el caso de que exista libertad de acceso y uso al recurso, se conoce con el nombre de "la tragedia de los comunes".

2. La tragedia de los comunes

El nombre de este tipo de situaciones proviene de la descrita por Hardin (1968) en *Science*, en su artículo "The Tragedy of the Commons".

Su historia consiste en imaginar un prado abierto a todos. Cada pastor tratará de alimentar tantas reses como le sea posible en el prado común. Si cada pastor busca maximizar su ganancia, actuando con racionalidad económica, habrá de plantearse cuál es la utilidad que le reportará añadir una res adicional a su rebaño.

Este hecho tendrá un componente positivo y otro negativo. El componente positivo consistirá en que obtendrá la ganancia derivada de su pastoreo –frente a la alternativa de tener que comprar el pienso, por ejemplo-. El componente negativo vendrá dado por la sobreexplotación del recurso –el sobrepastoreo-. Como los efectos de la sobreexplotación del recurso estarán compartidos por todos los pastores, la utilidad negativa que padecerá cada uno de ellos será sólo una fracción muy pequeña.

El pastor racional concluirá, por tanto, que es beneficioso añadir una nueva res a su rebaño. Pero ese mismo cálculo lo harán cada uno de los pastores que comparten el prado. Cada uno sale ganando al añadir un nuevo animal. Igualmente, cada uno causa daño a los demás. Y el resultado es que el sobrepastoreo acabará con el recurso y todos

acabarán perdiendo. He ahí la tragedia. Además, es una tragedia en un doble sentido: porque cada uno acaba estando en una situación indeseada y porque esto se produce de forma inevitable.

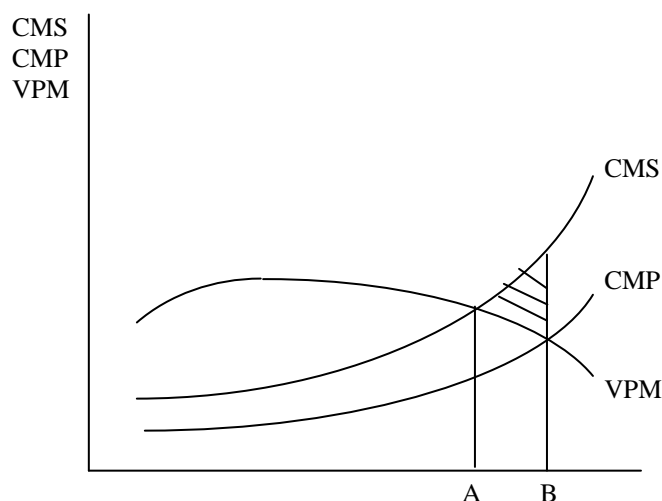
Las posibles soluciones que propone Hardin para la resolución de este problema son la venta como propiedad privada, una limitación pública a su acceso mediante una asignación adecuada, basándonos en méritos, por sorteo, o por medio de un sistema de colas.

Como Ciriacy-Wantrup y Bishop (1992) señalan, la tragedia de los comunes se desarrolla bajo tres supuestos: libertad de acceso al recurso para cualquier usuario; predominancia de un individualismo egoísta; y tasas de explotación que exceden a las de regeneración. Bajo esas circunstancias, el resultado es una situación abierta a todos, en la que los usuarios compiten entre sí para apropiarse de un mayor porcentaje del recurso conforme a la llamada "regla de captura", en detrimento de ellos mismos, del recurso, y de la sociedad en su conjunto. Roberts y Emel (1992) ahondan en ese razonamiento, afirmando que la existencia de libre acceso hace que la gente no experimente totalmente los costes de su propio uso del recurso, pues trasladan a los demás gran parte de los costes; en definitiva, se trataría de un problema de externalidades.

En ese mismo sentido, el enfoque que muestra Elinor Ostrom (1995) para explicar la tragedia de los comunes, en el contexto de una situación de acción colectiva, es el de considerar las externalidades que genera sobre los demás ganaderos la actuación de cada uno de ellos, siguiendo el ejemplo de Hardin. Para ello, diferencia entre los costes privados que acarrea cada res adicional que se lleve al prado comunal y el malestar que esa acción genera sobre la colectividad –costes sociales-. Los costes marginales privados que soporta un ganadero individual cuando añade reses adicionales crecen ligeramente –sólo soporta una porción del daño que se genera, que se reparte entre todos-. Mientras que esos costes privados crecen levemente, los costes marginales sociales aumentan

mucho más rápidamente pues la suma de una res adicional por un ganadero afecta negativamente a todos los demás ganaderos, como se aprecia en la figura nº 5.

Figura nº 5: Consideración de la sobreexplotación como una externalidad



Fuente: Ostrom (1995b)

Sin embargo, el ganadero individual no tiene en cuenta esos costes marginales sociales cuando toma la decisión de cuántos animales llevar a pastar. El ganadero individual maximizador de beneficios añadirá animales hasta que sus costes marginales privados se igualen con el valor del producto marginal. Sin embargo, esos cálculos privados llevan a una pérdida neta para la comunidad.

La comunidad estaría mejor si el ganadero redujese el número de animales de su rebaño hasta el punto A, y la ganancia social potencial sería el área sombreada.

Una explicación gráfica bastante clara, considerando los costes, ingresos y disposición a pagar, nos la presenta Haveman (1973) con la ayuda de la figura nº 6.

la diferencia entre el precio y los costes medios del sector desaparezca. El nivel de equilibrio en ese caso es X^{**} , en el que el precio del recurso iguala tanto a la disposición marginal a pagar como a los costes medios.

En ese punto, el excedente del consumidor desaparece por la combinación del descenso de los precios (la función de ingresos totales cambia de pendiente desde IT hasta IT' por este motivo) y por el aumento de los costes medios.

Los resultados, desde el punto de vista de la eficiencia, muestran claramente que el nivel de producción X^{**} es superior al óptimo. El exceso de recursos destinados a la producción del bien X estarían valorados como el segmento $b'-c'$.

Cornes et al. (1986) muestran la misma concepción del asunto, afirmando que el "problema de los comunes" es un ejemplo de un fallo del mercado en el que la búsqueda de beneficios de los explotadores no conduce a alcanzar un óptimo de Pareto. Una solución que propone como factible Weitzman (1974) para que se alcance un óptimo social, sería que una sola empresa explote el recurso común y realice la venta de su producción en un mercado perfectamente competitivo. En el mismo sentido, Goldman (1997) afirma que la "tragedia de los comunes" puede ser utilizada como argumento para proponer la gestión privada-privatizada de los recursos, como en las "enclosures" británicas. No obstante, dada la naturaleza de muchos de estos recursos, la generalización de esa solución no parece demasiado plausible.

Las conclusiones que Pearce y Turner (1995) por su parte extraen para los recursos renovables en situación de libre acceso son las siguientes:

- 1.- Las existencias son menores que las asociadas a la maximización de beneficios, y la tasa de extracción también es menor.

2.- El equilibrio en situación de libre acceso no coincide con el rendimiento máximo sostenible salvo por casualidad -tampoco coincide con éste en situación de un único propietario maximizador de beneficios-

3.- El libre acceso no conduce necesariamente a la extinción de las especies. Esto ocurrirá si el esfuerzo no tiene ningún coste, o bien si las extracciones tienen lugar en niveles que son sistemáticamente superiores a la tasa natural de regeneración y se lleva por tanto a cabo una extracción no sustentable del recurso.

4.- Considerando el modelo de Verhulst, o ecuación logística, como una forma adecuada de describir el crecimiento de la población, concluyen que cuanto menor sea la proporción que representen los costes sobre el precio (C/P), menor será el tamaño de la población en condiciones de libre acceso, pudiendo producirse la extinción si el precio excede los costes cuanto los niveles de población son bajos.

3. La emergencia de la cooperación

Como Fehr y Schmidt (1999) señalan, casi todos los modelos económicos presuponen que todos los individuos persiguen exclusivamente su interés particular, sin preocuparse especialmente de alcanzar metas "sociales", lo que lleva a la aparición de dilemas sociales como la "tragedia de los comunes".

Esta búsqueda exclusiva de su interés particular puede ser cierto para algunas -tal vez muchas- personas, pero ciertamente no lo es para todo el mundo.

Así, Andreoni y Miller (2002) ponen su énfasis en el papel que podría tener en este sentido el altruismo, afirmando que con la constatación de comportamientos altruistas no estamos necesariamente en presencia de individuos que incumplan la teoría de la utilidad -dada una ordenación de

las preferencias y cumpliéndose los axiomas de completitud, reflexividad y transitividad- de forma que no sean agentes maximizadores de su utilidad, sino que no son "maximizadores monetarios"; la cuestión radicaría entonces en definir correctamente el conjunto de elecciones posibles, incorporando otros factores que influyen en el comportamiento además del mero pago monetario. De esta forma, concluyen que actos que no van directa y únicamente en su propio provecho se pueden describir y predecir con los modelos de elección neoclásicos tradicionales.

Schelling (1978b) analiza el papel que el altruismo² puede desempeñar en la definición de las estrategias que pueden seguir los individuos. Así, define de esta manera a actitudes como la de desarmarse uno mismo en una disputa para probar al contrario que no piensa agredirle –aunque con esa actitud se corra el riesgo de ser agredido más fácilmente por el otro-. Destaca el hecho de que estas actitudes tienen mayor importancia si podemos anticiparlas; este es el caso de las abejas, que tras picar mueren. Muchas abejas han salvado la vida porque anticipamos que si las vamos a molestar te van a picar, aunque a continuación vayan a morir, porque eso ha ocurrido anteriormente y podemos anticipar su comportamiento.

Desde el punto de vista de qué tipo de función de utilidad tendría una persona altruista, Taylor (1987) afirma que se podría representar como una suma ponderada del bienestar de varias personas, entre las cuales se encontraría el suyo propio. Lógicamente, los factores de ponderación variarían en función de la valoración que la persona altruista otorgue al bienestar de cada persona, lo que podría incluir desde la indiferencia –

² Para ver distintas concepciones del término altruismo desde diferentes disciplinas, véase Piliavin, J.A. y Charng, H.W. (1990). En este trabajo, citan a Margolis (1982) para indicar que desde la Economía se podría interpretar que lo que define al comportamiento altruista es que quien lo lleva a cabo podría obtener mejor resultado para sí mismo en su elección si ignorara los efectos que ésta tendría sobre otros. Desde el punto de vista de los dilemas sociales, remitiéndose a Liebrand, (1986) define a los altruistas como aquellos individuos que dan una mayor ponderación al resultado de otros que al suyo propio a la hora de decidir en situaciones estratégicas.

factor de ponderación cero- hasta la animadversión –factor de ponderación negativo-.

Por su parte, Campbell (1983) distingue entre un altruismo “débil”, que mostrarían los comportamientos que benefician más a otros individuos que a la propia persona que presenta dicho comportamiento, mientras que el altruismo “fuerte” sería un comportamiento que beneficia a otros, aun a costa del propio bienestar.

Se pueden distinguir tres tipos de personas altruistas, según Paramio (2000): los altruistas por cálculo racional, las personas que encuentran satisfacción en la acción misma sin esperar posteriores recompensas, y los individuos que buscan beneficios morales en lugar de materiales.

Sea cual sea su motivación, el papel que los altruistas pueden desempeñar en situaciones de acción colectiva puede ser fundamental, especialmente en las situaciones en las que la cooperación es más costosa o no existen otros alicientes para participar.

Aguado (2001a, 2001b) muestra en qué circunstancias se puede producir que el pago esperado medio en un “Dilema del Prisionero” –la forma típica de representar la “tragedia de los comunes”- extrapolado a n individuos exceda al pago que obtiene un único individuo no cooperativo, centrandó su estudio en la necesidad de que se consigan masas críticas suficientes para alcanzarlo. Los comportamientos altruistas podrían tener, lógicamente, en este contexto un papel decisivo. Marwell y Oliver (1993) también exponen la necesidad de que se logre una masa crítica para el éxito de la acción colectiva; cuando se alcance un determinado número de personas ya movilizadas se producirá un efecto de bola de nieve y los free-riders desaparecerán. La cuestión radica en saber qué motivaciones y con qué condiciones se llegará a alcanzar esa masa crítica que desencadenará el proceso.

En efecto, si la acción colectiva necesaria para superar los dilemas sociales llega a producirse es gracias a que una proporción significativa de la población es altruista, y decide participar para autorrealizarse o para mantener su reputación entre amigos y familiares, tendiendo a sobreestimar el valor de su participación (Marí-Klose, 2000).

Así, Elster (1989) señala que el hecho de que fructifique una acción colectiva depende de que se consiga incentivar a distintos tipos de personas a participar, aunque sus motivaciones sean diferentes. De esa manera, se puede provocar una reacción en cadena propiciada por su decisión de incorporarse a la acción colectiva en sucesivas oleadas en función de cuáles sean sus motivaciones particulares.

Rabin (1993) aporta un matiz diferente respecto al comportamiento de los individuos altruistas, afirmando que las mismas personas que muestran un comportamiento altruista frente a otras personas altruistas, están motivadas también para lastimar a quienes les hagan daño³. Asegura que si alguien se comporta bien con nosotros, si actuamos conforme a una cierta noción de justicia o equidad, nosotros también seremos buenos con él. Por el contrario, si alguien se comporta de forma mezquina con nosotros, al actuar de forma justa o equitativa –e incluso vengativa-, también nos comportaremos mal con él. Así, pone como ejemplo que un consumidor puede decidir no comprar un producto vendido por un monopolista si considera que el precio es “injusto”, aun si su valoración de dicho producto fuese superior al precio fijado. Al no comprarlo, su bienestar particular disminuirá, pero considerará aceptable esa pérdida objetiva de bienestar si con ella consigue penalizar al monopolista. En su trabajo, modeliza formalmente estas emociones con el fin de comprender de forma más rigurosa, y más general, las implicaciones económicas y sobre el bienestar de ese tipo de actitudes.

³ Axelrod (1984) inscribe estos comportamientos dentro de lo que denomina “enseñar la reciprocidad”. Una estrategia que muestra esta actitud es la ya mencionada TIT for TAT, que requiere para su aplicación el poder identificar al otro para poder responderle con la misma moneda.

Ostrom (2000) distingue junto a los individuos "racionalmente egoístas" que definiría la obra de Olson, a los "cooperadores condicionales" y los "dispuestos a castigar". Los primeros serían individuos que están dispuestos a iniciar una acción cooperativa cuando estiman que otros van a corresponderles y que repetirán esas acciones mientras que una proporción suficiente de los demás implicados actúen con reciprocidad.

No obstante, los "cooperadores condicionales" tienden a diferir en su tolerancia a los "free riders". Algunos se desaniman fácilmente si los demás no contribuyen, por lo que tienen tendencia a reducir su propia cooperación. De esta forma, tienden a desanimar a otros "cooperadores condicionales", para el futuro, provocándose un efecto en cascada.

Los "dispuestos a castigar" las actitudes no cooperativas pueden convertirse en "dispuestos a premiar" a aquellos que muestran una actitud muy cooperativa. Estos dos tipos de individuos no son excluyentes, pues algunos "cooperadores condicionales" pueden ser también individuos "dispuestos a castigar".

Otro de esos factores que influirían en el comportamiento de los individuos es la persecución de una cierta noción de "justicia" o "equidad". Fehr y Schmidt (1999) consideran esa "justicia" o "equidad" como una aversión a la inequidad respecto del propio individuo. Así, la gente no se preocuparía por la inequidad que pudiera existir entre otros, sino en la equidad entre los pagos que ellos mismos reciben y los que perciben los demás.

Estos autores afirman que, junto a los sujetos puramente egoístas, hay otros a quienes desagrada la inequidad –tanto si se manifiesta ésta en su favor o en su contra, aunque especialmente y con mayor intensidad en este último caso-.

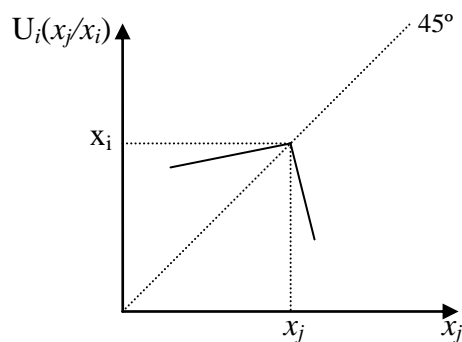
La función de utilidad de un individuo vendría dada, por tanto, en el caso de sólo dos jugadores, de la siguiente forma:

$$U_i(x) = x_i - \alpha_i \max [x_j - x_i, 0] - \beta_i \max [x_i - x_j, 0], \quad i \neq j.$$

donde el segundo término muestra la pérdida de utilidad procedente de una desigualdad en su contra, mientras que el tercer término mide la pérdida de utilidad de una desigualdad favorable.

La función de utilidad de un individuo que muestre aversión hacia la inequidad se puede apreciar gráficamente en la figura nº 7.

Figura nº 7: Preferencias con aversión a la desigualdad.



Fuente: Fehr y Schmidt (1999)

La explicación de la figura nº 7 es sencilla; dado un pago monetario x_i , la función de utilidad del jugador i alcanza un máximo cuando se cumple la igualdad $x_i = x_j$. La pérdida de utilidad procedente de una desigualdad en su contra ($x_j > x_i$) es mayor que la pérdida de utilidad que experimenta si el jugador i está mejor que el jugador j ($x_j < x_i$). Esto vendría dado por el cumplimiento, en la función de utilidad mencionada, de la desigualdad: $\alpha_i \geq \beta_i$.

Igualmente, se suele considerar que el valor del parámetro β está comprendido entre cero y uno. Es lógico que sea mayor o igual que cero si consideramos que los individuos desearán estar igual o mejor que los

demás. Parece lógico asimismo que β sea menor que uno, del mismo modo que no sería muy razonable poner un límite máximo al parámetro α .

Aunque la teoría de juegos nos indica que los individuos racionales, maximizadores de utilidad, en un entorno de un "dilema del prisionero" – que como dijimos es la forma en la que habitualmente se representa la tragedia de los comunes- repetido un número finito de veces, deberían resolver por inducción hacia atrás el juego y adoptar una estrategia no cooperativa en todas las etapas de las que contase el mismo, vemos en el mundo real que esto no siempre es así y que surgen posturas cooperativas –sin necesidad de considerar que las repeticiones del juego son infinitas-.

Así, en la práctica, los individuos no siempre parecen seguir su propio interés individual en su toma de decisiones, y esta impresión se sustenta en estudios experimentales de comportamiento en dilemas sociales, especialmente en los que se permite un periodo de discusión grupal. Esto lo corroboran, por ejemplo, los estudios de Caldwell (1976), y de Dawes, R.M., McTavish, J. y Shaklee, H. (1977).

Efectivamente, un factor que colaboraría notablemente a alcanzar una mayor cooperación en los dilemas sociales es la comunicación; si los individuos pueden comunicarse y alcanzar acuerdos o "contratos sociales", aun cuando nadie pueda asegurar que finalmente vayan a cumplirlos, el porcentaje de cooperación ascendería sensiblemente. Uno de los motivos para que aumente la cooperación en presencia de comunicación es que ésta ayuda a eliminar el miedo a obtener el pago del "pardillo". Ese beneficio para la cooperación de la comunicación es obvio y discernible aun cuando la comunicación sea sólo parcial (Braver y Wilson II, 1986).

No obstante, para impulsar la aparición de la cooperación sería positivo que existiese alguna penalización para quien incumpliese los acuerdos. Schelling (1968) se plantea precisamente la credibilidad que merecen las afirmaciones que se realizan cuando no hay penalización para quien miente, proponiendo ejemplos como la respuesta que el marido ha de dar a su mujer que pregunta cómo le queda el vestido nuevo... y mentir en esas circunstancias es un asunto de la misma índole al de romper las promesas efectuadas.

Lógicamente, la mayor o menor aparición de cooperación en situaciones de dilemas sociales representables como Dilemas del Prisionero, dependerá también en buena medida no ya de la estructura de los pagos, sino también de las diferencias entre estos (Rapoport, 1967). Efectivamente, si las diferencias entre los pagos son notables, se acentúan los incentivos para la defección.

Algunos de los motivos que pueden llevar a que los individuos no actúen de la manera prevista por la teoría las resumen Erev y Rapoport (1990): los individuos pueden no ser tan egoístas, o racionales, como supone la teoría; la provisión de bienes públicos debería modelizarse en juegos multiperiodo en lugar de en juegos de una sola partida; y en muchas situaciones, las interacciones de los bienes públicos se modelizan más apropiadamente por otros juegos distintos del "Dilema del Prisionero".

Sen (1977) ahonda en el hecho de que no actuamos únicamente de forma egoísta y sostiene que, aunque Edgeworth afirmaba que el primer principio de la Economía es que cada agente económico actúa solamente según su propio interés, el propio Edgeworth estaba casi seguro de que dicho principio no era especialmente realista.

Hurwicz (1945) considera que otro factor que influye en la actitud de los individuos es la ausencia de información y el desconocimiento de la actitud que van a tomar los demás implicados en una situación de

interdependencia estratégica. Así, propone que habría que rechazar la interpretación al pie de la letra del principio del máximo como sinónimo de comportamiento racional –especialmente en situaciones de incertidumbre-; no es que el máximo no sea deseable si es posible alcanzarlo, pero no es posible llegar a un verdadero máximo cuando el sujeto del que se trate sólo controla uno de los factores que rigen el resultado, dado que la misma racionalidad de su actuación depende de la conducta probable de otros individuos.

Además, algunos autores parecen inclinarse a pensar que en algunas ocasiones los individuos lo que buscan maximizar no es su utilidad individual, sino su situación relativa frente al resto. En concreto, afirman que en el contexto de los juegos, tienden a maximizar la diferencia en las ganancias monetarias más que las ganancias en sí mismas (Scodel et al., 1959; Bixenstine et al., 1966; Shubik, 1970). De hecho, esa es la única explicación posible para el sorprendente resultado que muestran Scodel et al. (1959) en un experimento en el que las jugadoras tenían una estrategia dominante que les llevaba a un pago óptimo en el sentido de Pareto, y en el que el 47 % prefirió la otra opción –con la que obtenían menor pago, pero la otra recibía otro aún peor-.

En la misma línea, Frank (1987) afirma que los modelos de elección racional consideran dadas las preferencias y asumen que los individuos persiguen su propio interés. Considera que aunque estos modelos funcionan muchas veces, podemos encontrar que abundan las contradicciones. En efecto, dejar propina a un camarero en una cafetería de la autopista donde sabemos que no vamos a volver a parar es un comportamiento que no respondería a la maximización de utilidad estándar; lo consideraríamos por tanto un comportamiento económicamente irracional, aunque en el mundo real no consideremos en absoluto extraño dicho comportamiento.

Dos años más tarde, incide en ese razonamiento, poniendo otro ejemplo llamativo: ¿alguien devolvería un sobre que se encontrara, con la dirección del propietario escrita en él, dentro del cual hubiera un billete de 20 dólares? (Frank, 1989).

Cita este autor también un ejemplo enunciado por Schelling (1960), en el que se analiza la situación de una persona secuestrada por un delincuente que acaba de cometer un delito. Una actuación "racional" sería la de confesar al secuestrador algo que pudiera llevarle a la cárcel – o incluso comete un delito delante de él-; de esa manera, el secuestrador sabrá que si le deja libre no le delatará, pues él, a su vez, podría delatarle. Lógicamente, hay muchos factores por los cuales sabemos que ese no es el comportamiento que habitualmente tendría una persona normal.

No sería suficiente, continúa, con que una persona manifieste que tiene "conciencia", es decir, que experimenta un sentimiento de culpabilidad si rompe sus promesas –por ejemplo, si traiciona al otro en un "Dilema del Prisionero"- . Sin embargo, determinados síntomas físicos incontrolables darían credibilidad a sus afirmaciones –postura, sudoración, tics, etc.-.

Orbell et al. (1990) también mencionan las promesas que pueden realizar los individuos, diferenciando si éstas les son beneficiosas o no. Así, el hecho de que las personas cumplan sus promesas cuando éstas les benefician personalmente parece bastante obvio y previsible, pues esperamos que las personas actúen a favor de su propio interés y por tanto que cumplan dichas promesas. No obstante, tampoco está tan claro que los individuos pensemos que los demás van a actuar de manera racional, como muestran en sus estudios Goeree y Holt (2001).

Mayor interés ético despiertan las promesas que realizan las personas cuando éstas les suponen algún coste. Para su estudio Orbell et al.

(1990) recurren a experimentos de laboratorio del tipo del "Dilema del Prisionero", tanto bipersonal como multipersonal.

Son muy variadas las motivaciones que pueden llevar a seguir unas u otras estrategias por parte de los individuos. Como indica Rapoport (1963) existen más pagos que los meramente monetarios: aspectos psicológicos (como por ejemplo la autoestima), el refuerzo de las "agresiones" para el futuro, etc. Otra posibilidad consiste por optar por reaccionar penalizando al otro, aunque esto nos pueda costar dinero, o mantener una actitud "testaruda", permaneciendo en la cooperación, como mandando un mensaje de que se desea la cooperación, ni plegándose a la actitud del otro ni buscando venganza, sino recurriendo a su conciencia.

Elster (1985) afirma que sería racional cooperar si sabemos que nos vamos a enfrentar a problemas de acción colectiva similares en el futuro, algo que no es aplicable lógicamente a problemas intergeneracionales.

Este mismo autor considera también, en un sentido kantiano, el concepto del deber. Plantea la pregunta siguiente: ¿qué ocurriría si todo el mundo hiciera lo mismo? Es decir, ¿qué pasaría si todo el mundo dejara sus botellas de cerveza en la playa, se quedara en casa en día de elecciones o defraudara en sus impuestos? En este contexto, es el sentido del deber quien nos llevaría a hacer lo que consideramos que estaría bien si todo el mundo lo hiciera. Quienes se comportaran de esta manera serían individuos que actúan en función de sus valores morales, sin esperar una utilidad de su comportamiento. Pero actuar de este modo individualmente, sin que los demás también lo hagan, llevaría a cualquier persona a estar en la peor situación descrita en el "Dilema del Prisionero" -lo que llamamos el pago del "pardillo"- . En ese sentido, por tanto, si no existen más consideraciones como las descritas anteriormente, podríamos considerar esa forma de actuar como "irracional" desde un punto de vista meramente económico.

El surgimiento de la cooperación puede darse incluso en situaciones tan comprometidas como la descrita por Axelrod (1984) para unos soldados en trincheras enfrentadas durante la Primera Guerra Mundial, en la que sin necesidad de comunicarse, llegaron al acuerdo tácito de disparar siempre de manera desafortunada tanto unos como otros, desobedeciendo obviamente las órdenes recibidas por parte de sus superiores.

En ocasiones podemos observar la aparición de la cooperación como consecuencia de la búsqueda egoísta de los individuos de sus propios intereses, sin necesidad de que la cooperación surja de la honestidad, generosidad o bondad de los individuos. Este enfoque consistiría en investigar cómo actuarán los individuos en la búsqueda de sus propios intereses, y ver entonces qué efectos tendrían para el sistema en su conjunto, es decir, se trata de realizar un análisis que explora la relación entre las características de comportamiento de los individuos que componen un determinado agregado social, y las características del agregado. Dicho de otra forma, se trata de hacer supuestos acerca de micro-motivos y deducir a través de ellos consecuencias para macro-comportamientos (Schelling, 1978 a).

En este sentido, está claro que la cooperación surgiría espontáneamente en juegos como el planteado por Sandler (1992), en lo que él denomina un grupo totalmente privilegiado, utilizando la terminología de Olson (1965).

No obstante, aunque estemos interesados en comprender cómo puede surgir la cooperación en los dilemas sociales, hay que matizar que la cooperación no siempre es deseable. Pensemos en el caso de los mercados oligopolísticos; lo socialmente deseable y económicamente más eficiente es que no se produzcan comportamientos cooperativos, colusivos. En ocasiones, por tanto, las políticas públicas están orientadas a la prevención de la cooperación.

Se han desarrollado numerosas formas de resolver el "Dilema del Prisionero", buscando, de diversas maneras, alterar la interacción estratégica a fin de modificar la naturaleza del problema. No obstante, existen varias situaciones para las que no hay remedios posibles, en especial, cuando no hay mecanismos que garanticen el cumplimiento de pactos, cuando no hay forma de estar seguro de lo que harán los demás en un momento dado, y cuando no hay forma de cambiar la utilidad de los demás.

Por otro lado, como veremos de forma práctica en el epígrafe siguiente, el dilema del prisionero bipersonal repetido no recoge el agotamiento del recurso, ni la interacción de varios individuos inmersos en un problema de estas características.

4. Experimentos: tragedia de los comunes

Probablemente, el experimento que plantea una situación de la "tragedia de los comunes" más conocido es el de Anatol Rapoport (1988b), aunque otros relacionados con el tema son por ejemplo el de Messick y Brewer (1983), Cass y Edney (1978) y Edney y Harper (1978).

En su experimento, Rapoport (1988b) analiza el comportamiento de 19 grupos de personas, la mayor parte de ellos compuestos por 4 individuos. Existe un bote de 60 centavos para cada grupo. Cada individuo puede pedir la cantidad que quiera en cada ronda, que recibirá salvo que el total solicitado por todos ellos exceda al bote existente, momento en el que ninguno recibiría nada y el juego acabaría. La cantidad que los individuos no pidan –el remanente que quede en el bote– se duplica para la siguiente ronda. El número máximo de rondas permitidas es de siete.

Lo *socialmente deseable* sería que ninguno de los participantes en el juego solicitara ni un centavo durante las seis primeras rondas,

permitiendo que el bote fuese duplicando su contenido en cada etapa, y repartirse a partes iguales el montante final en la séptima ronda. *Individualmente*, sin embargo, no es tan evidente que la racionalidad vaya a funcionar de esa manera. Así, si todos estuvieran actuando de la manera descrita, un individuo particular podría obtener un mayor beneficio –el doble– pidiendo en la sexta etapa la totalidad de lo acumulado hasta ese momento, que esperando a llevarse la cuarta parte del bote final tras las siete etapas. Se podría apreciar, por tanto, el efecto “end”, con un incremento de la ausencia de cooperación según se va acercando el final del juego. Además, todos podrían estar incentivados a actuar de esa manera “insolidaria”. Por otra parte, ese comportamiento puede resultar predecible, por lo que la defección por parte de algún jugador se podría adelantar una etapa, y previsto esto, otra más... y así llegar hasta la primera etapa del juego, en la que se agotaría el recurso: es previsible que se produzca la “tragedia de los comunes”.

Una característica que está presente en las situaciones de “tragedia de los comunes” –así como en la aportación al suministro de bienes públicos con *minimal contributing set*, que no son objeto de este trabajo–, y que las diferencia de lo que ocurre en los Dilemas del Prisionero bipersonales repetidos, es la dificultad de aplicar estrategias condicionadas, principalmente por dos motivos. En primer lugar, porque al tratarse de más de un jugador, no se puede aplicar una estrategia vengativa tipo tit-for-tat que afecte sólo a quien no coopere; dado que no es factible diferenciar la actitud –cooperativa o no– de todos los demás, ni de actuar de manera selectiva ante ellos, los afectados por esa venganza serían también quienes hayan cooperado. Por otro lado, esa estrategia vengativa, a diferencia de lo que ocurre en el Dilema del Prisionero, afecta también a nuestros pagos futuros –disminuyéndolos o incluso eliminándonos–, por lo que las consecuencias de la venganza hacia otros por su ausencia de cooperación también recaerían contra quien la emplease –aunque el resultado final pueda compensarle–.

Si el juego de la tragedia de los comunes se repite durante un número finito y conocido de veces, es previsible que aparezca un efecto "end" ligeramente diferente del efecto "end" del dilema del prisionero repetido. Así, en el Dilema del Prisionero repetido, en la última jugada, y tal vez en las anteriores como influencia de ésta, se aprecia que los individuos incrementan sus actitudes no cooperativas. En el juego de la tragedia de los comunes finito, sin embargo, en la última etapa es previsible una actitud cooperativa de los jugadores. En efecto, en esta última etapa, parece lógico pensar que todos ellos pedirán un porcentaje del bote tal que si todos piden lo mismo, se repartirán el bote por igual –pidiendo un porcentaje superior se arriesgan a no percibir nada, y pedir un porcentaje inferior simplemente dejaría recursos inutilizados-. En etapas anteriores, sin embargo, sí que puede producirse un efecto "end" similar al del Dilema del Prisionero basado en el mismo razonamiento.

En el trabajo de Rapoport, a diferencia del de Aguado (2005) -que fue realizado con alumnos de distintas titulaciones de dos Universidades públicas madrileñas-, no se tiene en cuenta la posibilidad de que el número de jugadas sea infinito, o al menos desconocido para los jugadores. Al incorporar este supuesto añadimos realismo a nuestro estudio, acercándolo al mundo real. Con él eliminamos ese denominado efecto "end", y pudimos apreciar que la actitud de los jugadores mostró un alto grado de cooperación en todos los casos a partir de la segunda ronda. La explicación que encontramos a este hecho radica en que, por desconfianza hacia lo que iban a hacer los demás –miedo al pago del "pardillo" pensando que los demás iban a vaciar el bote-, querían asegurarse recibir por lo menos algún pago en la primera ronda –una especie de efecto "start" inverso-. Esto hizo caer notablemente el contenido del bote, limitando su capacidad de crecimiento futuro y arrojando para todos los participantes resultados muy inferiores a los que potencialmente podían haber obtenido.

Otra novedad de nuestro trabajo fue la de incorporar el tramo cóncavo de la función logística de crecimiento de la biomasa. En efecto, en los experimentos de Rapoport la función de crecimiento respondería más a una función en forma de J o exponencial –debido a que el contenido del bote se duplicaba siempre tras cada ronda, independientemente del contenido del mismo–, supuesto posible pero menos realista que la consideración de una función en forma de S, consecuencia de la existencia de una capacidad máxima de carga. Sin embargo, esta consideración no arrojó resultados relevantes desde el punto de vista de la investigación debido a ese efecto “start” inverso apreciado y que hemos señalado en el párrafo anterior.

Se apreciaron comportamientos y explicaciones de los mismos interesantes en alumnos que curiosamente posteriormente obtuvieron las más altas calificaciones en los exámenes. En concreto, uno de ellos, en una tragedia de los comunes finita en la que replicamos exactamente el trabajo de Rapoport, adoptó la estrategia cooperativa de no pedir nada del bote durante las seis primeras rondas, y en la última pidió la cuarta parte del bote acumulado –se trataba de cuatro jugadores–. Lamentablemente para él, el bote acumulado era muy pequeño, pues sus compañeros habían solicitado en las diferentes rondas cantidades que lo habían hecho disminuir muy notablemente, rozando la extinción. Al explicar su comportamiento, reflejó la comprensión del juego y la coherencia “kantiana” de su actitud, intentando mandar a sus compañeros un mensaje de cuál era la estrategia colectivamente más deseable, aunque ello le llevó a ser el que menos puntos obtuvo en el juego.

5. Conclusiones

Como conclusión resaltaremos que en las situaciones conocidas como “tragedia de los comunes” se plantea un dilema social, en el que la cooperación, en contra de lo que supondría la teoría, puede surgir por muy diversos motivos, incluido el altruismo. El “Dilema del Prisionero”

ayuda a la comprensión de este tipo de dilemas sociales y en numerosas ocasiones se utiliza para ello, aunque presenta limitaciones en su extrapolación a n individuos, y también porque los pagos en cada jugada son constantes, mientras que los pagos que perciben los participantes en una "tragedia de los comunes" varían en cada etapa. Existen trabajos en los que se considera una función de crecimiento de la biomasa en forma de J en lugar de en forma de S , lo que podría incluir inexactitudes, pero nuestro trabajo corrobora que dada la aparición de un efecto "start" inverso, esos modelos son válidos. La consideración de un número de etapas desconocido por los participantes en el juego muestra la tendencia casi general a sobreexplotar los recursos, especialmente como consecuencia del miedo a recibir el pago del "pardillo" en las primeras etapas, y posteriormente por intentar obtener el pago del "free-rider". Finalmente, señalaremos que es necesario seguir investigando no sólo en los aspectos biológicos que afectan a la supervivencia de las especies, sino también en los comportamientos que siguiendo una racionalidad individual llevan a una catástrofe colectiva.

Referencias

1. Aguado J.C. (2001a): "El papel del Estado en la gestión de los recursos naturales de libre acceso". Comunicación presentada en el VIII Encuentro de Economía Pública, febrero de 2001, Cáceres.
2. Aguado, J.C. (2001b): "La propiedad de los recursos naturales y su conservación. Especial referencia a los recursos de libre acceso". Comunicación presentada en el IV Congreso Nacional de Economía Agraria, septiembre de 2001, Pamplona.
3. Aguado, J.C. (2005): "Problemas de acción colectiva y tragedia de los comunes en los recursos renovables". Comunicación presentada en el IV Congreso Nacional de Economía, septiembre, La Coruña.

4. Andreoni, J., Miller, J.H. (2002): "Giving According to GARP: An Experimental Test of the Consistency of Preferences for Altruism". *Econometrica* Vol. 70 nº 2, Marzo: 737-53.
5. Axelrod, R. (1984): *The Evolution of Cooperation*. Basic Books, Inc., Publishers, Nueva York. En castellano: *La evolución de la cooperación*. Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1986.
6. 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.
7. 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.
8. Caldwell, M.D. (1976): "Communication and Sex Effects in a Five-Person Prisoner's Dilemma Game". *Journal of Personality and Social Psychology*, nº 33: 273-280.
9. Campbell D.T. (1983): "The Two Distinct Routes beyond Kin Selection to Ultrasociality: implications for the humanities and social sciences", en: *The Nature of Prosocial Development*, D. Bridgeman (ed.), (Academic Press, New York), p. 11-41.
10. Cass, R.C. y Edney, J.J. (1978): "The Commons Dilemma. A simulation testing resource visibility and territorial division" *Human Ecology* nº 6: 371-386.
11. Ciriacy-Wantrup S.V. y Bishop, R.C. (1992): "La propiedad común como concepto en la política de recursos naturales" En *Economía del Agua*. Aguilera, F. (comp.), MAPA, Madrid. Publicado originalmente como documento de investigación de la Giannini Foundation en *Natural Resources Journal*, nº 15: 713-727. Octubre de 1975.
12. Clark, C. W. (1990). *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*. Wiley, John & Sons.

13. Cornes, R.; Mason, C.F. y Sandler, T. (1986): "The Commons and the Optimal Number of Firms". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 101, nº 3 (agosto): 641-646.
14. Dawes, R.M., McTavish, J. y Shaklee, H. (1977): "Behaviour, Communication and Assumptions about Other Peoples' Behavior in a Commons Dilemma Situation". *Journal of Personality and Social Psychology* nº 35: 1-11.
15. Edney, J. y Harper C.S. (1978): "The Commons Dilemma: A Review of contributions from psychology". *Environmental Management*, nº2: 419-507.
16. Elster, J. (1985): "Rationality, Morality and Collective Action". *Ethics*, Vol. 96, nº 1: 136-155.
17. Elster, J. (1989): *Foundations of social choice theory*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
18. Erev, I. y Rapoport, A. (1990): "Provision of Step-Level Public Goods: The Sequential Contribution Mechanism". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 34, nº 3 (septiembre): 401-425.
19. Fehr, E., Schmidh, K.M. (1999): "A Theory of Fairness, Competition and Cooperation" *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 114, nº 3
20. Faucheux S., Noël J.-F. (1995), *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*, Collection U, Armand Colin Editeur
21. Frank, R.H. (1987): "If Homo Economicus Could Choose His Own Utility Function, Would He Want One with a Conscience?" *The American Economic Review*, Vol. 77, nº 4 (septiembre): 593-604.
22. Frank, R.H. (1989): "If Homo Economicus Could Choose His Own Utility Function, Would He Want One with a Conscience? Reply." *The American Economic Review*, Vol. 79, nº 3 (junio): 594-596.

23. Georgescu-Roegen N. (1996), *La ley de la entropía y el proceso económico*. Harvard University Press. Edición española en Visor-Argentaria, Madrid.
24. Goldman, M. (1997): "Customs in Common": The Epistemic World of the Commons Scholars". *Theory and Society*, Vol. 26, nº 1 (febrero): 1-37.
25. Hardin G. (1968): "The Tragedy of The Commons", *Science*, 162: 1243-1248.
26. Haveman, R. H. "Common Property, Congestion and Environmental Pollution." *Quarterly Journal of Economics*, Mayo de 1973, 87 (2): 278-287
27. Hurwicz, L. (1945): "The Theory of Economic Behavior". *The American Economic Review*, Vol. 35, nº 5: 909-925.
28. Liebrand, W.B. et al. (1986): "Value Orientation and Conformity: A Study Using Three Types of Social Dilemma Games". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 30, nº 1 (marzo): 77-97.
29. Margolis, H. (1982): *Selfishness, Altruism, and Rationality*. Cambridge: Cambridge University
30. Marí-Klose, P. (2000): *Elección racional*. Colección "Cuadernos Metodológicos" nº 29. Centro de Investigaciones Sociológicas: Madrid.
31. Marwell, G. y Oliver, P.E. (1993): *The Critical Mass in a Collective Action: A Micro-Social Theory*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
32. Messick, D.M. y Brewer, M.B. (1983): "Solving social dilemmas. A review", en L. Wheeler y P. Shaver (eds.) *Review of Personality and Social Psychology*, Vol.4. Beverly Hills: Sage.
33. Olson, M. (1965): *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

- 34.Orbell, J.M.; Dawes, R. y Van de Kragt, A. (1990): "The Limits of Multilateral Promising". *Ethics*, Vol. 100, nº 3 (abril): 616-627.
- 35.Ostrom, E. (1995): *Governing the commons. The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.
- 36.Ostrom, E. (2000): "Collective action and The Evolution of Social Norms". *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, nº 3 (verano): 137-158.
- 37.Paramio, L. (2000): "Decisión racional y acción colectiva". *Leviatán*, nº 79: 65-83.
- 38.Pearce D, Turner R (1995) *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Celeste Ediciones, Madrid.
- 39.Piliavin, J.A. y Charng, H.W. (1990): "Altruism: A Review of Recent Theory and Research". *Annual Review of Sociology*, Vol. 16: 27-65.
- 40.Rabin, M. (1993): "Incorporating Fairness into Game Theory and Economics". *The American Economic Review*, Vol. 83, nº 5 (diciembre): 1281-1302.
- 41.Rapoport, A. (1963): "Formal Games as Probing Tools for Investigating Behavior Motivated by Trust and Suspicion". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 7, nº 3 (septiembre): 570-579.
- 42.Rapoport, A. (1967): "A Note on the "Index of Cooperation" for Prisoner's Dilemma". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 11, nº 1, Law and Conflict Resolution (marzo): 100-103.
- 43.Rapoport, A. (1988a): "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.
- 44.Rapoport, A. (1988b): "Experiments with N-Person Social Traps II: Tragedy of the Commons". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 32, nº 3 (septiembre): 473-488.

45. Rapoport, A. y Dale, P. S. (1966): "The "End" and "Start" Effects in Iterated Prisoner's Dilemma". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 10, nº 3 (septiembre): 363-366.
46. Roberts, R.S. y Emel, J. (1992): "Uneven Development and the Tragedy of the Commons: Competing Images for Nature-Society Analysis". *Economic Geography*, Vol. 68, nº3 (julio): 249-271.
47. Sandler, T. (1992): *Collective Action: Theory and Applications*. Londres: Harvester Wheatsheaf.
48. Scodel, A. et al. (1959): "Some Descriptive Aspects of Two-Person Non-Zero-Sum Games", *Journal of Conflict Resolution*, Vol. 3, nº 2 (junio): 114-119.
49. Schelling, T.C. (1960): *The Strategy of Conflict*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
50. Schelling, T.C. (1968): "Game Theory and the Study of Ethical Systems". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 12, nº 1 (marzo): 34-44.
51. Schelling, T.C. (1978a): "Micromotives and Macrobehavior". En Thomas Schelling (ed.), *Micromotives and Macrobehavior*. New York: Norton: 9-43.
52. Schelling, T.C. (1978b): "Altruism, Meanness, and Other Potentially Strategic Behaviors". *The American Economic Review*, Vol. 68, nº 2, Papers and Proceedings of the Ninetieth Annual Meeting of the American Economic Association (mayo): 229-230.
53. Sen, A. K. (1977): "Rational Fools: A Critique of the Behavioural Foundations of Economic Theory". *Philosophy and Public Affairs*, Vol. 6, nº 4 (verano): 317-344.
54. 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.
55. Taylor, M. (1976): *Anarchy and Cooperation*. New York: Wiley.

56. US Bureau of Mines and the Geological Survey (1976): "Principle of the Mineral Resource Classification System of the US Bureau of Mines and the Geological Survey", *Geological Survey Bulletin*, 1450-A