

January 2012

## Cooperación y consumo de agua en hogares

Edwin Oswaldo Gil Mateus

*Universidad de La Salle, Bogotá*, [edwingil@unisalle.edu.co](mailto:edwingil@unisalle.edu.co)

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/eq>

---

### Citación recomendada

Gil Mateus, E. O. (2012). Cooperación y consumo de agua en hogares. *Equidad y Desarrollo*, (18), 43-63.  
<https://doi.org/10.19052/ed.1789>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Equidad y Desarrollo* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# Cooperación y consumo de agua en hogares\*

Edwin Oswaldo Gil Mateus\*\*

43

## Palabras clave

Juegos no cooperativos, juegos repetidos, economía del consumidor, agua.

## Clasificación JEL

C72; C73; D11; Q25

## Resumen

Las decisiones de consumo de agua potable de los hogares son interdependientes, en búsqueda del bienestar individual, tácitas y sin incentivos para desviarse. Algunos hogares pueden hacer uso moderado del recurso, mientras que otros realizan gastos desmedidos. Aquellos que realizan consumos moderados conociendo que otros lo hacen en exceso no tienen estímulos para continuar la moderación; entre tanto, los que consumen agua potable en exceso saben que otros son moderados, así que tampoco tienen razón alguna para disminuir. Dado lo anterior, se configura un dilema social de recursos de uso común (RUC), en el que hay un consumo desmesurado, ejerciendo mayores presiones sobre los ecosistemas abastecedores. Sin embargo, mediante un esquema de interacción reproducido indefinidamente, tal dilema social se resuelve introduciendo un concepto de cooperación en el que todos los hogares obtengan la máxima satisfacción individual y la sociedad reduzca la presión sobre las fuentes hídricas.

---

Fecha de recepción: 15 de julio de 2012 • Fecha de aceptación: 10 de septiembre de 2012

\* Este artículo es un producto adicional de la investigación realizada para la tesis de maestría en Ciencias Económicas titulada “Ética y racionalidad en la gestión de los recursos naturales. Un marco para el análisis del consumo de agua en hogares urbanos”.

\*\* Docente investigador de tiempo completo, Programa de Finanzas y Comercio Internacional, Universidad de La Salle. Economista y Magíster en Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: edwingil@unisalle.edu.co

## Cooperation and Household Water Consumption

### Abstract

Decisions regarding household potable water consumption are interdependent, in search of individual welfare, implied and with no incentive to deviate. Some households can make moderate use of the resource, while others waste water recklessly. Those who make moderate use, knowing that others do so in excess, are not encouraged to continue the moderation; meanwhile, those who use potable water in excess, know others are moderate and therefore have not reason to decrease it. As a result, there is a social dilemma of common-pool resources (CPR), where there is an excessive consumption, exerting more pressure on supplying ecosystems. However, through an interaction system reproduced indefinitely, such social dilemma is solved by introducing a concept of cooperation in which all households obtain maximum individual satisfaction and society reduces pressure on water sources.

### Keywords

Non-cooperative games, repeated games, consumer economics, water.

## Cooperação e consumo de água nas casas

### Resumo

As decisões de consumo de água potável das casas são interdependentes, em busca do bem estar individual, tácitas e sem incentivos para desviar. Algumas casas podem fazer uso moderado do recurso, enquanto que outras realizam gastos desmedidos. Aquelas que realizam consumos moderados, sabendo que outras o fazem em excesso, não têm estímulos para continuar a moderação; entretanto, as que consomem água potável em excesso sabem que outras são moderadas, assim que tampouco têm motivo algum para diminuir. Dado o anteriormente exposto, configura-se um dilema social de recursos de uso comum (RUC), em que há um consumo excessivo, exercendo maiores pressões sobre os ecossistemas abastecedores. Contudo, mediante um esquema de interação reproduzido indefinidamente, tal dilema social se resolve introduzindo um conceito de cooperação em que todas as casas obtenham a máxima satisfação individual e a sociedade reduza a pressão sobre as fontes hídricas.

### Palavras chave

Jogos não cooperativos, jogos repetidos, economia do consumidor, água.

## Introducción

El consumo de agua potable considera que las decisiones de consumo individual, representadas por la demanda, dependen tan solo de la tarifa y el ingreso, lo cual indica que únicamente se tendría en cuenta la elección racional individual. Solo en algunos casos se considera que existen otras variables como el tamaño de la vivienda y el número de integrantes en su interior. No obstante, se continúan estableciendo políticas fundamentadas exclusivamente desde el mercado, que persiguen que la percepción de escasez del recurso sea vía precios; para ello se han diseñado esquemas tarifarios diferenciales entre grupos de consumidores, de acuerdo con características económicas como el ingreso, y dentro de los grupos como una estructura de precios crecientes en bloque, haciendo que aumente el precio a medida que aumenta el consumo.

45

Con tal razonamiento, los incentivos de mercado reflejados en la tarifa y orientados al consumo eficiente pueden fallar. Si existe un grupo de individuos que tienen ingresos o dotaciones iniciales suficientes para pagar el mayor precio, no se reducirá la demanda para ejercer menos presiones sobre los ecosistemas hídricos, como se quiere, puesto que el efecto sobre su ingreso es insignificante. Por ello, es insoslayable que el consumo de cada hogar contemple la preferencia de la sociedad en su conjunto como determinante, con el fin de garantizar la sostenibilidad del recurso en el corto y en el largo plazo.

Para abordar estas cuestiones, se propone analizar el papel de la cooperación en las decisiones de consumo de recursos naturales en general, y del agua en particular, con el fin de explorar opciones de política en la solución de dilemas sociales del tipo de la tragedia de los comunes.

Para cumplir el objetivo, este documento está estructurado en cuatro secciones, de las cuales esta es la primera. La segunda plantea los referentes teóricos que fundamentan la aproximación de la gestión del agua como un problema con elementos de comportamiento estratégico en la toma de decisiones. La siguiente sección se propone la exploración de un juego no-cooperativo que se repite infinitamente, en la que se obtienen las condiciones bajo las cuales es posible alcanzar un resultado cooperativo, esbozando la línea de política sobre alternativas de solución al dilema social planteado. En cuarto y último lugar, se plantean algunas reflexiones a manera de conclusión.

## Racionalidad económica y cooperación

46

El concepto de racionalidad económica pretende servir de base para establecer una teoría de la sociedad donde solo importa el bienestar de cada individuo y, por ende, el bienestar de toda la sociedad es tan solo la suma aritmética simple de las utilidades de cada individuo sin importar la magnitud (Hahn y Hollis, 1986).

El problema de la racionalidad económica es que no se puede aplicar en todos los entornos, sino solo en algunos casos especiales donde los derechos de propiedad están bien definidos a favor de alguno de los individuos, puesto que cada uno toma sus decisiones sin pensar en el otro. Sin embargo, esto no es cierto en todos los contextos sociales. El problema es definir una clase de racionalidad diferente a la económica que, a pesar de no cumplir la elegancia axiomática, no sea calificada como un comportamiento “irracional”, científicamente cuestionable. “¿Qué clase de comportamiento humano describe la teoría económica?” (Diesing, 1950, p. 13).

De acuerdo con el análisis de Diesing (1950), la racionalidad individual debe complementarse con una racionalidad social, pues aquella no puede ser la única que explique la forma como se relacionan los individuos en la sociedad. No se puede pensar, como apunta González (2008), que los precios son la única forma en que se relacionan las personas en la sociedad.

Los argumentos sobre la imposibilidad de incluir la preferencia social dentro de las decisiones de los agentes individuales, se deben a la violación de los parámetros axiomáticos o normativos, puesto que la lógica formal ya no funciona. Estos parámetros se han descalificado por no poderse explicar de una manera racional, como se ha definido la racionalidad económica. Un ejemplo de ello es el conocido Teorema de Imposibilidad, el cual enuncia que no es posible diseñar reglas para la toma de decisiones sociales que obedezcan a un conjunto de criterios racionales individuales. Por ende, las decisiones sociales solo se podrían explicar por juicios de valor, lo cual puede llegar a ser inconsistente (Arrow, 1950).

Salcedo Megales (1994) expone de manera interesante los argumentos en que se sustenta Arrow para su conclusión de imposibilidad. En general, los individuos solo tienen en cuenta la ordinalidad de las preferencias representada por su utilidad, la cual solo usa información sobre los valores individuales; por lo tanto, la elección de las preferencias de la sociedad obvia la posibilidad de que las utilidades puedan compararse, a pesar de incluir información social adicional para

los individuos<sup>1</sup>. Esto significa que los individuos no pueden establecer relaciones interpersonales entre ellos porque las intensidades de sus utilidades no se pueden tener en cuenta.

Dieterlen (2000) establece que el problema de constituir relaciones interpersonales teniendo exclusivamente la ordinalidad de las preferencias, ha generado que tanto los filósofos utilitaristas como los economistas recurran a principios como el óptimo de Pareto<sup>2</sup> o el equilibrio de Nash, pero en particular a la teoría de la elección racional. Con el ánimo de hacer que la exposición sea concisa, el análisis se limitará a este último aspecto, ya que los primeros dos son ampliamente conocidos, así como irrelevantes desde el punto de vista ético.

De acuerdo con Elster (1996), la elección racional se explica por la información disponible para las personas en el momento de su elección, así como por aquellos aspectos idiosincráticos y emocionales propios de cada una de ellas. No obstante, las acciones objetivas suponen un conocimiento completo de las opciones disponibles y de cuáles son las posibles implicaciones de cada una de ellas.

Por otro lado, la elección racional está marcada por la interdependencia de las decisiones. Por ello, dentro de las consecuencias para cada posible decisión se deben tener en cuenta los resultados de tales interdependencias en tres niveles: a) la elección de alguno depende de la elección de todos; b) el resultado de alguno depende de los resultados de todos, y c) la recompensa de alguno depende de la elección de todos (Elster, 1996).

Lo anterior, evidentemente, refleja un problema de elección racional sujeta a la moralidad de las elecciones, entendida esta última como los efectos de las acciones individuales sobre la elección de la sociedad y, por ende, del bienestar como un todo. La situación no es otra que la que ha eludido Arrow (1950) de manera manifiesta: el balance de satisfacción entre las personas en general, es decir, la intensidad del bienestar de los individuos. Por ello, se hace necesario superar

---

1 Arrow (1950) incluye los gustos como las elecciones de bienes privados, así como la valoración que la persona hace de su criterio de equidad. También incluye tanto características socioeconómicas —cantidad de bienes privados para cada individuo, factores productivos disponibles a cada actividad, cantidad de bienes públicos— como estados del mundo que reflejan la valoración individual. Sin embargo, debe establecerse un estricto orden sobre el bienestar que cada información nueva le genera al individuo para realizar su elección, lo cual depende solo de su utilidad (Salcedo Megales, 1994).

2 Hernández (1998) plantea que el óptimo de Pareto como medida de la elección social de tradición utilitarista, es pobre por cuanto está basado solo en la ordinalidad de las preferencias, por lo que si un cambio es provechoso para cada individuo, es también provechoso para toda la sociedad, sin considerar algún factor de equidad.

este inconveniente, asumiendo que es posible realizar comparaciones interpersonales de bienestar particular, es decir, la magnitud de la utilidad de los individuos es relevante. Esto, por supuesto, viola la pureza axiomática de la elección basada en el individuo, aunque se gana en realismo sobre la elección social (González, 2008).

48 Como valor indispensable para la elección social, el comportamiento cooperativo podría ser un sesgo al análisis de la elección de las personas basada en la satisfacción individual: la elección de una estrategia que tiene incentivos a desviarse no es factible en el corto plazo, debido a que el otro jugador también se desviaría buscando su propio beneficio, por lo que se llegaría a un resultado no-cooperativo.

### Cooperación y recursos naturales

El tratamiento del tema de la elección social, como ética, en los recursos ambientales ha sido debatido desde hace mucho tiempo. Con respecto a la ética en los recursos naturales, Azqueta (2002) enuncia que la ética de los recursos naturales, en general, tiene tres enfoques que son ampliamente considerados: a) la ética antropocéntrica en donde solo el hombre importa; b) la ética de los seres vivos animados en donde los animales son sujetos de consideración moral, y c) la ética de la tierra de Aldo Leopold (1999), donde propone un modelo ecocéntrico en el cual se asume una postura preservacionista, más allá del enfoque conservacionista.

No obstante, aunque todas las consideraciones poseen cuestionamientos, las enumeradas con b) y c) son inviables desde el punto de vista económico, ya que generan problemas de determinismo moral en los que las leyes morales se circunscriben a leyes naturales, lo cual no es factible desde el punto de vista lógico<sup>3</sup>.

En el primer caso, partiendo del análisis de la ética utilitarista, ya los valores no serían “razón y libertad”, sino que se volvería a las nociones de “sentir y padecer” como valores intrínsecos. Por otra parte, obstaculiza aquello que pretende defender, en el sentido de que el florecimiento de unos seres vivos se da a costa de otros. Finalmente, el reconocimiento de los nuevos derechos de los animales implicaría que el efecto sería perverso sobre aquellos recursos destinados a cubrir proteínas alternativas para el consumo humano.

En el segundo caso, sobre el paso del mantenimiento de la naturaleza para que siga proporcionando recursos a los seres humanos en pro de conservar la

---

<sup>3</sup> Las normas de la ética se basan en la libertad y capacidad de elegir; son construcciones sociales (Azqueta, 2002).

naturaleza sin necesidad de fines utilitaristas, también hay inconvenientes relacionados con las implicaciones prácticas que pueden no ser aceptadas fácilmente por la sociedad, como que la estabilidad de los sistemas como norma no sea aconsejable cuando puede ser que la resiliencia sea necesaria. Asimismo, el valor que adquiere una especie, desde el acuerdo social, solo se da cuando adquiere peligro de extinción; de otra forma, su valor es mínimo.

Con todo, la aproximación ética acorde para asumir la relación de las personas con el medio ambiente debería ser una ética antropocéntrica ampliada, dado que solo los seres humanos tienen valor inmanente, por lo que son los únicos sujetos de consideración moral. Así, no solo se sigue teniendo en cuenta solamente el principio utilitarista, sino también aspectos tales como la consideración, la apreciación y el concepto del respeto (Azqueta, 2002; Azqueta y Delacámara, 2006; Herrera Ibáñez, 2000). Ahora bien, los argumentos utilitaristas son implícitamente antropocéntricos (Boswall y Lee, 2002).

En la misma línea, el Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica (CICEANA) (2009) expone la necesidad de comprender las elecciones económicas como decisiones y, por consiguiente, como responsabilidades. Para ello, es necesaria la construcción o reconstrucción de reglas morales que obedezcan a una ética del ambiente, tanto en su dimensión individual como colectiva. Tales reglas deben corresponder a un sistema de valores/actitudes/comportamientos en función de múltiples factores sociales y culturales, así como principios éticos universales como la tolerancia y, de nuevo, la responsabilidad.

Por otro lado, en correspondencia con Azqueta y Delacámara (2006), el bienestar social solo se puede alcanzar si se logra una simultánea garantía de desarrollo sostenible. Así, se debe considerar un concepto de valoración ambiental que no solo tenga en cuenta el valor financiero que los recursos representan para su propietario, sino también el valor económico, pero sobre todo el valor social. La economía neoclásica asume que las personas no tienen otro deseo que la satisfacción de sus deseos materialistas, aunque no necesariamente egoístas; empero, es innegable que las personas derivan también satisfacción de aspectos trascendentales como el amor a los seres queridos, ayudar a personas en desgracia o los servicios no pagados de un paisaje, valores que no pueden ser valorados a precios de mercado.

El concepto subyacente de la valoración económica ambiental, la racionalidad económica, parece ser entonces limitado a una estructura formal —técnica o matemática— construida para entender el universo sobre esta base, tratando de predecir las consecuencias. De esta manera, se deja por fuera la racionalidad

basada en los valores —deontológicos y axiológicos— cuya pertinencia es central en la economía real.

50 Es atrayente resaltar cómo Azqueta y Delacámara (2006) informan que los individuos antes de ser seres económicos son seres sociales, por lo que cambios en el bienestar social deben incluir irrefutablemente factores distributivos. Así, las preferencias por recursos naturales no solo reflejan un rol como consumidor, sino que revelan un comportamiento ciudadano, de acuerdo con los resultados de algunos estudios sobre valoración contingente. Ello ocurre porque las personas, además de tener en cuenta el valor económico de las necesidades cubiertas por el acceso a los recursos, también consideran el bienestar obtenido por su posición relativa con respecto a la sociedad y la clase de necesidades que se satisfacen.

## La tragedia de los recursos comunes

La teoría económica, básicamente, ha clasificado los bienes de acuerdo con varias tipologías que obedecen a determinadas características. En especial, aquellas que dependen de los derechos de propiedad son las que describen si los bienes son públicos o privados; así, todo bien podría clasificarse dentro de estas dos categorías si posee las propiedades relacionadas con no rivalidad y no exclusión<sup>4</sup>. Ello se presenta en la tabla 1.

Los recursos naturales poseen la propiedad de no exclusión, pero son rivales puesto que la extracción o contaminación que lleve a cabo un sujeto puede reducir la magnitud o calidad de consumo que pueda realizar cualquier otro. Así, se presenta que bienes como el agua, el aire e incluso la biodiversidad son bienes públicos impuros por lo que es factible el análisis de externalidades en el consumo que se generan por su utilización.

**Tabla 1.** Bienes de acuerdo con rivalidad y exclusión

	Exclusión	No exclusión
Rivalidad	Bienes privados	Recursos de uso común
No rivalidad	Bienes de club	Bienes públicos puros

Fuente: elaboración propia, a partir de Azqueta (2002).

4 La propiedad de no rivalidad consiste en que, si una persona consume un determinado bien, ello no reduce las posibilidades de consumo (cantidad) que otra pueda llevar a cabo. La propiedad de no exclusión implica que, si una persona consume, esto no excluye que otra persona pueda consumirlo (Azqueta, 2002).

Garret Hardin (1968) enunció que en el tema de los recursos de uso común, como los recursos naturales, se presentaba una excepción a la conocida paradoja que Adam Smith, en su obra *La riqueza de las naciones* (1776), había planteado como “la mano invisible”. Básicamente, afirmaba que las personas integrantes de una comunidad que posee acceso a un recurso —en su ejemplo, un potrero— tienen el incentivo individual de explotar más allá del límite sostenible en el que el recurso puede restablecerse por sí mismo, sin tener en cuenta los costos que para la sociedad puede tener este comportamiento. En particular, tal comportamiento se presenta porque la ganancia que se genera al sobreexplotar el recurso es de apropiación privada, mientras que el costo inherente a tal acción se distribuye entre todos los integrantes de la comunidad, incluido el que lo provoca. Así, el balance costo-beneficio de cada persona no tiene en cuenta el efecto sobre los demás, la sociedad como un todo, sino solo la racionalidad económica individual, aunque en el resultado agregado todos pierdan con ese comportamiento.

En el análisis económico, tal comportamiento se asimila al juego denominado el Dilema del Prisionero, puesto que el resultado no cooperativo descrito por la miopía de las decisiones privadas sobre el incremento en el uso, a la larga, genera que no se alcance el mayor beneficio posible, que estaría descrito por la cooperación y que se puede aproximar como el uso sostenible acordado colectivamente.

Lo que se propone ahí es un dilema moral, puesto que esa conducta revela un claro comportamiento egoísta sobre las posibilidades de elección del resto de la comunidad, en el presente o incluso sobre las generaciones futuras, en el cual todos se desvían de la opción que mayor beneficio le genera a la sociedad.

Aunque Hardin (1968) hace referencia al tema de la conciencia como posibilidad de autorregulación, inmediatamente la descarta puesto que considera obvio el razonamiento sobre el doble mensaje que cada individuo recibe ante posibilidades que tengan que ver con los demás. Simplemente, un individuo que se encuentre ante situaciones de disyuntiva, donde haya alguna elección que incluya sus intereses individuales y los intereses del colectivo, siempre preferirá aquella opción que maximice su bienestar individual sin tener en cuenta el resto. Por ello, propone que se establezca una regulación basada en la responsabilidad como el producto de arreglos sociales acordados. Afirma que tal regulación no podría ser otra cosa que alguna coerción que limite las posibilidades de acceder a los recursos procurando los derechos de la mayoría.

No obstante, los recursos naturales comunes no solo deben ser considerados desde un punto de vista meramente económico para satisfacer necesidades básicas, hasta su agotamiento o transformación como resultado, sino como herencia

común. Para que sea considerado como herencia común, los puntos de vista deben tornar a aspectos socioculturales que reflejen una preferencia colectiva que promueva la conservación y la preservación, más allá de la sola explotación económica (Azqueta y Delacámara, 2006).

"Los recursos naturales comunes no solo deben ser considerados desde un punto de vista meramente económico para satisfacer necesidades básicas, hasta su agotamiento o transformación como resultado, sino como herencia común".

En general, la solución del dilema de la tragedia de los comunes se ha analizado desde dos puntos de vista extremos. Por un lado, la privatización de los comunes, donde la externalidad de la sobreexplotación es asumida por alguna de las partes, la dueña de los derechos, en favor de la otra, o el establecimiento de un mercado que genera oferta y demanda con el fin de que el recurso sea intercambiado a un precio determinado. Por otro lado, presumiendo que los intereses privados no pueden proteger el recurso dado y que no se pueden definir claramente los derechos de propiedad, la acción reguladora del Estado se hace necesaria por medio de entidades públicas que utilizan medidas coercitivas con respecto al uso del recurso (Ostrom, 2000).

Este último aspecto ha suscitado un extenso debate sobre cuál es la mejor solución a la "tragedia" desde lo teórico, en cuanto planteamiento académico, y lo práctico, reflejado en las decisiones de política que se llevan a cabo (Cárdenas, 2009).

Cada una de estas dos visiones declara, por separado, que son la única vía. En esencia, estas suponen que autoridades centrales deben asumir una responsabilidad continua en la toma de decisiones sobre la utilización del recurso o deben parcelar los derechos de propiedad bien definidos, permitiendo que los individuos persigan sus propios intereses. No obstante, la historia y los resultados empíricos indican que es complejo sostener que las instituciones públicas o privadas se puedan imponer de afuera hacia adentro; de hecho, ni siquiera se puede afirmar con categoría que las comunidades se organicen bajo un solo tipo de instituciones de los bienes comunes, puesto que son mezclas que están entrelazadas y dependen entre sí (Ostrom, 2000).

## Análisis desde un modelo de Teoría de Juegos

La racionalidad económica-individual posee valor instrumental para realizar análisis normativos de situaciones ideales y abstractas (Hahn y Hollis, 1986). No obstante, cuando se enfrenta a problemas reales, como el deterioro de los recursos del ambiente, carece de potencialidad, puesto que ya no se puede suponer que las elecciones de los agentes están determinadas por un conjunto de opciones que ellos conocen claramente. Las preferencias ya no son necesariamente completas.

El hecho de que los individuos tomen decisiones de consumo o producción con base en su propio bienestar, no implica que ellos tomen decisiones sobre la base de perjudicar a otros individuos. Probablemente sea por razones de desconocimiento o desinformación acerca de los efectos de sus decisiones; por lo tanto, es allí donde entra el papel del regulador como proveedor de información para que los agentes estén bien informados<sup>5</sup>. Así, es importante resaltar que lo anterior tiene validez cuando se habla de bienes con algún elemento de bien público, y que no tiene el mismo sentido sobre las decisiones de consumo sobre bienes privados puros.

En este sentido, se ha analizado lo anterior en el contexto de los recursos de uso común, en particular los recursos naturales que operan como bienes públicos que presentan rivalidad en el consumo. En este contexto, el análisis particular de Hardin (1968) de los agentes que acceden a un determinado recurso, acerca de la aparente indiferencia a factores ajenos a su interés individual, enuncia que es posible solucionar el problema si se tienen en cuenta elementos que van más allá del interés individual y egoísta.

Se plantea que la estructura de incentivos sobre los recursos naturales, como está diseñada, no armoniza los intereses individuales junto con el beneficio de la sociedad, dado que no tiene en cuenta el grado en que los individuos no solamente consideran el interés personal, sino también cómo los afectan las decisiones de consumo que el resto de la sociedad realiza; de igual forma, las personas también razonan sobre cómo sus decisiones pueden afectar a la sociedad y a la larga afectarlos a ellos mismos en el futuro.

---

<sup>5</sup> Lo contrario no es necesariamente cierto, por lo que un individuo que tenga información podría seguir comportándose de manera egoísta. Por ejemplo, una persona que adquiriera bienes privados no pensaría en que el valor de ese bien privado serviría para ayudar a otro ser humano, ya que se disminuiría en gran medida su utilidad.

"Se plantea que la estructura de incentivos sobre los recursos naturales, como está diseñada, no armoniza los intereses individuales junto con el beneficio de la sociedad, dado que no tiene en cuenta el grado en que los individuos no solamente consideran el interés personal, sino también cómo los afectan las decisiones de consumo que el resto de la sociedad realiza".

En la sección previa se ha evidenciado la pertinencia y relevancia de los incentivos para modificar las decisiones de consumo de agua por parte de los hogares. También se ha identificado la conveniencia de observar que el comportamiento de consumo de los usuarios residenciales va más allá que elecciones basadas en los precios; sus motivaciones tienen en cuenta factores económicos pero también sociales y culturales que determinan sus creencias, actitudes y comportamientos.

Ello supone un comportamiento estratégico para cada hogar en cuanto al ahorro de agua que se realice en el presente, que depende del tipo de estrategia empleada. De otra forma, un hogar tiene incentivo para ahorrar si el otro hogar también ahorra; de lo contrario, los dos se comportan llevando a cabo consumos excesivos de agua, con la consecuente posibilidad de poner en peligro la disponibilidad del recurso y la sostenibilidad del ecosistema.

Consumir agua no es lo mismo que consumir cualquier otro bien. Las decisiones de consumo de los recursos comunes no deben obedecer tan solo a la racionalidad económica, entendida como la búsqueda del interés particular, sino a una racionalidad individual pro social que, en concordancia, esté alineada con la búsqueda del interés general.

En consecuencia, con el propósito de poner estos planteamientos ordenadamente en una estructura formal, se utiliza la Teoría de Juegos, basada en la posibilidad de incluir reglas morales en las funciones de pago de los jugadores. La factibilidad de este

aspecto se enuncia en el siguiente fragmento de la Enciclopedia de Filosofía de la Universidad de Stanford: "[...] las normas y prácticas morales sirven para lograr resultados de Pareto-superiores, no realizables a través de la falta de coordinación de acciones racionales individuales, [...] [dado que] esta función de alguna manera motiva la acción humana y de alguna otra forma es causalmente eficaz en el logro de resultados mutuamente beneficiosos" (*Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2004, p. 3, traducción libre).

## Consumo de agua en el Dilema del Prisionero

El Dilema del Prisionero es quizás el juego más conocido y citado en los artículos académicos que hacen alusión a la teoría matemática de los juegos. En general, el dilema permite examinar el fenómeno en el cual las decisiones basadas en el propio interés son racionales individualmente; no obstante, son irracionales colectivamente, puesto que llevan a soluciones subóptimas para los integrantes del juego. De otra forma, existe una asignación en la que, aunque no existen incentivos para permanecer en elecciones simultáneas cooperativas, cada jugador obtiene un pago mayor (Ostrom, 2000).

De acuerdo con Ostrom (2000), el Dilema del Prisionero posee dos características esenciales. La primera es que la información del juego es completa, por lo que cada jugador conoce la estructura del juego y ninguno de los dos tiene más información que el otro. La segunda es la imposibilidad de la comunicación entre los integrantes del juego; no obstante, si fuera posible, los acuerdos verbales no implican obligatoriedad en el cumplimiento en la estructura básica del juego. Adicionalmente, el juego posee movimientos simultáneos y tiene como estrategia dominante para cada jugador la no cooperación. La siguiente matriz resume lo anterior:

**Tabla 2.** Dilema del Prisionero

		Jugador 2	
		Cooperar	No cooperar
Jugador 1	Cooperar	$a,a$	$b,c$
	No cooperar	$c,b$	$d,d$

Fuente: elaboración propia, a partir de Cárdenas (2009).

De acuerdo con Cárdenas (2009), para que la matriz anterior cumpla las características del juego y se llegue a la solución de Nash resaltada, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- $c > a > d > b$
- $2a > b + c$

Se considera el supuesto de racionalidad, ya que los agentes saben completamente que, si consumen mucha agua, pueden enfrentarse a racionamientos de agua en el futuro, por lo que el precio al que demandan agua podría subir en el futuro por efectos de incrementar la infraestructura (aumento del costo marginal

de largo plazo). Además, cada hogar sabe que la elección irresponsable de consumo lo afecta y también al resto de hogares; los otros hogares saben esta situación también y así sucesivamente (*principio de conocimiento común*).

Lo que sucede con el consumo de agua urbana por parte de los diferentes tipos de hogar es un dilema del prisionero. La interacción entre agentes ocurre, dado que la demanda de agua propia afecta la posibilidad sobre la cantidad demandada de agua de otros individuos, incluso en el corto plazo. Por tal razón, a continuación se exponen los principales elementos de la representación en forma normal o estratégica del juego: jugadores, estrategias y pagos asociados a cada estrategia.

### A. Jugadores

- *Hogar tipo A*: este tipo de hogar tiene por características mayores ingresos, el tipo de hogar es casa grande con jardín y el tipo de pertenencia de la vivienda es propia. Lo anterior implica que puede existir inercia en el consumo, dado que sus necesidades de consumo suntuario son mayores y puede cubrir, incluso, tarifas más altas si la autoridad regulatoria lo dispone así. Asimismo, puede asumir con mayor facilidad los costos monetarios de la conservación como dispositivos de bajo flujo, que ahorran el uso de agua.
- *Hogar tipo B*: el hogar tipo B tiene características radicalmente opuestas al tipo de hogar anterior: ingresos más bajos, el tipo de hogar es apartamento y el tipo de pertenencia de la vivienda es arrendada.

### B. Estrategias

Las estrategias disponibles para cada jugador son las siguientes ( $\forall_{i=A,B}$ ):

$C_i$  = *Comportamiento de conservación*: consumo mínimo para cubrir las necesidades básicas de higiene personal, aseo de la casa y alimentación.

$E_i$  = *Comportamiento de consumo excesivo*: el consumo excesivo cubre duchas extensas, descarga indiscriminada de los sanitarios y riego de jardín en horas no adecuadas del día, por ejemplo.

### C. Funciones de pago

De acuerdo con la estrategia elegida por cada jugador, este debe asumir los beneficios y costos de su elección en todos los casos. No obstante, la elección del otro jugador afecta su pago, positiva o negativamente; si el jugador A decide comportarse con ánimo conservacionista, entonces B se ve beneficiado, y viceversa. En contraste, si A decide consumir agua más allá del nivel normal, entonces B se ve afectado por la posibilidad de racionamientos en el futuro.

Los beneficios de cada estrategia para cada jugador vienen determinados por:

$BC_i = \text{Beneficio de conservación}$ : la importancia para cada jugador de su actitud y comportamiento de conservación en el consumo de agua potable está asociada a la disponibilidad sostenible en el tiempo del suministro del recurso, así como a una menor cantidad de dinero que se debe disponer para pagar por dicho recurso. Por ello, los beneficios de conservación para cada jugador son iguales:  $BC_A = BC_B$

$BE_i = \text{Beneficio de consumo excesivo}$ : el provecho para cada jugador del comportamiento de consumo despilfarrador de agua potable es no hacer ningún esfuerzo o inversión por ahorrar agua, además de cubrir los requerimientos que explican el consumo incremental. Para el hogar tipo B no existe una razón lógica del consumo incremental, mientras que para el tipo A, significa el aseo e higiene de una casa más grande, probablemente con menor número de integrantes, y el riego del jardín. En consecuencia,  $BE_A > BE_B$ .

Los costos de cada estrategia son:

$CC_i = \text{Costo de conservación}$ : el costo de conservación consiste en los esfuerzos que debe realizar cada hogar por ahorrar agua. Estos se pueden aproximar como la compra de dispositivos de bajo flujo que deban ser instalados en los hogares, con el fin de modificar los hábitos y rutinas. Aunque el precio de tales aditamentos es igual para cada hogar, el gasto en términos relativos es menor para las familias tipo A que para las tipo B, pues tienen que hacer un esfuerzo mayor; por tal razón,  $CC_A < CC_B$ .

$CE_i = \text{Costo de consumo excesivo}$ : el perjuicio por despilfarrar agua potable determina la eventualidad de enfrentarse a periodos futuros de racionamiento por no hacer ningún esfuerzo o inversión para ahorrar agua. El efecto para cada tipo de hogar es igual:  $CE_A = CE_B$ .

Adicionalmente se debe imponer la condición de que  $BE_A > CC_A$ , ya que el beneficio de consumo excesivo es mayor para hogares tipo A que los costos de conservación. En contraste, los hogares tipo B presentan una situación opuesta, por lo que  $BE_A < CC_B$ .

Finalmente, los beneficios de conservación son mayores que el costo de consumo excesivo sin importar el tipo de hogar:  $BC_i > CE_i \forall_{i=A,B}$

Con los siguientes valores, que cumplen las condiciones anteriores, es posible materializar las funciones propuestas por medio de la matriz:

$$\begin{array}{lll} BC_A = BC_B = 9; & BE_A = 6; & BE_B = 3 \\ CE_A = CE_B = 3; & CC_A = 3; & CC_B = 6 \end{array}$$

**Tabla 3.** Dilema del consumo de agua

58

		Hogar tipo B	
		Conservación ( $C_B$ )	Consumo excesivo ( $E_B$ )
Hogar tipo A	Conservación ( $C_A$ )	15,15	4,5,18
	Consumo excesivo ( $E_A$ )	21,1,5	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9,9</span>

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse, la matriz obtenida no es simétrica en sus pagos, como son las matrices de los juegos clásicos del Dilema del Prisionero. Esta situación se presenta debido a que los costos de conservación que asume cada jugador son diferentes, al igual que los beneficios que cada hogar obtiene del consumo excesivo. En síntesis, cuando los hogares poseen las mismas características —ingresos similares, los dos habitan el mismo tipo de hogar, vivienda o apartamento, y la tenencia es propia o arrendada—, entonces la matriz del juego es simétrica. En el caso en el que las características de los jugadores son diferenciadas, el juego no es completamente simétrico.

Siguiendo a Monsalve (1999), es imposible alcanzar el resultado en el cual los esfuerzos de conservación son simultáneos. Por ello, es necesario un mecanismo adicional que provoque que la elección de los jugadores sea la conservación, estableciendo que tal decisión redunde en el mayor bienestar para la sociedad en su conjunto.

### Consumo de agua repetido indefinidamente y estrategia del gatillo

Teniendo en cuenta que, en la realidad, la elección de consumo de agua se reitera sucesivamente para cada tipo de hogar, se analizará el dilema social de consumo excesivo simultáneo mediante un esquema de juego repetido infinitamente, en el que se puede aplicar la estrategia del gatillo.

Aplicando lo enunciado y de manera resumida, para el hogar tipo A, la suma infinita descontada de los pagos del acuerdo cooperativo, en el cual los dos tipos de hogar conviene consumir moderadamente, es:

$$\pi_A^C = \sum_{s=0}^{\infty} 15\delta_A^s$$

Por otro lado, si en el momento  $t$  el mencionado hogar se desvía, la suma descontada de sus pagos, si se sigue la estrategia del gatillo, es:

$$\pi_A^D = \sum_{s=0}^{t-1} 15\delta_A^s + 21\delta_A^t + \sum_{s=t+1}^{\infty} 9\delta_A^s$$

59

Ahora bien, las condiciones bajo las cuales es posible alcanzar el resultado cooperativo de que el hogar tipo A no se desvíe del acuerdo cooperativo, se obtienen resolviendo la desigualdad:

$$\pi_A^C \geq \pi_A^D$$

Remplazando las convergencias de cada serie y operando se tiene:

$$\delta_A \geq 1/2$$

Del mismo modo, para el hogar tipo B, la suma infinita descontada de los pagos del acuerdo cooperativo en el cual los dos tipos de hogar conviene consumir moderadamente, es:

$$\pi_B^C = \sum_{s=0}^{\infty} 15\delta_B^s$$

Si en el momento  $t$  el mencionado hogar se desvía, la suma descontada de sus pagos, si se sigue la estrategia del gatillo, es:

$$\pi_B^D = \sum_{s=0}^{t-1} 15\delta_B^s + 18\delta_B^t + \sum_{s=t+1}^{\infty} 9\delta_B^s$$

Ahora bien, las condiciones bajo las cuales es posible alcanzar el resultado cooperativo de que el hogar tipo A no se desvíe del acuerdo cooperativo, se obtienen resolviendo la desigualdad:

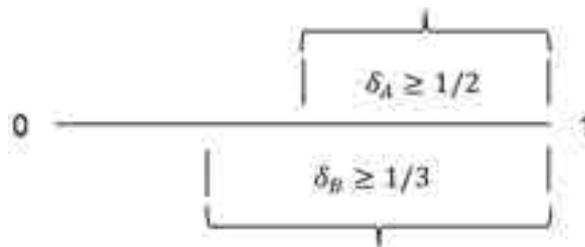
$$\pi_B^C \geq \pi_B^D$$

Remplazando las convergencias de cada serie y operando se tiene:

$$\delta_B \geq 1/3$$

60 Dado que la región del factor de descuento representado por  $\delta \in (0, 1)$ , no es la misma para cada hogar, se puede afirmar que las condiciones en las que es posible alcanzar la cooperación son más restrictivas para el hogar tipo A que para el hogar tipo B.

Figura 1. Propensión a la cooperación



Fuente: elaboración propia.

Lo anterior significa que los hogares que realizan un sacrificio algo más grande en pos de la cooperación para mayor bienestar de la sociedad, son los hogares que tienen mayores ingresos, por lo que sobre ellos debería recaer mayor disposición a la contribución.

## A manera de conclusión

El estudio del concepto de racionalidad económica individual permite examinar el resultado en la toma de decisiones que realizan los agentes en el mercado, en particular cuando ellos operan como consumidores. Sin embargo, se queda corto en explicar la forma en la cual algunas elecciones sobre recursos naturales comunes se presentan. En particular, la racionalidad económica tiene en cuenta el interés propio de cada individuo soslayando el contexto social en el que este se desenvuelve. Elementos como las emociones, las normas sociales y la ética son relevantes en el estudio del problema y solución en el uso de los RUC.

En la gestión de los RUC, en los ejercicios de prospectiva sobre la respuesta de los habitantes de una comunidad a la aplicación de los instrumentos elegidos,

deben incluirse tales elementos con el fin de obtener resultados mejores en las estrategias elegidas. La óptica en la que herramientas infalibles pertenecen solo al mercado o al Estado, no es plenamente acertada, puesto que existen puntos medios en los que la combinación de estrategias es conveniente con el ánimo de modificar el comportamiento de las personas, en especial cuando de recursos naturales se trata.

Por ello, la demanda de agua potable no es un mero problema técnico, sobre todo porque se está hablando de un recurso natural que está dentro de un contexto social y del medio ambiente, por lo que el alcance del concepto de racionalidad económica es limitado para el análisis del consumo mencionado.

Concebir que solo los precios guiarán el comportamiento de los individuos en cuanto a las posibilidades de otros, es decir socialmente, es limitado por cuanto se generan conductas socialmente subóptimas. Los hogares con mayores ingresos, ante aumentos en la tarifa, puede que no estén incentivados a disminuir su consumo dado que, como proporción de su ingreso, el aumento en la tarifa es muy pequeño. Para que tuviera algún efecto, tendría que aumentarse la tarifa de tal manera que el ingreso se viera afectado realmente. No obstante, esta sería una medida inequitativa porque los hogares de menores ingresos no tendrían incentivo para cuidar el agua, ya que su tarifa no aumentaría en la misma proporción. Así, entonces, aumentar la tarifa tendría un efecto funesto sobre cualquiera de los hogares.

El consumo racional de agua debe incluir la valoración subjetiva de los individuos en términos de que los agentes deben pensar que su consumo excesivo de agua reduce el bienestar de otros. Por lo tanto, se debe establecer una regla que garantice el comportamiento ético recíproco entre los jugadores.

En una sociedad urbana, los acuerdos de las pequeñas comunidades, los vecindarios, son indispensables para armonizar o coordinar las creencias de conservación de los hogares, con el fin de generar actitudes que se vean reflejadas en los comportamientos de conservación. La idea es modificar aspectos de conducta de los hogares utilizando la combinación de decisiones éticas (morales) coordinadas por parte de las comunidades urbanas a escala local, en las cuales el regulador sirva como garante de los acuerdos verbales o informales a los que se llega.

## Referencias

- Arrow, K. J. (1950). A Difficulty in the Concept of Social Welfare. *The Journal of Political Economy*, 58 (4), 328-346.
- 62 Azqueta, D. (2002). *Introducción a la economía ambiental*. Madrid: McGraw-Hill.
- Azqueta, D. y Delacámara, G. (2006). Ethics, Economics and Environmental Management. *Ecological Economics*, 56 (4), 524-533.
- Boswall, J. y Lee, R. (2002). *Economics, Ethics and the Environment. Papers from the UKELA Cardiff Conference*. London: Routledge Cavendish.
- Cárdenas, J. C. (2009). *Dilemas de lo colectivo: instituciones, pobreza y cooperación en el manejo local de los recursos de uso común*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica (CICEANA). (2009). *Saber más... ética y medio ambiente*. Recuperado el 3 de septiembre de 2009, de <http://www.ciceana.org.mx/recursos/Etica%20y%20medio%20ambiente.pdf>
- Dieterlen, P. (2000). Ética y economía. En L. Villoro (Coord.), *Los linderos de la ética* (pp. 35-55). México: Siglo XXI, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM.
- Diesing, P. (1950). The Nature and Limitations of Economic Rationality. *Ethics*, 61 (1), 12-26.
- Elster, J. (1996). Rationality and the Emotions. *The Economic Journal*, 106 (438), 1386-1397.
- González, J. I. (2008). La interacción entre sujetos y la teoría económica. Manuscrito no publicado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Hahn, F. y Hollis, M. (Comps.) (1986). *Filosofía y teoría económica*. México: FCE.
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of Commons. The Population Problem Has No Technical Solution; It Requires a Fundamental Extension in Morality. *Science*, 162 (3859), 1243-1248.
- Hernández, A. (1998). Amartya Sen: ética y economía. *Cuadernos de Economía*, 17 (9), 137-162.

Herrera Ibáñez, A. (2000). Ética y ecología. En L. Villoro (Coord.), *Los linderos de la ética* (pp. 134-160). México: Siglo XXI, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM.

Leopold, A. (1999). *Una ética de la tierra*. Madrid: Los Libros de la Catarata.

Monsalve, S. (1999). *Introducción a los conceptos de equilibrio en economía*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: FCE, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. (Trabajo original publicado en 1990).

Salcedo Megales, D. (1994). *Elección social y desigualdad económica*. Barcelona, México: Anthropos, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

*Stanford Encyclopedia of Philosophy* (2004). Game Theory and Ethics. Recuperado el 17 de agosto de 2009, de <http://plato.stanford.edu/entries/game-ethics/>