



*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO*



FACULTAD DE ECONOMÍA

APUNTES DE TEORÍA DEL BIENESTAR

Prof. Benjamín López

Octubre, 2011

Índice

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Funciones de utilidad

2. LAS EXTERNALIDADES Y LOS BIENES COLECTIVOS

2.1. Externalidades transferibles

2.2. Externalidades inagotables

2.3. El problema del libre acceso y la solución de la propiedad común

2.4. El problema de las externalidades y posibles soluciones

1.4.1. Límites de las soluciones clásicas: las externalidades intra e intergeneracionales

2.5. Los bienes colectivos

2.5.1. Bienes colectivos locales

2.5.2. La revelación de demanda en bienes colectivos

2.5.3. Bienes hipercolectivos

2.5.4. Bienes subprivados

2.5.5. Bienes duraderos y bienes autorreproducibles

2.5.6. Bienes transformables

3. BIENES PÚBLICOS

3.1. Provisión Eficiente de un Bien Público Discreto.

3.2. Provisión Privada de un Bien Público Discreto

3.3. Provisión de un Bien Público Continuo.

3.4. Determinación de la Provisión Eficiente de un Bien Público

3.5. Provisión Privada de un Bien Público Continuo

3.6. Determinación de la Cantidad del Bien Público Correspondiente al Equilibrio de Nash

3.7. Las Votaciones

3.8. Asignación de Lindhal

3.9. Mecanismos de Revelación de la Demanda

3.10. Mecanismos de Revelación de la Demanda de un Bien Continuo

4. BIENESTAR

4.1. El Criterio de Compensación

4.2. El Criterio de Pareto

4.3. Primer Teorema de la Economía del Bienestar

4.4. Segundo Teorema de la Economía del Bienestar

4.5. Eficiencia en el Sentido de Pareto y el Cálculo

4.6. Las Funciones del Bienestar

4.7. La Maximización del Bienestar

5. ANÁLISIS DEL EQUILIBRIO

5.1. Conceptos Básicos

5.2. El Equilibrio Walrasiano

5.3. Existencia de un Equilibrio

5.4. Teorema del Punto Fijo de Brouwer

5.5. La Convexidad y el Tamaño de la Economía

5.6. La Unicidad del Equilibrio

5.7. La Dinámica del Equilibrio General

5.8. El Equilibrio General a lo Largo del Tiempo

5.9. El Equilibrio General con Respecto a los Diferentes Estados de la Naturaleza

BIBLIOGRAFÍA

1. Introducción

1.1. Funciones de utilidad

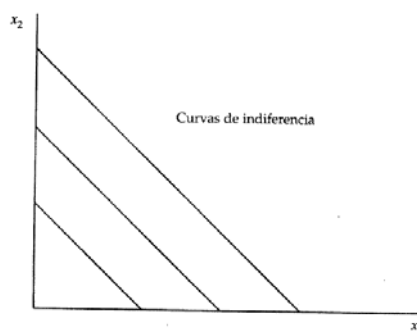
Una función de utilidad es un instrumento para asignar un número a todas las cestas de consumo posibles de tal forma que las que se prefieren tengan un número más alto que las que no se prefieren. Es decir, la cesta (x_1, x_2) se prefiere a la (y_1, y_2) si y sólo si la utilidad de la primera es mayor que la utilidad de la segunda; en símbolos, $(x_1, x_2) \succ (y_1, y_2)$ si y sólo si $u(x_1, x_2) > u(y_1, y_2)$.

La única propiedad importante de una asignación de una asignación de utilidad es la forma en que ordena la cesta de bienes. La magnitud de la función de utilidad sólo es relevante en la medida que permite determinar el puesto relativo que ocupan las diferentes cestas de consumo; la magnitud de la diferencia de utilidad se denomina *utilidad ordinal* debido a que pone el énfasis en la ordenación de las cestas de bienes.

1.1.1. Funciones de Bienes Sustitutos Perfectos

Al consumir solo interesa el número total de bienes y no su característica.

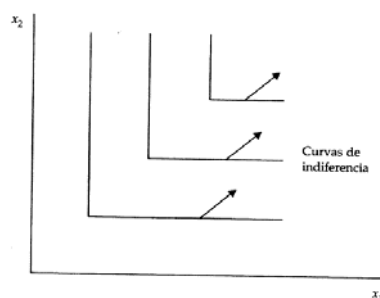
$$u(x_1, x_2) = ax_1 + b x_2$$



1.1.2. Funciones de Bienes Complementarios Perfectos (Leontief)

Son bienes que siempre se consumen juntos en proporciones fijas. Los bienes se complementan en cierto sentido.

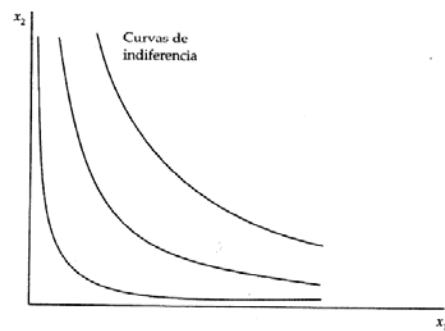
$$u(x_1, x_2) = \min \{ax_1, b x_2\}$$



1.1.3. Funciones de Bienes Normales (Cobb-Douglas)

Son bienes que no se pueden sustituir, ni complementar; se combinan y se toman en cuenta el orden de las preferencias.

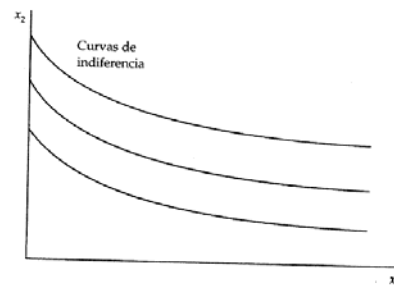
$$u(x_1, x_2) = x_1^c x_2^d$$



1.1.4. Funciones cuasilineales

Cada una de las curvas de indiferencia es una versión desplazada verticalmente de una única curva de indiferencia.

$$u(x_1, x_2) = v(x_1) + x_2$$



1.2. El problema de la maximización

$$\max_{x_1, x_2} u(x_1, x_2)$$

$$\text{tal que } p_1 x_1 + p_2 x_2 = m$$

El problema exige hallar los valores de x_1 y x_2 que cumplan:

1. Satisfacer la restricción
2. Dar un valor más alto a $u(x_1, x_2)$ que a cualquiera de los otros valores de x_1 y x_2 que satisfacen la restricción.

Existen dos métodos para resolver este tipo de problemas. El primero consiste en despejar en la restricción presupuestaria una de las variables en función de la otra y, a continuación, introducir el resultado en la función objetivo.

1.2.1. Método por sustitución

Por ejemplo, dado un valor de x_1 , la cantidad que necesitamos de x_2 para satisfacer la restricción presupuestaria viene dada por la función lineal

$$x_2(x_1) = \frac{m}{p_2} - \frac{p_1}{p_2} x_1$$

Ahora se sustituye x_2 por $x_2(x_1)$ en la función de utilidad y llegamos al siguiente problema de maximización *sin restricciones*:

$$\max_{x_1} u\left(\frac{m}{p_2} - \left(\frac{p_1}{p_2}\right) x_1\right)$$

Este es un problema de maximización sin restricciones únicamente con respecto a x_1 , ya que se ha utilizado la función $x_2(x_1)$ para que el valor de x_2 satisfaga la restricción presupuestaria, cualquiera que sea el valor de x_1 .

Este tipo de problemas se puede resolver como se hace habitualmente: derivando con respecto de x_1 e igualando el resultado a cero. Con este procedimiento se obtiene una condición de primer orden de la siguiente forma:

$$\frac{\partial u(x_1, x_2(x_1))}{\partial x_1} + \frac{\partial u(x_1, x_2(x_1))}{\partial x_2} \frac{dx_2}{dx_1} = 0 \quad (1.1)$$

En este caso, el primer término es la consecuencia directa de que el incremento de x_1 aumenta la utilidad. El segundo término está formado por dos partes: la tasa del aumento de la utilidad provocado por el aumento de x_2 , $\frac{\partial u}{\partial x_2}$, multiplicada por $\frac{dx_2}{dx_1}$, que es el *coeficiente de sustitución* provocado por el aumento de x_1 para continuar satisfaciendo la ecuación presupuestaria. Para calcular esta última derivada podemos diferenciar:

$$\frac{dx_2}{dx_1} = -\frac{p_1}{p_2}$$

Introduciendo este resultado en (1.1), se tiene

$$\frac{\frac{\partial u(x_1^*, x_2^*)}{\partial x_1}}{\frac{\partial u(x_1^*, x_2^*)}{\partial x_2}} = \frac{p_1}{p_2}$$

que simplemente dice que la relación marginal de sustitución entre x_1 y x_2 debe ser igual a la relación de precios en la elección óptima (x_1^*, x_2^*) . Ésta es exactamente la condición derivada antes: la pendiente de la curva de indiferencia debe ser igual a la pendiente de la recta presupuestaria. Naturalmente, la elección óptima también debe satisfacer la

restricción presupuestaria $p_2x_1^* + p_2x_2^* = m$, que de nuevo nos da dos ecuaciones con dos incógnitas.

1.2.2. Método de Lagrange

Este método comienza definiendo una función auxiliar conocida como *lagrangiano*:

$$L = u(x_1, x_2) - \lambda(p_2x_1^* + p_2x_2^* - m)$$

La nueva variable λ se denomina *multiplicador de Lagrange*, ya que se multiplica por la restricción. El teorema de Lagrange dice que en una elección óptima (x_1^*, x_2^*) debe satisfacer las tres condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = \frac{\partial u(x_1^*, x_2^*)}{\partial x_1} - \lambda p_1 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = \frac{\partial u(x_1^*, x_2^*)}{\partial x_2} - \lambda p_2 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = p_2x_1^* + p_2x_2^* - m = 0$$

Estas tres ecuaciones tienen varias características interesantes. En primer lugar, obsérvese que son simplemente las derivadas del lagrangiano con respecto a x_1, x_2 , y λ igualadas a cero. La última derivada, con respecto a λ , no es más que la restricción presupuestaria. En segundo lugar, tenemos ahora tres ecuaciones con tres incógnitas, x_1, x_2 , y λ . Cabe esperar que podamos obtener x_1 y x_2 en función de p_1, p_2 y m .

Merece la pena señalar que si dividimos la primera condición por la segunda tenemos que

$$\frac{\frac{\partial u(x_1^*, x_2^*)}{\partial x_1}}{\frac{\partial u(x_1^*, x_2^*)}{\partial x_2}} = \frac{p_1}{p_2}$$

que significa que la RMS debe ser igual a la relación de precios. La restricción presupuestaria nos da la otra ecuación, por lo que volvemos a tener dos ecuaciones con dos incógnitas.

Ejemplo:

Funciones de demanda Cobb-Douglas

$$u(x_1, x_2) = x_1^c x_2^d$$

Dado que pueden tomarse transformaciones monótonas de las funciones de las funciones de utilidad, es conveniente partir de la forma logarítmica de la expresión anterior

$$\ln u(x_1, x_2) = c \ln x_1 + d \ln x_2$$

Para hallar las funciones de demanda de x_1 y x_2 en el caso de la función de utilidad Cobb-Douglas, el problema que se tiene que resolver es el siguiente:

$$\max_{x_1, x_2} c \ln x_1 + d \ln x_2$$

$$\text{tal que } p_1 x_1 + p_2 x_2 = m$$

Existen al menos tres formas de resolver este problema. Una de ellas consiste en escribir la condición RMS y la restricción presupuestaria. Utilizando la expresión de la RMS se tiene que:

$$\frac{c x_2}{d x_1} = \frac{p_1}{p_2}$$

$$p_1 x_1 + p_2 x_2 = m$$

Se trata de dos ecuaciones con dos incógnitas cuya resolución nos permitirá hallar la elección óptima de x_1 y x_2 . Una forma de resolverlas consiste en introducir la segunda en la primera:

$$\frac{c \left(\frac{m}{p_2} - x_1 \left(\frac{p_1}{p_2} \right) \right)}{d x_1} = \frac{p_1}{p_2}$$

De donde se obtiene

$$c(m - x_1 p_1) = d p_1 x_1$$

tras algunas manipulaciones, se obtiene

$$c m = c + d(p_1 x_1)$$

o sea,

$$x_1 = \frac{c}{c + d} \frac{m}{p_1}$$

Ésta es la función de demanda x_1 . Para averiguar la función de demanda de x_2 , se introduce este resultado en la restricción presupuestaria:

$$\begin{aligned} x_2 &= \frac{m}{p_2} - \frac{p_1}{p_2} \frac{c}{c+d} \frac{m}{p_1} \\ &= \frac{d}{c+d} \frac{m}{p_2} \end{aligned}$$

El segundo método consiste en introducir la restricción presupuestaria en el problema de maximización inicial. De esta manera, nuestro problema se convierte en

$$\max_{x_1} c \ln x_1 + d \ln \left(\frac{m}{p_2} - x_1 \frac{p_1}{p_2} \right)$$

La condición de primer orden de este problema es

$$\frac{p_2}{p_1} \frac{p_2}{m - p_1 x_1} \frac{p_2}{p_1} = 0$$

Resolviendo se tiene

$$x_1 = \frac{c}{c+d} \frac{m}{p_1}$$

Si se introduce este resultado en la restricción presupuestaria

$$x_2 = \frac{d}{c+d} \frac{m}{p_2}$$

Estas son las funciones de demanda de los bienes, que, felizmente, son las mismas que las que se derivaron antes con el otro método.

Ahora con el método de Lagrange. Sea el lagrangiano

$$L = c \ln x_1 + d \ln x_2 - \lambda(p_1 x_1 + p_2 x_2 - m)$$

y diferenciando esta expresión para obtener las tres condiciones de primer orden

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = \frac{c}{x_1} - \lambda p_1 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = \frac{d}{x_2} - \lambda p_2 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = p_1 x_1 + p_2 x_2 - m = 0$$

Ahora el problema es resolverlas. Un camino es despejar primero λ y después y . Por lo tanto, reordenando las dos primeras ecuaciones se tiene

$$c = \lambda p_1 x_1$$

$$d = \lambda p_2 x_2$$

Sumando estas dos ecuaciones,

$$c + d = \lambda(p_1 x_1 + p_2 x_2) = \lambda m$$

y se obtiene

$$\lambda = \frac{c + d}{m}$$

Introduciendo este resultado en las dos primeras ecuaciones y despejando y , se tiene que

$$x_1 = \frac{c}{c + d} \frac{m}{p_1}$$

$$x_2 = \frac{d}{c + d} \frac{m}{p_2}$$

que son resultados obtenidos previamente con otros métodos.

2. Las Externalidades

Se entiende por externalidad cualquier coste o beneficio que se impone involuntariamente a cualquier persona. Se produce una externalidad cuando el ámbito en el que se toman las decisiones es más pequeño que el ámbito en el que se producen los costes y beneficios de una actividad económica. De esta forma no se computan todos los costes y beneficios relevantes sino únicamente los que pertenecen en el ámbito de la decisión (privados), obviando los demás (externos). Por ejemplo, si el ámbito de decisión para un proyecto de una central térmica es el país, se tenderá a prescindir de los costes que la lluvia acida provoca en los bosques de otro país, porque son *costes externos*.

Existen varias formas de detectar la presencia de una externalidad o economía externa:

- 1°. Cuando las actividades de un agente económico, productor o consumidor, afectan a las posibilidades de actividad de otro agente económico y quien provoca este efecto no paga por ello (léase pago en el sentido más amplio). Así, el uso destructivo de recursos naturales como el aire, el agua o los bosques, afectan las posibilidades de utilización posterior de estos recursos, tanto para la producción como para el consumo, en particular para las generaciones futuras, y nadie paga por esta pérdida de riqueza.
- 2°. Cuando la función objetivo del agente económico depende de alguna variable controlada por otro agente económico. La utilidad o satisfacción de un consumidor A depende de variables controladas por el agente B, como podrían ser, el estado de las carreteras, la cantidad preservada de recursos naturales, la programación cultural o el volumen del televisor del vecino. En estos casos, se dice que B provoca una externalidad en A. El agente B puede ser contemporáneo de A o un antecesor lejano.
- 3°. Cuando existen interdependencias entre dos o más funciones objetivo. Con unos efectos económicos que el mercado no valora. Es decir, cuando el sistema de precios no recoge toda la información relevante sino solo una parte. Por ejemplo, el beneficio de la empresa A depende de su producción y también de la producción de la empresa B, en tanto que los beneficios de la empresa B están en función de su producción y la de A. Además de tener preferencias definidas sobre su propio consumo, un consumidor puede derivar utilidad del consumo o la utilidad de sus descendientes, con lo que éstos le provocan una externalidad.

4°. De forma más general, existe una externalidad cuando ocurre que el beneficio marginal social¹ (BMS) difiere del privado (BMP) al no tener en consideración el correspondiente beneficio externo (BME) y/o cuando el coste marginal social (CMS) es distinto del privado (CMP) al no incorporar el externo (CME). Se entiende aquí por social, el total:

$BMS = BMP + BME$	$CMS = CMP + CME$
-------------------	-------------------

Existe pues una externalidad cuando

$BMS \neq BMP$	y cuando	$CMS \neq CMP$
----------------	----------	----------------

Un ejemplo típico de BME sería el beneficio que supone para el conjunto de la sociedad un aumento en el consumo de cultura por parte de un individuo determinado, y un caso ya típico CME es la contaminación que producen los automóviles.

Es preciso tener presente que la división de costes y beneficios en privados y externos es exhaustiva: o el impacto es *privado* o es *externo*. Ahora bien, si el efecto es interno se tiene en consideración a todos los efectos, pero si el efecto es externo, pueden ocurrir dos cosas, o bien no se tiene en cuenta o, por el contrario, puede tomar la forma de restricción; en este último caso, el coste externo se convierte en un coste no compensable si el agente externo afectado tiene los derechos de propiedad definidos a su favor. Por ejemplo, sea un proyecto que proporciona unos beneficios de $B = 11$, comporta un coste privado de $CP = 2$ y un coste externo de $CE = 4$. El cálculo privado no tendrá en consideración el coste externo por lo que el beneficio privado BP será de $BP = 11 - 2 = 9$, cuando el beneficio social BS es menor, $BS = 11 - 2 - 4 = 5$ (el coste externo queda compensado con creces por el beneficio). Puede ocurrir que, por razones culturales, administrativas o políticas, el coste externo no sea compensable, en este caso

Sea el proyecto producir manzanas para consumo humano. Entonces, el beneficio marginal social (BMS) es el beneficio bruto que consigue la sociedad en conjunto al consumir una manzana más. El coste marginal social (CMS) se define como el coste en el que incurre la sociedad por la producción de la manzana adicional. El BMS es la medida monetaria de la utilidad que experimenta el consumidor al consumir una manzana adicional (BMP) menos el coste por reciclar el aumento en los desperdicios causado por la manzana en cuestión (CME). El CMS es el coste social por incrementar la producción en una manzana y comprende todos los costes de producción habituales, materias primas, mano de obra, energía, etc., (CMP) y el coste por el aumento en la contaminación del aire, el suelo o las aguas subterráneas (CME) que causa este aumento marginal en la producción.

el coste externo se convierte en una restricción (no se puede producir), el proyecto resulta inviable y el resultado es como si el coste externo fuera arbitrariamente alto (mayor que 9, en este caso).

2.1. Externalidades transferibles

Cuando las externalidades son transferibles *-shiftable-* el primer receptor de la externalidad puede dejar de soportar sus efectos transfiriéndola a otros. Son ejemplos típicos, el transporte de residuos lejos de la zona que los genera y el cambio de ruta del tráfico pesado. La forma más simple y directa de transferir una externalidad es transfiriendo la actividad que las provoca: la localización de fábricas altamente contaminantes en zonas de desarrollo constituye una aplicación muy extendida de las posibilidades de transferir una externalidad. La amistad, bajo condiciones ideales, sería un ejemplo de externalidad no transferible. Puede hablarse de externalidades localmente transferibles si la característica de ser transferible no es global sino que se limita a un ámbito menor, un ámbito local, si se prefiere esta expresión para referirse a un subconjunto. La transferencia de externalidades es automática en algunos casos especiales. Esto es precisamente lo que ocurre con buena parte de la contaminación que genera una ciudad. Por otra parte, el mercado inmobiliario recoge y, en buena medida, capitaliza los efectos externos generados por las actuaciones urbanas.

2.2. Externalidades inagotables

Si la cantidad de externalidad es la misma para todos los receptores y coincide con el total producido, se dice que la externalidad es inagotable (o, lo que sería equivalente, que tiene características de bien colectivo). La disminución de la capa de ozono como consecuencia de actividades de producción y consumo produce una externalidad en cada receptor que no depende de la cantidad de receptores, aunque todos disfruten de la misma cantidad de este impacto. Tienen esta característica los signos y los símbolos, y en general, todo lo relacionado con la cultura, desde un principio físico a una obra literaria. La externalidad será *localmente inagotable* si cumple con la definición pero solo dentro de la localidad, por ejemplo la modificación del microclima debida a la tala de un árbol en el jardín.

2.3. El problema del *libre acceso* y la solución de la *propiedad común*

Cuando existe libre acceso a un recurso, no se paga por el acceso y cualquiera puede emplearlo como le plazca: se trata de un bien escaso como si fuera un bien libre. El libre acceso es una importante fuente de externalidades que se traducen en ineficiencia asignativa. En efecto, si un recurso es de un solo propietario, éste puede decidir entre emplear una cantidad determinada hoy y guardar el resto para el futuro. Por el contrario, si es un recurso de libre acceso, la cantidad que no emplea un agente no sabe si la podrá utilizar mañana o bien ya la habrá tomado otro para sí, que es lo más probable. Bajo estas condiciones, no es lógico esperar que un individuo ahorre (renuncie a la extracción de parte del recurso hoy para disponer de él mañana); por lo tanto el comportamiento es equivalente al propio de un recurso perecedero o suponer una tasa de descuento intertemporal con un valor infinito. La consecuencia es clara, el ritmo de uso será superior -ineficiente por exceso- al caso de un único propietario. Esta forma de gestionar un recurso que parte de la falsa premisa de que *lo que no es de todos no es de nadie*, es ineficiente en extremo porque trata a un recurso escaso y valioso como si el uso de este recurso no comportara incurrir en ningún coste de oportunidad. Este comportamiento por parte de quién accede al recurso provoca una externalidad negativa hacia todos los que pretendan acceder a dicho recurso con posterioridad. En particular, y como caso especialmente grave, es preciso destacar que todas las generaciones presentes siguen la ineficiente regla del libre acceso en la medida que disfrutan de todos los derechos de propiedad sobre los recursos. En consecuencia las generaciones presentes provocan una externalidad negativa sobre todas las siguientes.

El problema es más grave cuando se planea en un contexto internacional -explotación de bancos pesqueros en aguas internacionales- no tanto por la dificultad de alcanzar acuerdos estables como, sobre todo, por la inexistencia de una autoridad supranacional con poder sancionador suficiente para garantizar el cumplimiento de eventuales convenios sobre reglas de actuación.

Puede presentarse el mismo problema del libre acceso pero en un marco más reducido, cuando el ámbito de un recurso no coincide con los derechos de propiedad de un sólo agente sobre este recurso (una cuenca fluvial) y no existe un sistema regulador de actuación. En esta situación, se trata de recursos de propiedad común incontrolados (unmanaged commons) y se usan como si no fueran de nadie (res nullia). Por ejemplo, hay varias parcelas de terreno y cada una pertenece a un propietario distinto; todos los

propietarios tienen acceso al petróleo de una misma bolsa y toman sus decisiones de forma individual, con lo que el ámbito de gestión de un agente -cada propietario- es demasiado pequeño. Debido a la interacción de las acciones y omisiones de los distintos agentes que toman sus decisiones atendiendo exclusivamente su interés individual, se producen serios problemas técnicos y asignativos.

En rigor, el problema no es de propiedad sino de gestión. La razón estriba en que no importa la cantidad de propietarios ni cómo esté definida la propiedad si, por la razón que sea, como en las sociedades por acciones, delegan las decisiones de gestión en un único agente o siguen unas reglas de gestión previamente consensuadas. De esta forma se obtienen recursos de propiedad común gestionados de común acuerdo (*managed common-property*) para los que se reconoce que pertenecen a la comunidad (*res communes*). En este caso, como los diversos agentes interesados en explotar un recurso se ponen de acuerdo sobre una regla de gestión

2.4. El problema de las externalidades y posibles soluciones

La presencia de externalidades es uno de los llamados *fracasos del mercado perfectamente competitivo*, y se dice que el mercado fracasa porque la asignación resultante no coincide con un óptimo en el sentido de Pareto. Si existen externalidades negativas (positivas) en la producción o consumo de un bien, la asignación de mercado de este bien será ineficiente por exceso (defecto) debido a que el mercado no tiene consideración todos los costes y beneficios: computa los internos y negligé los externos. Solucionar un problema de externalidades no significa por tanto eliminar la externalidad sino tenerla en cuenta en todo su valor, lograr la *internalización* de estos costes (beneficios) externos de forma que el cómputo de costes y beneficios sea completo.

Si se toman las preferencias de los individuos como un dato y no como una variable que puede manipularse, todas las soluciones imaginables para solventar el problema de las externalidades son variantes de una única solución: reasignar los derechos de propiedad (DDP). En ausencia de regulación de algún tipo, desde una perspectiva económica es como si la totalidad de los DDP, incluyendo los derechos de destrucción,²

² También disfrutan del derecho de negociación de estos DDP, aunque no se utilizará. Por una parte, como todo contaminador potencial tiene igual derecho, no tendría sentido que un aspirante a contaminador pagara por algo que puede obtener gratis, por otra parte la compra de DDP con el propósito

estuvieran asignados a los contaminadores. En efecto, cualquier contaminador potencial puede contaminar de hecho a través de actividades de producción o consumo sin necesidad de pagar por ello de ninguna forma, sin necesidad de pedir permiso ni rendir cuentas a nadie, es decir, como si poseyera efectivamente la totalidad de los DDP del recurso que está contaminando. Por lo tanto, si la causa del problema radica en la asignación de hecho de los DDP a los contaminadores, está claro que cualquier solución debería tener en cuenta una reasignación de los DDP: se requiere una reducción de la cantidad de DDP en poder de los contaminadores. No es ocioso añadir que al reasignar los DDP se está llevando a cabo una expropiación de algo valioso sin que, en general, se ofrezca nada a cambio, contra lo que es habitual en otros tipos de expropiaciones. Las formas básicas de redistribución o reasignación de los DDP son: a) ampliación del ámbito, b) impuesto a la Pigou, c) regulación administrativa, d) negociación de mercado, e) regulación cultural.

- a) Ampliación del ámbito. Como se define una externalidad como todos los impactos que quedan fuera del ámbito en el que se consideran los costes y beneficios, esta primera solución es trivial, basta con ampliar dicho ámbito para que la externalidad desaparezca. Por ejemplo, si la empresa A provoca una externalidad a la B, la fusión de ambas o un acuerdo entre ellas sería suficiente para internalizar la externalidad. Lo mismo ocurre para un país que entra a formar parte de la Unión Europea y debe someterse a la disciplina comunitaria que incluye la internalización de ciertas externalidades.
- b) La solución impositiva a la Pigou, consiste en un impuesto por unidad de producción o de consumo igual al valor del coste externo, evaluado éste en la cantidad óptima en el sentido de Pareto. Al tratarse de un impuesto por unidad, el coste marginal privado aumenta por exactamente el valor del impuesto, o sea por el valor del coste marginal externo (CME), con lo que se internaliza la externalidad. El resultado es de equilibrio puesto que el precio que paga el consumidor es igual a su valoración marginal privada (VMP) y el que recibe el productor coincide con su coste marginal privado (CMP). el impuesto es igual a la diferencia entre la VMP y el CMP en el óptimo, el CME. Constituye una reasignación de los DDP de los contaminadores al Estado. Quien desee contaminar puede hacerlo en la cantidad

de disminuir la contaminación es problemática porque sería necesario comprar los DDP de todos los posibles compradores.

deseada, pero siempre deberá pagar el precio-impuesto pigouviano por cada unidad empleada. De esta forma, los agentes internalizan todo el coste externo y, bajo condiciones ideales, las asignaciones resultantes coinciden con las óptimas. Conviene destacar que el impuesto pigouviano se determina como el valor de la externalidad medida en el punto óptimo, no en el punto en el que se encuentra sin el impuesto y, por lo tanto, el precio no coincide con la externalidad marginal que se genera sino con la que se producirá en el óptimo. Por otra parte, debido a la incidencia fiscal, el impuesto no lo paga íntegramente el productor de la externalidad sino que se reparte entre productores y consumidores en función de la elasticidad relativa entre la oferta y la demanda, pagando una proporción mayor el que tiene una función más rígida.

Otros impuestos como el que grava las ventas o el valor añadido, distorsionan los precios relativos de los bienes y provocan ineficiencia (sobregavamen). Por el contrario, el impuesto corrector de las externalidades mejora la eficiencia del sistema; por este motivo, si se aprovecha la capacidad recaudadora del impuesto pigouviano para reducir o eliminar un impuesto clásico se produce una doble ganancia que ha dado en llamarse *doble-dividendo*. Puede ocurrir que exista el riesgo de que una actividad determinada provoque una externalidad, aunque bajo condiciones ideales la externalidad no llegue a producirse³. En estos casos, cuando la externalidad no se producirá con certeza sino según una probabilidad determinada, en lugar de un impuesto cabe exigir determinadas garantías, que pueden tomar la forma de una fianza o depósito o de un seguro; en uno u otro caso, el productor internaliza el posible coste de la externalidad. Bajo condiciones ideales, la prima del seguro equivaldría al impuesto pigouviano.

El popular principio “quien contamina paga – polluter pays principle” no es más que un impuesto a la Pigou. Paradójicamente, el principio contrario, quién no contamina, paga, disfruta de buena prensa, se aplica con cierta frecuencia y se quiere justificar en términos de eficiencia. Por ejemplo, gracias al alto precio del peaje en la autopista, al que se le atribuyen las ventajas de un impuesto pigouviano, las externalidades resultantes (congestión, contaminación, accidentes, etc.) son bajas. Sin embargo, dicho peaje aumenta el tráfico en otras vías (efecto desviación) con el

³ El transporte marítimo de petróleo es un caso típico. Por regla general nada ocurre, pero existe el riesgo de que se produzca una catástrofe ecológica.

consiguiente aumento en las externalidades, y provoca que el total de viajes disminuya. El efecto agregado está claro, el bienestar se redistribuye de los que no pagan a los que pagan, en tanto que el bienestar total disminuye.⁴

Ejemplo de impuesto a la Pigou. Sea una industria con la siguiente estructura de costes:

$CMP = 10$, $CME = 0,4x$ lo que da lugar a $CMS = CMP + CME = 10 + 0,4x$. La función (inversa) de demanda es $p = 100 - 0,1x$. Óptimo privado: la regla de optimalidad privada es $p = CMP$, o sea $100 - 0,1x = 10$, obteniéndose $x^* = 900$ y $p^* = 10$. Óptimo social: la regla de optimalidad es $p = CMS$, es decir, $100 - 0,1x = 10 + 0,4x$. La cantidad óptima es $x^o = 180$, los precios para el consumidor y el productor son $P_c = 100 - 0,1(180) = 82$ y $p_p = 10$ y el impuesto óptimo es $t^o = CME_{x^o} = 0,4(180) = 72$.

c) Regulación administrativa

La solución mediante una regulación administrativa necesita también una reasignación de los DDP. Los DDP pasan al estado que concede permisos para contaminar a determinados agentes, en unas cantidades máximas prefijadas y bajo ciertas condiciones. El principal inconveniente de esta solución es la incapacidad de adaptación a cada caso individual, ya que las normas tienden a ser iguales para todos. Se llegaría al óptimo si todos los agentes fueran iguales y se empleará siempre una misma tecnología, en caso contrario pueden surgir paradojas con facilidad, como prohibir la actividad de la empresa más eficiente si ésta contamina más de lo que permite la norma.

La existencia de externalidades localmente inagotables, positivas y negativas, constituyen una de las bases de la planificación territorial. La reasignación de los DDP puede afectar a las posibilidades de localización. Como una forma de transferir una externalidad es transfiriendo la actividad que la provoca, se puede jugar con la localización de actividades económicas para minimizar los efectos de la externalidad.

⁴ A pesar de su ineficiencia, este tipo de prácticas son lucrativas. Supóngase un servicio de reparaciones que tarda una media de cinco días en atender una demanda. Con el mismo gasto, el servicio puede sacar provecho con la discriminación de clientes: a los que paguen una cantidad adicional se les garantiza atención en un máximo de 24 horas. Hacer honor a este compromiso, dado que el servicio no incrementa los recursos, comporta que la media de espera para los no abonados (la mayoría) sea ahora mucho mayor que antes. Un buen negocio, sin duda, pero con pérdida de bienestar social.

Si la localización no está regulada, los DDP están en poder de los contaminadores y nada impediría que se ubicara una granja de cerdos en el centro de la ciudad si ésta es la ubicación más conveniente para el promotor: en caso contrario pasan al Estado y éste concede permisos de instalación siguiendo sus preferencias que quedan reflejadas en un conjunto de normas. Para comprobar la importancia de la asignación de los DDP, considérese el caso de dos empresas, la K, que es una empresa grande y muy contaminante y la N una pequeña empresa que no contamina. La K prefiere ($>$) ubicar su actividad en la ciudad (C) que en un pueblo de montaña (M), mientras que la N prefiere instalarse en el pueblo (M), mientras que la N prefiere instalarse en el pueblo (M) que en la ciudad (C)

$$K: C > M \quad N: M > C$$

Por su parte, los municipios también tienen sus preferencias. El ayuntamiento de la ciudad (C) prefiere la empresa que no contamina (N) a la empresa grande (K), en tanto que el de pueblo de montaña (M) optaría por la empresa grande (K) para dinamizar la actividad económica en lugar de la que no contamina (N):

$$C: N > K \quad M: K > C$$

Con estos perfiles de preferencias, si las empresas deciden la ubicación libremente (disponen de los DDP o, por lo menos, de los derechos de decisión) el resultado – matching- será, K se ubica en C y N en M

$$K \rightarrow C \quad N \rightarrow M$$

Si la ubicación está regulada, la Administración dispone de los DDP y decide las posibilidades de localización de acuerdo con sus preferencias, el resultado será K ubicada en M y N en C:

$$K \rightarrow M \quad N \rightarrow C$$

justo el contrario que el obtenido antes. Este resultado muestra la importancia de asignar los DDP en una u otra forma y, en particular, la relevancia de disponer o no de los derechos de decisión.

La regulación administrativa toma múltiples formas y se aplica de forma global, específica o combinada. Por ejemplo, se determina la cantidad máxima de un tipo de emisión determinado para autorizar el uso de un vehículo cualquiera y se restringe la circulación de vehículos en una ciudad cuando la contaminación total sobrepasa un

valor determinado. En este caso, el límite no se determina en función de la cantidad total de contaminación producida, sino en la que resta, la que queda después de que el régimen de vientos haya transferido una parte a otras zonas. Aunque tal vez es la solución menos popular entre los economistas, resulta interesante en casos límite, cuando prohibir una actividad (encender fuego en el bosque) o declararla obligatoria (educación primaria) es una buena aproximación al óptimo, ya que los costes de administración son mínimos. También resulta adecuada esta solución para evitar la llamada por Kant *tiranía de las pequeñas decisiones*, que se traduce en un coste (beneficio) social alto formado a partir de multitud de decisiones individuales aunque cada una de ellas supone un coste (beneficio) insignificante. La acción voluntaria de cada agente depende crucialmente de si se trata de una acción individual aislada o bien se tiene la garantía de que todos los agentes actuarán de una misma forma –*paradoja del aislamiento*-. Para poner un ejemplo (que serviría también para la regulación cultural –ver d)-), un individuo respetará la norma de silencio de una biblioteca y actuará de una forma muy distinta en una taberna. Por lo mismo, una persona típica se esforzará para respetar un espacio impoluto, mientras su comportamiento en un lugar en el que perciba que no se notará la basura marginal será más relajado, por decirlo de algún modo. Para que la norma sea efectiva lo habitual es apoyarla en un sistema de sanciones. Es obvio que para que el sistema funcione es preciso que sea más conveniente cumplir la norma que exponerse a una penalización; pero, si se desea que el importe de la multa sea razonable, la probabilidad de detectar las infracciones ha de ser alta, lo que supone incurrir en altos costes de inspección y control.

- d) Negociación de mercado, esta solución, denominada también solución de Coase, se basa en la negociación libre entre dos tipos de agentes, los que incurren en un coste de oportunidad si no pueden aumentar la contaminación y aquellos que obtienen mayor utilidad cuanta menor sea la contaminación. En ausencia de costes de transacción⁵ se alcanza el óptimo a través de la acción de mercado con independencia de quién tenga los DDP, los contaminadores o las víctimas de la contaminación, y tanto la cantidad como los precios en este mercado coinciden con

⁵ Los costes de transacción son los de información, negociación y los necesarios para garantizar el cumplimiento de los acuerdos alcanzados.

el resultado de aplicar una solución *pigouviana*. Además de competencia perfecta, se supone implícitamente que no existe efecto riqueza, es decir, que la valoración marginal social de la contaminación no depende en absoluto de si las víctimas de la contaminación tienen todos los DDP y están actuando como oferentes, o ninguno, o bien se trata de una situación intermedia. Sea como sea, es evidente que el resultado de la negociación libre en términos distributivos será muy distinto en función de cómo se hayan reasignado los DDP.

El procedimiento habitual consiste en pasar los DDP al Estado,⁶ éste concede una parte de los DDP a determinados agentes en función de criterios preestablecidos o por medio de una subasta, por ejemplo. A continuación se organiza un mercado de DDP. La negociación establece que entre aquellos agentes que, dado el precio de mercado de los DDP, han recibido DDP en exceso (oferta) y los que desearían disponer de una mayor cantidad de derechos (demanda). La oferta se forma con los que preferirían vender porque el beneficio marginal que conseguirían contaminando es menor que el precio y aquellos consumidores cuya valoración marginal de la contaminación es asimismo menor que el precio al que podrían vender sus derechos. La demanda estará compuesta por los que están incurriendo en un coste de oportunidad por no poder contaminar más (el beneficio marginal de contaminar es mayor que el precio) y por aquellos que desean adquirir DDP para que la contaminación total sea menor (la utilidad marginal que obtendrían con una reducción en la contaminación es mayor que el precio). Bajo condiciones ideales, los precios resultantes y las condiciones para alcanzar un óptimo coinciden con la solución *pigouviana*. Dado que tanto la oferta como la demanda en este peculiar mercado depende de la renta y la riqueza, si inicialmente la distribución del bienestar no es adecuada, la acción del mercado puede dar lugar a drásticas redistribuciones perversas.

En la práctica, existen fuertes costes de transacción, que suelen ser asimétricos: por regla general, son muy distintos cuando recaen en el contaminador o sobre la víctima. En este caso, la equivalencia con la solución a la Pigou desaparece: si los contaminadores tienen los DDP, la cantidad de contaminación será ineficiente por exceso y, si los DDP están en manos de las víctimas, la contaminación será menor

⁶ Este primer paso es ineludible y es una solución administrativa. Por lo tanto, la denominada *solución de mercado*, es en realidad, una solución mixta, administrativa y de mercado.

que la cantidad óptima. Por otra parte, en presencia de costes de transacción y al margen de cómo se distribuyan entre los diversos agentes, el precio de mercado resultante ya no será igual impuesto pigouviano. En el límite, los costes de transacción serán prohibitivos, como cuando se trata de repartir los carriles de circulación de una vía urbana entre vehículos particulares y de servicio público. La presencia de costes de transacción provoca un sesgo en la valoración de la externalidad en el mercado, que quedara infra o sobrevalorada en función de cómo se repartan los costes de transacción entre oferentes y demandantes y de la estructura inicial de los DDP. Ignorar el *efecto riqueza* (la demanda de un bien normal aumenta con la riqueza) de disponer o no de los DDP es todavía más restrictivo porque se trata de una variación considerable de la riqueza. Cuando las víctimas disponen de los DDP tienen una riqueza mucho mayor y, por lo tanto, su demanda (valoración) será más alta, lo que se traduce en el mercado en una cantidad de contaminación menor y un precio de mercado más alto que si los DDP fueran propiedad de los contaminadores.

Aunque parece que es una solución muy útil para regular las externalidades en un país (desarrollado) determinado, las consecuencias de aplicar un procedimiento semejante entre dos países (o dos regiones de un mismo país) pueden ser funestas, cuando la diferencia de riqueza en sentido lato entre oferentes y demandantes es grande. De hecho, abundan ya los ejemplos de exportación de residuos de los países ricos a los más pobres a precios irrisorios y con muy graves consecuencias para el conjunto. Como este tipo de transacciones entre países es en realidad, un acuerdo entre gobiernos, el supuesto de competencia perfecta no es apropiado en absoluto y, además, cabe la posibilidad de llegar a contratos comerciales por razones meramente políticas. En consecuencia no es de esperar que la asignación de los DDP sea eficiente. No hace falta añadir que si el mercado no es perfecto, no sólo la asignación será ineficiente sino que los precios serán más altos que los óptimos, con independencia de cómo se repartan los DDP.

Existe una interesante variante de esta solución. Una vez el Estado tiene en sus manos la totalidad de los DDP de un recurso determinado, en casos extremos cabe la posibilidad de que no ceda cantidad alguna para ser negociada en el mercado. El ejemplo típico sería la compra de tierra, bien para explotarla el Estado, directamente

o delegando la gestión, bien para preservarla de cualquier actividad.⁷ Esta solución es menos cara de lo que parece, ya que se ahorran casi todos los costes de vigilancia y control de externalidades que, por regla general, son altos cuando se opta por cualquiera de las demás alternativas.

- e) La regulación cultural, a diferencia de las soluciones anteriores, permite solucionar sólo algunos tipos de externalidades, las que de alguna forma dependen de agentes individuales, los consumidores típicamente. La reasignación de DDP se realiza a favor de la sociedad en conjunto, y aunque tal redistribución es más bien abstracta resulta efectiva. Se concreta en sanciones sociales para aquellos que incumplen unas normas sociales (no respetan los DDP) y, por lo general, se transmiten oralmente. Los ciudadanos cumplen estas normas, aunque ello vaya en contra de sus preferencias, para no incurrir en la desaprobación social, y en algunos casos, sirve para disciplinar las acciones gubernamentales sobre todo en los países con un sistema democrático maduro. La principal ventaja de este tipo de solución es su relativamente bajo coste y su estabilidad en el tiempo. Eventualmente, puede ser efectiva reprimir y regular determinados comportamientos no deseados de las empresas, tanto más cuanto más dependan los beneficios empresariales de la imagen que transmiten a los consumidores. Para otros tipos de empresas la regulación cultural es ineficaz: tal vez solo cambien la estrategia publicitaria y su plan de imagen. La solución civilizada para los recursos de propiedad común – ya examinada antes- es una interesante variante de regulación cultural.

2.4.1. Límites de las soluciones clásicas: las externalidades intra e intergeneracionales

El tratamiento ortodoxo del problema de las externalidades parece adecuado para resolver los conflictos que surgen entre miembros de las generaciones presentes (GP). Bajo condiciones ideales, cualquier solución clásica – imposición a la Pigou, regulación administrativa, regulación cultural y solución a través de la negociación de derechos de propiedad (DDP) en el mercado (Coase) – es capaz de reconducir el comportamiento de

⁷ Esta medida de protección ambiental se practica ampliamente en el Reino Unido desde hace casi un siglo para la preservación de especies y paisajes, con excelentes resultados. En algunos países, el que la propiedad recayera en manos de las fuerzas armadas ha sido decisiva para la preservación de determinados parajes; por lo visto, la actividad militar ha sido menos nociva que la del mercado.

los agentes individuales y llevar a la economía a un óptimo paretiano. La primera limitación a tener en cuenta antes de tratar de poner en funcionamiento una solución determinada, es la que se deriva de la estructura administrativa de que se puede disponer. Salvo en aquellos países que disponen de una poderosa y bien engrasada maquinaria administrativa, capaz de detectar cualquier desviación negativa y remediarla de inmediato, buena parte de las soluciones clásicas no podrán aplicarse en la forma y la intensidad debidas. Las limitaciones inherentes a cada tipo de solución pigouviana, por ejemplo, en la medida que necesariamente afecta a los precios de mercado, tropieza con la dificultad de operar de forma competitiva en los mercados internacionales, ya que, aquellos países que no internalicen las externalidades pueden ofrecer el mismo producto a un precio muy inferior (dumping verde). Por lo tanto, toda solución que afecte a los precios de mercado es más aplicable en mercados locales que en los mercados globales.

Como ya se ha visto, hay varias formas de detectar una externalidad, una de ellas consiste en averiguar si la acción de un agente económico modifica las posibilidades de acción de otro agente. Como es obvio, las acciones de las generaciones presentes (GP) afectan las posibilidades de acción de las generaciones futuras. Se presenta también una forma típica de externalidad en la medida que las GP tienen preferencias definidas sobre el consumo o el bienestar de las GF. Existen pues externalidades entre GP y GF que es preciso internalizar tanto si se persigue una mejora distributiva como si sólo se pretende aumentar la eficiencia. Por otra parte, es preciso recordar que cualquier solución imaginable requiere llevar a cabo una expropiación de los DDP ya que, en ausencia de regulación, éstos pertenecen íntegramente a los productores de externalidades. En el caso de externalidades que recaerán sobre las GF, si se pretende internalizar estos efectos externos, parte de los DDP deberán pasar de las GP a las GF. Las limitaciones de las soluciones clásicas son muy graves en el contexto intergeneracional. Por ejemplo, en la solución pigouviana, es necesario determinar el valor del coste marginal externo, lo que es relativamente fácil cuando se trata de una externalidad no duradera, como el ruido, porque basta con averiguar la valoración de las GP. Por el contrario cuando la externalidad tiene efectos duraderos, como ocurre cuando se generan residuos nucleares, se pierde terreno, desaparece una especie o se van vertiendo contaminantes en el mar de forma continuada, el cálculo de este coste es distinto si se parte de la perspectiva de las GP o bien se tiene en cuenta a las GF. La aplicación de una solución a la Coase tropieza con mayores obstáculos: como las GF no pueden actuar de ninguna forma en el mercado

de DDP ya que todavía no existen, y en tanto que no dispongan de un representante que pueda negociar en su nombre en pie de igualdad con los demás agentes, esta solución es inaplicable. Si se aplica una regulación administrativa mediante normas para internalizar las externalidades, dado que las GF no disponen de nadie que les represente ante quienes diseñan las normas y las aplican, no es razonable esperar que la normativa contemple los intereses de las GF en una forma apropiada. Si un miembro de las GP ve lesionados sus intereses en alguna forma, pueden recurrir al sistema administrativo y judicial para defender sus derechos, pero esta posibilidad no está al alcance de las GF, por que los eventuales perjuicios que reciban quedarán impunes, a menos que dispongan de un representante reconocido legalmente que pueda reclamar en su nombre.

En resumen, como cualquier solución pasa por la reasignación de los DDP y, como las GF no disponen de un sistema que les permita defender de sus DDP, puede afirmarse que no existe en la actualidad ningún mecanismo para internalizar las externalidades que afectaran a las GF. Como condición necesaria para esta internalización, es necesario disponer de un sistema institucional que permita que las GF detenten una parte de los DDP y puedan gestionarlos y negociarlos sin más limitaciones que las que regulan el comportamiento de las GP. Estas nuevas instituciones deberán diseñarse para que participen activamente en representación de las GF en tres campos básicos, la administración pública, el sistema político y el mercado.

2.5. Los Bienes Colectivos

La noción económica de *bien colectivo* –Samuelson (1954)– se opone a la de bien privado por sus características en el consumo, sin relación alguna con el tipo de propiedad del bien sea *colectivo*, no importa que la propiedad sea privada, pública o mixta.

En un *bien privado*, como las manzanas o los pañuelos de papel, existe rivalidad en el consumo por cuanto si se consume una unidad, el total disponible para el consumo disminuye en esta unidad. Por el contrario, si se trata de un bien que tiene características de colectivo, como el clima de la tierra o, en un ámbito más reducido, un paisaje, un concierto, todos los consumidores consumen lo mismo: toda la cantidad disponible (la cantidad disponible no se reparte y, por esto mismo, no existe rivalidad). No es necesario decir que el medio ambiente y los recursos naturales tienen marcadas

características de bien colectivo. Extendiendo la definición al ámbito intergeneracional, resulta que un bien colectivo puro es sostenible en sentido estricto, porque el consumo de una generación no limitaría en modo alguno el consumo de las siguientes.

La condición marginal de optimalidad en un bien privado es la conocida regla de la *relación marginal de sustitución igual al coste marginal*, $RMS=C'$. La agregación de la demanda es a partir de las demandas directas individuales y si el suministro es a través del mercado, entonces el precio de equilibrio p^* cumple: valoración marginal igual a coste marginal igual al precio, $V'=C'=p^*$. El precio p^* es el precio relevante para el productor (P_p) y para cada uno de los n consumidores, $p^*=P_p=P_i$, $i=1,\dots,n$. La producción total, Y^* es igual al consumo total X^* formado por la suma de las cantidades consumidas por cada uno de los n consumidores, $Y^*=X^*=\sum x_i$, por lo que la condición marginal de optimalidad es ahora suma de las relaciones marginales de sustitución igual a coste marginal, $\sum RMS=C'$. El precio para el productor es $p_p=C'$ y se reparte de alguna forma entre los consumidores, $p_p=\sum p_i$.

Ejemplo de asignación óptima de bienes colectivos. Sean dos consumidores A y B cuyas demandas (inversas) de bien colectivo Y son $P^A=100-2Y$ y $P^B=200-4Y$. La demanda agregada $P(Y)=P^A+P^B=300-6Y$. El coste total de producción del bien colectivo Y es de $(C)=120Y$. La cantidad óptima se calcula como siempre, con $P=C'$, y como $C'=120$ resulta $120=300-6Y$, de donde $Y^*=30$, lo que estarían dispuestos a pagar como máximo A y B es $P^A=100-2(30)=40$, $P^B=200-4(30)=80$ y $P^A+P^B=120$.

En un bien colectivo puro, como la capa de ozono, el consumo es obligatorio, el coste de acceso es nulo y no existe posibilidad de exclusión de ningún consumidor. Por esta causa surgen serios inconvenientes no sólo en la provisión de este tipo de bienes, sino también cuando únicamente se pretende conocer cuál es la valoración del bien por parte de un individuo. En efecto, dado que nadie puede ser excluido del consumo aunque no se haya contribuido en absoluto a la financiación del bien, no existen incentivos para revelar las verdaderas preferencias ni, con mayor motivo, para contribuir a la financiación del bien en cuestión.

Bajo los sistemas habituales de financiación ex post, el sector privado no podrá producir bienes colectivos puros y mediante otros sistemas, por suscripción, por

ejemplo, el resultado será ineficiente por defecto.⁸ Si lo suministra el sector público, el consumidor tenderá a subvalorar el bien con objeto de eludir el pago de los impuestos o precios públicos necesarios para financiar el bien colectivo, o bien tenderá a sobrevalorarlo si piensa que su respuesta no afectará a su contribución fiscal. Este comportamiento, tipificado como propio del polizón —o *free-rider*— se deriva del hecho que en un bien colectivo puro todos consumirán el total disponible, con independencia de que su contribución a la financiación del bien haya sido alta, baja o inexistente.

Suponga que existen cien consumidores con las mismas preferencias, cada uno de ellos con una renta de diez euros y que, en el óptimo, cada consumidor debería dedicar la mitad de su renta a bienes privados y la otra mitad a financiar la provisión de un bien colectivo. En esta situación ideal cada consumidor compraría bienes privados por valor de cada consumidor compraría bienes privados por valor de cinco euros y recibiría una cantidad de bien colectivo por valor de $5 \cdot 100 = 500$ euros, ya que todos consumen toda la cantidad producida de bien colectivo. Supóngase ahora que existe un consumidor que tiene la oportunidad de contribuir a la provisión de bien colectivo con tan sólo un euro. En este caso, consumirá bienes privados por valor de nueve euros, el ochenta por ciento más de bien privado que en la situación ideal, mientras que su consumo de bienes colectivos será casi la misma que en el óptimo, ahora consumirá bien colectivo por valor de cuatrocientos noventa y seis euros. Incrementar el consumo de bienes privados en un ochenta por ciento a costa de renunciar a un 0,8% de bien colectivo puede resultar una alternativa irresistible para el consumidor, con lo que el comportamiento propio del polizón no será una rara excepción sino mas bien la norma para el común de los mortales. En resumen, para el moderado polizón del ejemplo, las alternativas son o bien comportarse correctamente, con lo que se alcanza un óptimo, o bien actuar de forma estratégica como polizón y elegirá ésta última opción con una alta probabilidad. El resultado con un solo polizón, en comparación con el óptimo se presenta a continuación.

Existe un solo polizón (comparación con el óptimo)

Consumo	En el óptimo	El polizón	modificación	Los demás	modificación
---------	--------------	------------	--------------	-----------	--------------

⁸ Un concierto, en la medida que tiene características de bien colectivo, está sometido al problema del polizón. Una forma de paliar el problema financiero que esto supone es a la manera de Mozart: recaudaba fondos para organizar conciertos y decidía la cantidad de músicos en función del resultado de la recaudación.

Bien privado	5	9	+80%	5	+0%
Bien colectivo	500	496	-0,8%	496	-0,8%

Si la actuación como polizón está al alcance de cualquiera, y ésta es tal vez la hipótesis más verosímil, entonces el resultado para cada consumidor, en comparación con el óptimo es:

Consumo	En el óptimo	Los polizón	modificación
Bien privado	5	9	+80%
Bien colectivo	500	100	-0,8%

Como muestra la tabla anterior, el resultado cuando todos los individuos siguen el comportamiento propio del polizón queda lejos del óptimo y, por lo tanto, el coste en bienestar de tal comportamiento, que es racional desde la perspectiva individual, es alto para todos y cada uno.

Supóngase ahora que todos actúan como polizones menos uno, que sigue un comportamiento altruista. La existencia de un solo altruista entre cien consumidores apenas se nota en la provisión de bien colectivo, que aumenta el 4% y, sin embargo, la disminución de consumo de bien privado es alta para el altruista, el 44%. La mejora debida a la presencia de un altruista entre 100, es pues pequeña, tanto si se compara con el resultado óptimo como en la situación en la que todos se comportan como polizones, que aquí se toma como referencia:

todos son polizones menos uno, el altruista (comparación con “todos son polizones”)

Consumo	Todos polizones	El altruista	modificación	Los polizones	modificación
Bien privado	9	5	-44,4%	9	+0,0%
Bien colectivo	100	104	+4,0%	104	+4,0%

Suponga ahora que la utilidad derivada del consumo es igual al producto de la cantidad consumida de bien privado por la de bien colectivo. Entonces las alternativas anteriores para un individuo cualquiera pueden resumirse en la siguiente tabla o matriz de pagos en términos de utilidad:

Matriz de pagos en útiles

	Todos los demás son polizones	Todos los demás cooperan
Bien privado	9	5
Bien colectivo	100	104

Tanto si los demás son polizones como si cooperan, el pago más alto para el individuo es el que se corresponde con la estrategia del polizón (estrategia dominante), por lo que es de esperar que sea éste el resultado en la práctica. Bajo determinadas circunstancias, el problema del polizón puede ser paliado mediante el uso de mecanismos de revelación de demanda, en otro caso, el suministro de bienes colectivos como, por ejemplo, aire limpio o diversidad genética será (muy) inferior al óptimo.

2.5.1. Bienes colectivos locales

Los bienes que tienen la característica de colectivo, pero sólo dentro de un ámbito determinado, se denominan bienes colectivos locales. Estos bienes se comportan como colectivos puros dentro de su ámbito y como privados puros entre ámbitos distintos, como ocurre con el servicio que proporciona el reloj del campanario de la plaza del pueblo. Un auditorio, un autobús, un parque, una autopista o una conferencia, son ejemplos de bienes colectivos locales que tienen además una característica importante: están sujetos a congestión. Esto significa que el coste de producción del bien colectivo local sujeto a congestión aumenta al aumentar el número de consumidores. Esto es, cuando el autobús está repleto, sería necesario fletar otro para satisfacer a un usuario adicional y, por lo mismo, como una autopista congestionada ya no es una autopista, porque no es capaz de mantener la comodidad, velocidad y seguridad que caracteriza a una autopista, para mantener la calidad es necesario producir un carril adicional. No hace falta añadir que la mayoría de bienes colectivos no son puros sino locales. Los periódicos y los libros por ejemplo, tienen la característica de bien colectivo local en mayor o menor medida, como se observa en el siguiente ejemplo.

Anastasia (A), Bartolín (B) y Carmela (C) forman un grupo de estudiantes que conviven en un apartamento y comparten, sin exagerar, todo lo que puede ser de uso común. A todos ellos les gusta leer si bien sus preferencias sobre los géneros –rosa (R),

negro (N) y filatelia (F)– difieren, como se muestra en la matriz de valoraciones o beneficios netos:

Beneficio	R	N	F	Suma
A	3	2	2	7
B	5	6	3	14
C	2	1	3	6
Suma	10	9	8	27

Por cortesía de la universidad, cada estudiante tiene derecho a recibir gratis un libro del tipo que elija. Si cada uno de ellos toma la decisión con independencia de las preferencias de los demás, entonces todos pedirán un libro de distinto tipo: $\{(A, R), (B, N), (C, F)\}$, ya que ésta elección aparece como la mejor desde una perspectiva individual. Como todos leen los libros de todos, el beneficio que obtienen con esta opción es de: $A=7$, $B=14$ y $C=6$, con un beneficio total de 27. Pero esta asignación se puede mejorar con facilidad si se tiene en cuenta que los libros no son bienes privados puros sino que, en alguna medida, no hay rivalidad en el consumo: con tres novelas rosa (R) se consigue un beneficio total de 30, con la particularidad de que nadie pierde, el beneficio de A sería mayor (gana 2 más), B también gana (uno más) y C consigue lo mismo que antes.

La regla marginal de optimalidad para los bienes colectivos locales, dentro de la localidad, es la misma que para los colectivos puros, *suma de las relaciones marginales de sustitución dentro de la localidad igual al coste marginal* y entre localidades es la misma para los bienes privados puros. En los bienes colectivos locales existen dos variables de decisión; por una parte es necesario determinar el tamaño óptimo de la localidad –la cantidad N^* de socios del *club*– con el propósito de minimizar el coste medio. N^* se halla igualando el coste medio con el coste marginal. También es necesario calcular la cantidad a suministrar. Como dentro de cada localidad j el bien se comporta como colectivo puro, la demanda en j se halla mediante la agregación de las de las valoraciones marginales de las N^* personas de j , es decir agregando las N^* demandas inversas individuales $P_{jn}(\cdot)$, $n=1, \dots, N^*$ dentro de j . La función de demanda

final $X(.) = C'$. El precio P_p^* es el mismo para cualquier localidad y, dado este precio, el total producido Y^* se reparte entre las localidades.

Ejemplo de la asignación óptima de bienes colectivos locales. Sean $j=I, II$ localidades y $n=A, B$ consumidores idénticos en cada localidad. Las demandas individuales (inversas) de bien colectivo local Y son $P^A=100-2Y$ y $P^B=200-4Y$. La demanda en j es $P_j(Y_j) = P^A + P^B$ es $P_j(Y_j) = 300-6Y$. Invertiendo $P_j(Y_j)$ resulta $Y_j(P_j) = 50 - P/3$, de donde $P_j(Y_j) = 300 - 3Y$. Sea $C'(Y) = Y$ el coste marginal de producción. Con $P(Y) = C'(Y)$ resultan $Y^* = 75$ y $P^* = 75$. Dado P^* , en cada localidad se consumirá $X = 75/2$, cantidad que coincide con el consumo individual X_{jn} .

2.5.2. La revelación de demanda en bienes colectivos

2.5.3. Bienes hipercolectivos

Si un bien es colectivo, la incorporación de un consumidor efectivo adicional no afecta el consumo que puedan realizar los demás consumidores. Aquí se propone denominar *bienes hipercolectivos*, cuando ocurre que el consumo que puede realizarse de dichos bienes aumenta al aumentar el número de consumidores. La utilidad que se obtiene del consumo que se realiza en las discotecas depende de la cantidad de consumidores. Lo mismo ocurre en determinado tipo de asociaciones, sindicatos o partidos políticos –los denominados *bienes relación* en Uhlener (1989)– porque la utilidad de cada miembro aumenta con el número total de éstos (aunque puedan estar sujetos a congestión).

Lo que puede denominarse *externalidad de red*, constituye un ejemplo de este tipo de bienes: la utilidad de pertenecer a un club para el intercambio de información aumenta con el número de usuarios y, como es natural, disponer de teléfono es más útil si casi todo el mundo está conectado que si la proporción de usuarios es baja.

2.5.4. Bienes subprivados

En un bien privado una unidad consumida disminuye en exactamente esta unidad el total disponible para el consumo posterior. Los bienes subprivados son aquellos bienes que cuando se consume una unidad el consumo disponible disminuye en más de una unidad (Pasqual, 1990), el ejemplo típico lo constituye el uso de subsuelo urbano con

redes de servicios público, dado que el espacio efectivamente ocupado es mucho menor que el espacio total inutilizado. Asimismo, en función de la técnica de pesca empleada, por cada tonelada de pescado útil para consumo humano se pueden perder más de quince de vida marina. Para consumir efectivamente una unidad es necesario producir K unidades ($K > 1$) del bien subprivado. En resumen, la eficiencia en el consumo (K) puede medirse observando cómo disminuye la cantidad disponible para el consumo como consecuencia del consumo de una unidad de bien:

$$K = - \Delta \text{ cantidad disponible} / \Delta \text{ unidad consumida}$$

La condición marginal de optimalidad en el consumo de un bien subprivado es *relación marginal de sustitución igual a K veces el coste marginal* ($RMS = KC'$, $K > 1$, que también puede escribirse $RMS/K = C'$). Las demandas se agregan a partir de las demandas directas individuales, como en los bienes privados puros. La cantidad a producir es K veces la cantidad que hay que consumir efectivamente en el óptimo.

Ejemplo de asignación. Sean dos consumidores A y B cuyas demandas (directas) del bien subprivado X son $X^A = X^B = 100 - 2p$ y $C'(X) = 2$ el coste marginal de la producción. La demanda agregada $X(p) = X^A + X^B = 200 - 4p$, de donde $p(X) = 50 - X/4$. La cantidad a producir es X^* tal que $50 - X^*/4 = 2$, de donde $X^* = 192$. Si $K = 2$, entonces por cada dos unidades producidas se puede consumir una, lo que reduce el total a consumir a $x^* = X/K = 96$. Como existe rivalidad en el consumo la cantidad a consumir se reparte entre ambos consumidores, como ambos son idénticos, consumirán igual y resulta $x^* = 48$, $j = A, B$.

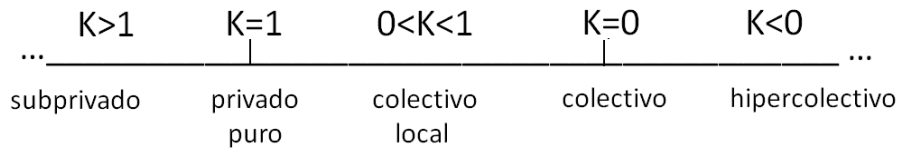
Los bienes pueden caracterizarse según el grado de su característica privado/colectivo, mediante el factor K de eficiencia en el consumo según la fórmula:

disminución en la cantidad disponible = K – cantidad consumida
--

Los valores de K para cada tipo de bien son:

Tipo de bien	Valor de K
Hipercolectivo	$K < 0$
Colectivo puro	$K = 0$
Colectivo local	$0 < K < 1$

Privado puro	$K=1$
Subprivado	$K>1$



Un indicador de este factor K puede ser estimado mediante métodos econométricos, Busom encuentra una medida de la apropiabilidad, o posibilidades de privatización, de los resultados obtenidos por las empresas en I+D (Busom, 1991).

2.5.5. Bienes duraderos y bienes autorreproducibles

Un bien es duradero si no se agota en un solo acto de consumo, cuando permite un uso continuado durante un cierto tiempo y la realización de varios actos de consumo, antes de que exista una pérdida apreciable de sus características básicas. La característica de bien duradero es compatible con cualquiera de sus grados, con la de privado (caso de las corbatas y los mecheros, por ejemplo) y con la de colectivo (como la fuerza de gravedad, la lengua castellana y el teorema de la función inversa). Por oposición a los bienes duraderos, los no duraderos son aquellos bienes cuyo consumo conlleva la destrucción inmediata del bien como tal, como los cacahuetes por ejemplo. Es importante distinguir aquí los reciclables de los que no lo son. Así, una lata de cerveza se puede reciclar, esto es, se puede recuperar el metal incurriendo en un coste determinado. Por el contrario, el uso de petróleo como combustible lo destruye totalmente a efectos económicos, sin que exista la posibilidad de reciclarlo.

Un caso de bien duradero especialmente interesante es el de todos aquellos bienes cuya duración es de dos o más generaciones y, en particular, los de duración ilimitada. Para este tipo de bienes se propone la denominación de *bienes hiperduraderos*. El conjunto de bienes que forman una cultura y los bienes naturales *autorreproducibles* constituyen casos típicos, no solo de bienes colectivos sino también de bienes hiperduraderos, dado que sus beneficios pueden extenderse a una cantidad ilimitada de generaciones.

Un bien es *autorreproducible* (o renovable), en sentido estricto, cuando es posible disponer de una cantidad mínima del recurso durante un tiempo ilimitado, sin necesidad de intervención humana ya que la regulación de las entradas y salidas es automática. El agua de un acuífero, los recursos pesqueros, los bosques, la población de cigüeñas, son ejemplos de bienes autorreproducibles. Como es natural, la característica autorreproducible no conlleva la de indestructible: es fácil sobreexplotar un bosque o un acuífero durante un corto lapso de tiempo o aniquilar las cigüeñas, destruyendo estos flujos de riqueza para siempre. Dentro de esta categoría se distinguen los *bienes biológicos* de los no biológicos. Al consumir bienes biológicos por debajo de la tasa de reproducción, el total disponible en el futuro no disminuye ya que la masa se recupera rápida y automáticamente. La sobreexplotación de este tipo de recursos comporta la disminución de la cantidad disponible en el futuro y, en casos extremos, el colapso del recurso como tal. Los no biológicos, también denominados *bienes ambientales*, como el aire, la capa de ozono, los océanos, no se reproducen y tienen una capacidad limitada de autorregeneración. Respetando el límite de autorregeneración se pueden emplear de forma indefinida como si se tratara de *bienes libres* (el coste de oportunidad por su uso es nulo), mientras que el resultado de sobreexplotarlos es la progresiva pérdida de calidad. En sentido amplio, la característica *autorreproducible* le corresponde a cualquier proyecto que es capaz de generar más recursos de los que se requieren para proseguir con la actividad, al mismo nivel de producción y de forma indefinida.

2.5.6. Bienes transformables

Los bienes transformables son aquellos bienes a los que resulta posible cambiar o modificar su característica de subprivado, privado, colectivo, Hipercolectivo, hiperduradero, duradero o no duradero. Así, un espacio de aparcamiento es privado pero puede ser utilizado como subprivado: basta con situar el automóvil en el centro de dos espacios de aparcamiento consecutivos ($K=2$, porque se usa una plaza en tanto que el total disponible disminuye en dos). Una obra de arte se puede consumir como bien colectivo, si la puede contemplar cualquier consumidor, como bien privado si únicamente la puede consumir su propietario, o como subprivado si permanece olvidada en los sótanos de un museo o alguien la destruye. El grado de transformación se refleja en la modificación del factor K de eficiencia en el consumo. Por lo que respecta a la duración de los bienes, esta característica también transformable, en general. Tan

posible es asegurar la supervivencia de una especie que sin la intervención humana desaparecería, como destruir sin remedio un bien autorreproducible. Existen multitud de posibilidades intermedias, se puede modificar la duración de un bien en uno o más periodos. La duración de los bienes es una variable de control para la maximización de los beneficios privados del productor, la duración elegida es sistemáticamente menos que la óptima⁹ (obsolescencia programada) y conlleva importantes costes externos por la proliferación desmesurada de productos de desecho.

La capacidad para transformar la característica de un bien comporta fuertes riesgos y también buenas posibilidades de política ambiental. Uno de los principales problemas de los recursos naturales y del medio ambiente radica en su principal virtud, su característica de bien colectivo, por cuanto cualquier consumidor puede usarlo de forma que resulte privatizado (se reduzca el consumo a un solo individuo). De la misma forma, un bien hiperduradero (como el flujo de agua potable que se puede extraer de un acuífero durante un tiempo limitado) se convierte en no duradero si se consume de forma destructiva, es decir, se sobreexplota el acuífero, convirtiendo el flujo en un stock que se usa una sola vez. También son transformables algunas externalidades, lo que aumenta las posibilidades de regulación a la vez que complica el proceso de internalizar estos costes. En algunos casos, es posible reducir el coste de la externalidad mediante transformaciones simples, como la compactación de residuos sólidos urbanos. Por otra parte, si se quema un contaminante sólido o líquido, este se convierte en otro contaminante, tal vez más dañino, pero más difícil de controlar al ser gaseoso, lo que beneficia al productor aunque aumenta la ineficiencia del sistema en conjunto.

Transformar ligeramente la característica de bien colectivo, de forma que sea menos pura, tiene sus ventajas; por ejemplo restringir el acceso a un parque natural puede ser una medida necesaria para la preservación de este espacio. En otros casos interesa una transformación –eliminar la característica de no exclusión– para que sea factible el suministro privado de un bien colectivo y, de este modo, eludir eventuales restricciones financieras del sector público. Asimismo, aumentar la duración de un producto constituye una excelente medida de política ambiental porque cuanto mayor sea la vida útil de un bien, menor será la cantidad de desechos.

⁹ En ausencia de regulación, la duración de los productos es inferior a la óptima y la cantidad suministrada es ineficiente por exceso. Mediante un impuesto a la Pigou se consigue alcanzar la duración óptima y, a la vez, que la cantidad producida y consumida sea asimismo óptima (Ocaña y Pasqual, 1994).

3. Los Bienes Públicos