

Microeconomía Superior 2

Tema 3: Las externalidades

Prof Ramón J. Torregrosa¹
Universidad de Salamanca

1 Introducción

El primer Teorema del Bienestar nos indica que los precios y mercados actúan como mecanismos e instituciones capaces de coordinar eficiente y descentralizadamente las acciones de los agentes económicos. La clave de este resultado, aparte de los supuestos de convexidad que garantizan la existencia del equilibrio competitivo, es el supuesto de que los agentes actúan paramétricamente en precios, tomando sus decisiones de consumo y producción sin preocuparse de lo que hacen los demás. Es decir, se supone implícitamente la inexistencia de efectos externos. No obstante cuando consideramos externalidades, esto es, cuando admitimos que las decisiones de algunos individuos afectan a las funciones objetivo de otros, el Teorema de la Mano Invisible deja de funcionar, aún cuando el equilibrio competitivo exista.

De esta forma, y conforme ya admitieron Henry Sidwick (1838-1900) y Alfred Marshal (1842-1924), las consecuencias de los efectos externos se traducen en una divergencia entre el coste privado y el coste social. Divergencia que daba un espacio para la justificación del papel del sector público desde el punto de vista microeconómico. Pero la investigación precursora de Sidwick y Marshall no encontró el definitivo calado teórico hasta el trabajo de A. C. Pigou (1920), quien defendió la intervención del sector público como institución capaz de corregir este *fallo de mercado* mediante el uso de impuestos y subvenciones.

Estas conclusiones encontraron sus más acérrimas críticas en el trabajo de Frank Knight (1924) y sus sucesores de la escuela de Chicago, en particular Ronald Coase. Knight argumentó que la conclusión de Pigou más que demostrar el fracaso del mecanismo de precios, indicaba el eventual fracaso del sector público en el establecimiento y defensa de los derechos de propiedad privada. Coase (1960) fue aún más allá aludiendo que las externalidades eran debidas a la inexistencia de derechos de propiedad bien definidos sobre mercancías y factores de producción, de forma que, al encontrarse libres (precio nulo), su asignación entre usos alternativos no está dirigida por el precio, lo que causa esta divergencia entre el coste privado y el social. Las reflexiones de Coase fueron sintetizadas por Stigler en el denominado Teorema de Coase que afirma que, si los costes de transacción son nulos y los derechos de propiedad están bien definidos los agentes económicos serán capaces de negociar de modo que se alcance la Pareto-eficiencia. Por tanto, la solución propuesta por Coase está más

¹La elaboración de este material docente ha contado con la colaboración de D. Ángel L. González Esteban, becario del Departamento de Economía e Historia Económica curso 2009-2010.

cerca de la intervención pública a través de los tribunales que de la intervención pública a través de los impuestos.

A partir de aquí otras extensiones basadas en el Teorema de Coase fueron tomando forma. De este modo, Arrow (1970) da un paso más al observar que Coase no describe ningún mecanismo específico para la negociación, proponiendo la creación de mercados competitivos donde se intercambian los derechos sobre las externalidades como mecanismo capaz de alcanzar la eficiencia.

La polémica sobre el problema de las externalidades, y en general sobre los fallos de mercado sigue aún vigente, encontrándose dos líneas en clara oposición que se resumen en la discusión sobre el alcance de la intervención pública en la corrección de dichos fallos. Los más recientes desarrollos sobre la cuestión enfocan el problema desde la perspectiva de la Teoría de Juegos y en particular desde la Teoría de la Implementación con el problema informacional como telón de fondo.

En cuanto a la clasificación de las externalidades, éstas pueden aparecer en el consumo o en la producción, o ser positivas (*economías externas*) o negativas (*deseconomías externas*). Por ejemplo, externalidades en el consumo se dan cuando no nos es indiferente que nuestro vecino ensaye sus lecciones de trompeta cuando estamos durmiendo la siesta; o cuando dos compañeros deciden comentar los resultados de la jornada de fútbol, de forma manifiesta, mientras estamos asistiendo a una clase. Estos son casos de externalidades negativas en el consumo. En cambio, las horas que un melómano pasa escuchando a su vecino - que es un virtuoso del piano - es un ejemplo de externalidad positiva en el consumo.

En cuanto a las externalidades negativas en la producción, podríamos pensar en la contaminación que una industria petroquímica vierte a lo largo de la costa, afectando negativamente a la producción de los pescadores de la zona. Mientras que un ejemplo de externalidad positiva en la producción es la del campo de manzanos situado cerca de un apicultor, en este caso, la producción de cada una de las empresas afectaría positivamente a las posibilidades de producción de la otra.

Por tanto, la característica fundamental de las externalidades es que mientras son mercancías que interesan a los agentes económicos, no existen mercados o instituciones donde se puedan intercambiar o regular. En definitiva, es la ausencia de estas instituciones, y no estas mercancías, lo que en realidad origina el problema de coordinación entre los agentes, que lleva, en última instancia, a una divergencia entre el producto social y el producto privado, con la consiguiente pérdida de eficiencia.

Por tanto, el propósito de este tema será: caracterizar las condiciones de optimalidad en presencia de externalidades; señalar las deficiencias que tiene el sistema de precios frente a la presencia de éstas, y finalmente, justificar y diseñar instituciones sociales y mecanismos, como la intervención del Estado mediante un sistema jurídico o fiscal, que pueda reproducir un mecanismo que implemente resultados socialmente óptimos.

2 Condiciones de óptimo

En esta sección analizaremos las condiciones que deben cumplir las asignaciones Pareto-eficientes en una economía de equilibrio general con externalidades. A este respecto, una de las cuestiones cruciales a lo largo del desarrollo será la distinción entre coste social y coste privado de la externalidad. El coste social de una externalidad es la suma de su coste privado más el efecto que supone la externalidad sobre los individuos afectados por ésta. Mientras que el coste privado, sólo recogerá el coste de los factores privados necesarios en la producción de dicha actividad.

2.1 El modelo

Para el desarrollo de las ideas que aquí se quieren exponer nos centraremos en el caso de una externalidad en la producción. No obstante las conclusiones que obtengamos serán extrapolables al caso de externalidades en el consumo.

Por tanto, supongamos una economía con tres mercancías, una de ellas (el numerario) representará el input primario a partir del cual se producen las dos restantes. Sea $u(x_1, x_2, z)$ la función que representa las preferencias de la sociedad, que puede ser interpretada como una función de bienestar social, y w la dotación inicial de numerario en manos de los consumidores. De este modo z puede ser interpretado como ocio y $w - z$ como trabajo, a partir del cual se producen las mercancías 1 y 2. Además, supondremos que la sociedad considera las mercancías como bienes, y que $u(\bullet)$ es una función de *buen comportamiento* en todos sus argumentos, de modo que para cualquier vector de precios genera soluciones interiores. Finalmente hay dos empresas o industrias que producen los bienes 1 y 2 respectivamente, a partir de trabajo. Asumiremos rendimientos decrecientes en la producción para eludir los problemas de inexistencia del equilibrio competitivo, y modelizaremos la externalidad como una interacción que la empresa 1 genera sobre la empresa 2. De este modo, la empresa 1 produce q_1 mediante la función inversa de producción (costes) $C_1(q_1)$; mientras que la empresa 2 produce q_2 mediante $C_2(q_1, q_2)$. Nótese que en este último caso los costes de producción de la mercancía 2 no sólo dependen de su nivel de producto, sino que, además dependen del nivel de producción de la empresa 1. De modo que si $\partial C_2 / \partial q_1 > 0$ (< 0), entonces la producción de la empresa 1 supone una externalidad negativa (positiva) sobre la producción de la empresa 2.²

² En realidad hay muchas formas de modelizar la externalidad. Uno podría suponer que la empresa 1 produce q_1 y un nivel de externalidad e mediante una función de costes $C_1(q_1, e)$, siendo $\partial C_1 / \partial e > 0$, que afecta a la empresa 2 cuya función de coste es $C_2(q_2, e)$. Otras modelizaciones serían aquellas en donde considerásemos que la interacción se produce no sólo en una dirección sino en ambas, o aquella que afectara también a los consumidores. Nosotros seguiremos este enfoque no sólo por la simplicidad de su modelización sino por la homogeneidad de los contenidos.

2.2 Eficiencia Paretiana

Calculemos ahora las condiciones que han de cumplir las asignaciones Pareto-eficientes. Como es sabido éstas se determinan maximizando la función de bienestar social sujeta a la restricción de factibilidad, esto es, resolviendo el programa,

$$\begin{aligned} & \underset{x_1, x_2, z}{Max} \quad u(x_1, x_2, z) \\ \text{s.a} \quad & w \geq z + C_1(q_1) + C_2(q_1, q_2) \\ & q_i \geq x_i, i = 1, 2 \end{aligned}$$

llamando λ, μ_1, μ_2 a los multiplicadores de Lagrange asociados, las condiciones de primer orden vienen dadas por:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x_1} - \mu_1 &= 0, \quad i = 1, 2 \\ \mu_1 - \lambda \left[\frac{\partial C_1}{\partial q_1} + \frac{\partial C_2}{\partial q_1} \right] &= 0 \\ \mu_2 - \lambda \frac{\partial C_2}{\partial q_2} &= 0 \\ \frac{\partial u}{\partial z} - \lambda &= 0 \end{aligned}$$

Con lo que la asignación eficiente en el sentido de Pareto será aquella $(x_1^*, x_2^*, z^*, q_1^*, q_2^*)$ que cumpla :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial x_1} = \frac{\partial C_1}{\partial q_1} + \frac{\partial C_2}{\partial q_1} \\ \frac{\partial u}{\partial x_2} = \frac{\partial C_2}{\partial q_2} \\ \frac{\partial u}{\partial z} \end{array} \right. \quad (1)$$

La parte izquierda de ambas ecuaciones representa las Relaciones Marginales de Sustitución entre ocio y bienes producidos (1 y 2), es decir, la disposición marginal que la colectividad tiende a pagar a cada uno de los bienes en unidades de numerario. La parte derecha de las ecuaciones (1), representa el coste marginal social de producir dichas mercancías. En el caso de la mercancía 2 el coste marginal social coincide con el privado, mientras que en la ecuación (1), dichos costes no coinciden, debido a que el coste marginal social tiene en cuenta la

variación marginal de costes que la producción de la mercancía 1 tiene sobre la empresa 2. De este modo, (1) se pueden expresar como:

$$\begin{cases} | RMS(l, x_1) | = CMgS_1 \\ | RMS(l, x_2) | = CMgP_2 \end{cases}$$

donde CMgS representa el coste marginal social y CMgP al privado.

3 Equilibrio competitivo y ausencia de mercados

Calculemos ahora la asignación que emerge del mecanismo walrasiano o de precios, esto es, el equilibrio competitivo. Para ello asumiremos que tanto consumidores como empresas actúan paramétricamente en precios y toman sus decisiones individualmente, comportamiento que debe ser modelizado a través de diferentes programas de maximización individual. En este sentido hay que recordar que en un modelo de equilibrio general los beneficios de las empresas han de ir a parar a la colectividad. Esto nos obliga a suponer que las decisiones de las empresas son independientes de las decisiones del consumidor.³ De esta forma los consumidores actuarán resolviendo el programa:

$$\begin{cases} \underset{x_1, x_2, z}{Max} & u(x_1, x_2, l) \\ \text{s.a} & p_1 x_1 + p_2 x_2 + z \leq w + \pi_1 + \pi_2 \end{cases} \quad (2)$$

donde p_i y π_i representan el precio del bien i y el beneficio de la empresa i respectivamente ($i = 1, 2$). Por otro lado, la empresa 1 decidirá el q_1 que maximice,

$$p_1 q_1 - C_1(q_1) \quad (3)$$

mientras que la empresa 2 decidirá el q_2 que maximice,

$$p_2 q_2 - C_2(q_2, q_1) \quad (4)$$

Las condiciones de primer orden del programa (2) implican que:

$$\frac{\partial u}{\partial x_1} = p_i; \quad i = 1, 2 \quad (5)$$

Mientras que las condiciones de primer orden de (4) y (3) son:

³ Si no suponemos esto, podría ocurrir que el objetivo de la empresa no fuera la maximización del beneficio, desvirtuando así la idea que subyace en el equilibrio competitivo. La interpretación que se le da es que $u(x_1, x_2, l)$ representa la utilidad del conjunto de la sociedad, propietaria a su vez de las industrias pero a través de pequeñas participaciones individuales en los beneficios que imposibilitan una coordinación distinta a la maximización del beneficio.

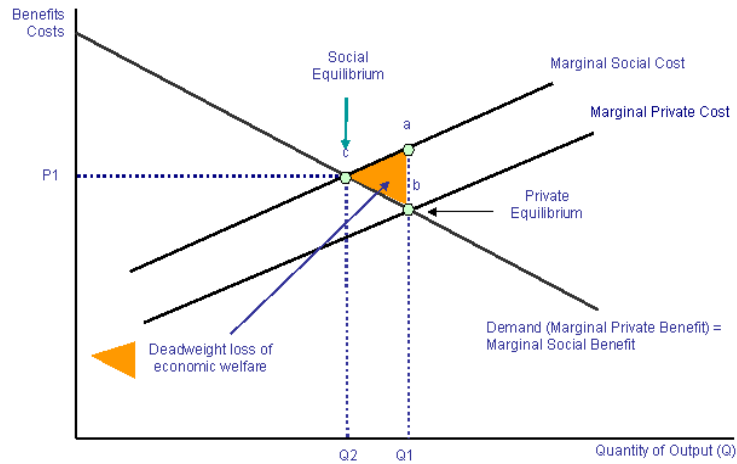


Figure 1:

$$\frac{\partial C_1}{\partial q_i} = p_i \quad i = 1, 2 \quad (6)$$

Las condiciones (3) y (6) nos indican que el mecanismo de precios sólo consigue igualar la disposición marginal a pagar por cada bien producido con el coste marginal privado de producirlo, situación que es ineficiente de acuerdo con las condiciones de optimalidad dadas por (1). La figura 1 ilustra estos hechos para una externalidad es negativa (deseconomía externa), el coste marginal social es mayor que su coste marginal privado, de modo que la cantidad eficiente q_1^* , debería ser menor que la cantidad de equilibrio de mercado, \hat{q}_1 .

Como vemos, el Primer Teorema del Bienestar falla en presencia de externalidades. La falta de optimalidad se debe a que en un equilibrio competitivo cada agente resuelve su problema de maximización individual sin tomar en cuenta los efectos de sus acciones sobre los demás. Esta idea puede expresarse diciendo que no hay precios y mercados para todas las variables que afectan a los conjuntos de elección y funciones objetivo de los agentes.

4 Creación de mercados de derechos

Como se ha dicho en la introducción, una interpretación sobre la existencia de las externalidades es debida a Ronald Coase (1960). Según éste, las externalidades son originadas por la ausencia de derechos de propiedad bien definidos sobre las mercancías. Esto convierte a las externalidades en bienes libres, imposibilitando la síntesis de un precio que refleje su coste de oportunidad social: " la

delimitación de derechos de propiedad es un preludeo esencial para las transacciones mercantiles", afirmaba. Por consiguiente, Coase proponía la intervención pública a través de un sistema jurídico - normativo que asignara estos derechos. Posteriormente la negociación entre los agentes racionales llevaría a la consecución del óptimo social. En este sentido las externalidades no eran más que una señal que indicaba la existencia de *posibilidades de negocio*. Hay que añadir, conforme precisó Coase insistentemente, que toda la argumentación es válida sólo si los costes de transacción son nulos.

No obstante, Coase no describió ningún mecanismo específico para implementar la solución eficiente. Partiendo de esta idea, Kenneth Arrow (1970) propuso que, una vez asignados los derechos de propiedad, la simple creación de un mercado competitivo donde se intercambien los usos de esos derechos restauraba la eficiencia. Desde el punto de vista coasiano, un mercado competitivo es una institución que permite la negociación entre los agentes en aras de un resultado óptimo. Ensayemos esta posibilidad, comoquiera que supondremos una conducta competitiva en la negociación, ignoraremos de momento el hecho de que en nuestro modelo la externalidad implica a dos agentes, cosa que en la práctica podría dar lugar a comportamientos no competitivos. Para ilustrar esta posibilidad supongamos que la empresa 2 tiene el derecho a no ser contaminada,⁴ y que puede vender a la empresa 1 parte de ese derecho al precio s . De esta forma para el cálculo del equilibrio, mientras los consumidores siguen actuando de acuerdo con el programa (5), por lo que se sigue verificando (8), la empresa 1 elegirá el q_1 que maximice

$$p_1 q_1 - C_1(q_1) - s q_1 \quad (7)$$

mientras que la empresa 2 elegirá el par (q_2, q_1) que maximice

$$p_2 q_2 - C_2(q_1, q_2) + s q_1 \quad (8)$$

En este caso condición de primer orden de (7) es:

$$p_1 = \frac{\partial C_1}{\partial q_1} + s \quad (9)$$

mientras que las condiciones de primer orden de (8) serán:

$$p_2 = \frac{\partial C_2}{\partial q_2} \quad y \quad s = \frac{\partial C_2}{\partial q_1} \quad (10)$$

Sustituyendo el valor de s , obtenido en (9), en la condición (10) y teniendo en cuenta (5), obtenemos las condiciones Pareto-eficientes de la ecuación (1).

El problema de esta solución se halla en que depende del supuesto de costes nulos de transacción de los derechos, por lo que en la práctica los mercados de contaminación son muy limitados. Además, en el caso representado sólo hay dos empresas, por lo que en realidad no existe razón alguna para pensar que

⁴ Los resultados que obtendremos serán análogos a los que obtendríamos si supusiéramos que la empresa 1 tiene derecho a contaminar.

el mercado de una externalidad se comporte de forma competitiva. Desde este punto de vista establecer derechos de propiedad y negociar con ellos tal vez no sea la solución más adecuada. Esto ha llevado a una reinterpretación del Teorema de Coase; la externalidad puede ser interpretada como una *señal de mercado* que induce a los agentes a establecer una pauta eficiente de derechos de propiedad. El argumento es el siguiente: Si la externalidad de una empresa afecta negativamente a la actividad de otra, siempre le compensará a una de ellas comprar la otra. Es evidente que coordinando las actividades de las dos empresas siempre es posible obtener más beneficios que actuando por separado. Este argumento se caracterizará en nuestro modelo de una forma muy simple, al actuar de forma coordinada la nueva empresa fusionada maximizaría ahora los beneficios conjuntos, por tanto tendría que elegir los valores de (q_2, q_1) que maximicen,

$$p_1 q_1 + p_2 q_2 - C_1(q_1) - C_2(q_1, q_2),$$

cuyas condiciones de primer orden vienen dadas por,

$$p_1 = \frac{\partial C_1}{\partial q_1} + \frac{\partial C_2}{\partial q_1} \quad y \quad p_2 = \frac{\partial C_2}{\partial q_2}$$

que, como vemos, son análogas a las condiciones (1) que caracterizan la Pareto-eficiencia. Por lo tanto, cualquiera de las empresas tendrá incentivos a pagar a la otra su valor de mercado (comprarla en presencia de la externalidad), para obtener los mayores beneficios conjuntos que se generan cuando se ajusta óptimamente la externalidad. Es decir, desde este punto de vista, las externalidades no son más que señales que emite el mercado indicando nuevas *oportunidades de negocio* que incentivan el ajuste de los derechos de propiedad de forma que las externalidades quedan *internalizadas*. Hay que señalar nuevamente que esta argumentación se sostiene bajo el supuesto de costes de transacción nulos.

4.1 Derechos de propiedad y monopolio

Como se ha comentado antes, la suposición de que los agentes que acuerdan el precio de los derechos de propiedad es competitivo es *ad-hoc*. Para explorar las consecuencias de la ruptura de este supuesto caractericemos el problema de derechos de propiedad suponiendo que la empresa contaminada es monopolista en el mercado de derechos. Por tanto, partiendo de la ecuación (7) podemos obtener la función inversa de demanda de derechos de contaminación de la empresa contaminadora como

$$s(q_1),$$

sustituyendo esta función en la función objetivo de la empresa contaminada, y propietaria de los derechos de contaminación, y maximizando respecto de q_1 tendremos que la condición de primer orden se puede escribir como

$$-\frac{\partial C_2}{\partial q_1} + \frac{\partial s}{\partial q_1} q_1 + s = 0$$

llamando $\theta = \frac{\partial s}{\partial q_1} \frac{q_1}{s} < 0$ a la elasticidad - precio de la demanda de derechos de contaminación. Sustituyendo y operando en la ecuación anterior, podemos escribir

$$s = \frac{\partial C_2 / \partial q_1}{1 + \theta}$$

Que es mayor que el valor de s de la solución competitiva de la ecuación (10). Por tanto, en este caso la solución de Coase no implementaría un equilibrio Pareto-eficiente, aunque la cantidad de contaminación sería menor.

5 Los impuestos pigouvianos

Otra clase de solución al problema de las externalidades es la asociada con el trabajo de A.C Pigou (1920). Ésta implica la intervención de un regulador que impone una tasa sobre la producción de la empresa que genera la externalidad. Como se ha dicho en la introducción, esta propuesta fue muy criticada por los economistas de la escuela de Chicago. Sin embargo sus fundamentos siguen aún vigentes entre aquellos que no ven en el sistema de asignación de derechos de propiedad y creación de mercados la solución al problema de las externalidades, sobre todo en base a los argumentos de costes de transacción nulos y poder de mercado en la negociación. La característica fundamental de un sistema de impuestos pigouvianos radica en que bajo éste los agentes actúan paramétricamente respecto de los impuestos, que son fijados por una autoridad pública con poder coercitivo que llamaremos *regulador*, lo que evitaría posibles comportamientos estratégicos.

Caractericemos pues esta solución para el modelo propuesto. En este caso, mientras el consumidor y la empresa 2 siguen comportándose con arreglo a los programas de maximización (5) y (7), el sector público impondría un impuesto t a la empresa 1,⁵ la cual tendría que elegir el q_1 que maximice,

$$p_1 q_1 - C_1(q_1) - t q_1$$

cuya condición de primer orden es:

$$p_1 = \frac{\partial C_1}{\partial q_1} + t,$$

⁵En el caso de que la externalidad sea positiva t ha de ser considerado como una subvención.

con lo que bastaría que el regulador eligiera $t = \frac{\partial C_2}{q_1}$ para alcanzar las condiciones de óptimo dadas por (1) y (2).⁶ El problema de esta solución es que requiere que el regulador sea capaz de computar el nivel correcto del impuesto pigouviano, es decir, que posea información completa sobre los costes de la empresa 2. Si esto no es así, la empresa 2 puede tener un comportamiento estratégico que la lleve a exagerar sus verdaderas características. Esto hace que la solución de Pigou no sea del todo satisfactoria.

6 Los límites de la intervención pública

6.1 Asignación de derechos

Hemos visto cómo la intervención pública podía corregir el fallo de mercado que generan las externalidades mediante la asignación de derechos de propiedad, la creación de mercados o el diseño de sistemas impositivos adecuados. No obstante, dichas soluciones no están exentas de críticas, puesto que para su puesta en práctica se requiere hacer otros supuestos igualmente restrictivos. Reflexionaremos primero sobre el problema de la asignación de derechos, para ello vamos a suponer que los costes de transacción de los derechos son nulos y que la externalidad es negativa (contaminación). En este caso puede haber consenso sobre cuál es la asignación de derechos pertinente: *que pague el que contamina*. Pero no siempre es así, es decir, la convención social puede cambiar con el paso del tiempo puede no haber consenso. Piénsese en cómo ha ido evolucionando la situación de los fumadores en las últimas décadas: de poder fumar en todas partes a no poder hacerlo en casi ninguna. Así pues, determinar cuál es la asignación de derechos razonable dependerá en muchos casos de la percepción social de los problemas asociados. Otro problema relacionado con la asignación de derechos surge cuando las externalidades afectan directamente a las utilidades, éste es un caso de externalidades subjetivas, a diferencia de la modelización que hemos empleado donde las externalidades son objetivas. Para ilustrar la cuestión, supongamos una economía compuesta por dos consumidores y dos bienes. El primer consumidor tiene una función de utilidad que sólo depende de los bienes que él consume. El segundo consumidor es un envidioso, y su utilidad depende positivamente de los bienes que él consume y negativamente de la cantidad de bien 1 que consume el primero. Es fácil comprobar que el equilibrio competitivo no resulta Pareto-óptimo. Si queremos resolver el problema mediante la asignación de derechos ¿a quién se los deberíamos asignar?. Si se lo concedemos al envidioso, obtendremos la optimalidad mediante una transferencia de renta del primer consumidor al envidioso (transferencia que sería más grande cuanto más envidioso sea o *diga* ser). Si por el contrario asignamos al no envidioso a disfrutar de su consumo de bien 1, con independencia de los sentimientos del otro, estaremos forzando al envidioso a pagarle

⁶ Conviene advertir que Pigou no mencionaba explícitamente que la recaudación generada por el impuesto se utilizara para compensar a la empresa 2 por los perjuicios a que está sometida. Esta era una crítica adicional de Coase al trabajo de Pigou.

a éste para que reduzca su consumo del bien 1. ¿Qué es más razonable? Por consiguiente, la asignación de derechos de propiedad es una solución que genera importantes efectos redistributivos entre los agentes afectados por la externalidad, redistribución que en ocasiones es cambiante y en general difícilmente consensuada.

6.2 Comportamientos estratégicos

Supongamos que existe consenso sobre la asignación de derechos y que, por tanto, no nos enfrentamos a los problemas descritos en el epígrafe anterior. Supongamos además que las externalidades son directas de un agente sobre otro y que se establece un mercado para su intercambio. En este caso nos encontramos con una situación de monopolio bilateral más que con una situación competitiva. Cabría pensar que cuando las externalidades son impersonales los tipos de intervención descritos son plausibles (pensemos en el ejemplo de la contaminación de un río por parte de una industria y que afecta a muchos individuos, ninguno de ellos con capacidad de negociación). Por tanto, si bien los mercados de derechos pueden dar los resultados buscados, esto depende de la naturaleza de la externalidad considerada; este es el caso de una externalidad impersonal que tiene las propiedades de los bienes privados (es decir, en la medida en que un agente nuevo es afectado por la externalidad implica que varía la "cantidad de externalidad" que afecta al resto de individuos.⁷ Sin embargo, hay externalidades impersonales que tienen propiedades de bienes públicos (como el ruido, cuyo efecto sobre un grupo de individuos no se ve reducido con la incorporación de otro agente a su "consumo"). En este caso la creación de mercados de derechos no conseguirá asignaciones óptimas, puesto que aunque el agente causante de la externalidad reduzca la contaminación al tener que pagar por el derecho a contaminar, subsiste el problema de que los agentes contaminados se enfrentan a la externalidad como un bien público y, como veremos en el próximo tema, el óptimo no se alcanzará en general de una forma descentralizada.⁸

6.3 Problemas informacionales

De alguna manera los problemas derivados de la asimetría informacional ya se han descrito en los epígrafes anteriores. Por ejemplo, en el caso de una externalidad subjetiva, donde un agente sentía envidia del consumo que hacía el otro, aún cuando se asignasen derechos de propiedad consensuados sobre la externalidad, chocamos con el problema de la información privada: cualquier agente trataría de exagerar su "sufrimiento" en aras de extraer unas rentas informacionales.

⁷Los ejemplos clásicos son la "tragedia de los ejidos" (Hardin, 1968) y los modelos de aglomeración en las autopistas y similares.

⁸En realidad se puede alcanzar la optimalidad en una economía con bienes públicos mediante un sistema de precios personalizados (equilibrio de Lindahl). Pero este sistema adolece de los mismos inconvenientes estratégicos e informacionales que aquí estamos comentando, dado que en el fondo los agentes no son más que monopsonistas del precio personalizado.

Por lo que, aún cuando no haya inconvenientes en la asignación de derechos de propiedad, todavía subsisten problemas de carácter informacional.

Si las externalidades son objetivas, como en el caso de nuestro modelo con externalidades en la producción, el problema es similar. Recuerde que los impuestos pigouvianos se justificaban como un método capaz de eludir los problemas derivados de la asignación de derechos de propiedad y los comportamientos estratégicos en los mercados de externalidades. No obstante, y conforme se comentó en la sección 2.5, los impuestos pigouvianos dependen de el coste marginal que supone la externalidad sobre una de las empresas. Por tanto, para poder desarrollar una intervención adecuada mediante estos impuestos, el sector público ha de tener información sobre las funciones objetivo de los agentes afectados. De esta forma aparece el mismo problema que describíamos anteriormente. Una posibilidad sería un sistema de obtención de información para desarrollar la política óptima, pero esto supondría la consideración de costes de información con la consabida pérdida de eficiencia. De hecho, en ocasiones, estos costes de control implicarían pérdidas incluso mayores a las ganancias de eficiencia derivadas por la mayor información. En otros casos, ni siquiera una política de obtención de información sería factible, como en el caso de externalidades subjetivas en el consumo.

En definitiva, para poder diseñar una política pública eficiente se imponen procedimientos que sean inmunes a la manipulación de la información proporcionada por los agentes económicos. Se trata de compatibilizar el bien colectivo (entendiéndolo como Pareto-eficiencia) con los incentivos individuales, en un mundo donde las funciones objetivo de los agentes forman parte de su información privada.

7 Implementación de la solución óptima con información asimétrica: El mecanismo de compensación.

Como acabamos de ver, la obtención centralizada de una asignación eficiente en una economía con externalidades depende de la información que se posea sobre las funciones objetivo de los agentes económicos. Los impuestos pigouvianos son un ejemplo de esto. No obstante, y como se ha comentado, a pesar de que las empresas implicadas posean información sobre sus tecnologías relevantes, el "regulador" que determina la asignación final no posee en general dicha información. En este caso, ¿cómo puede el regulador determinar dicha asignación? La respuesta a esta pregunta es uno de los objetivos de la *Teoría de la Implementación*. Ésta se basa en el diseño de mecanismos que implementen las soluciones deseadas, coordinando incentivos individuales y colectivos, en contextos de información asimétrica. El modo de operar de dichos mecanismos es mediante la creación de un "espacio de mensajes" entre el espacio de características de los agentes y el conjunto de resultados factibles, donde cada individuo

anuncia su "tipo" al regulador,⁹ el cual implementa la solución correspondiente mediante una determinada función de elección social. De esta forma la obtención de la solución deseada se articula de forma descentralizada a través de un determinado juego. Un tipo de juegos que han resultado particularmente útiles en el funcionamiento de estos mecanismos de implementación son los *juegos en varias etapas* que, como es sabido, operan bajo el concepto de *equilibrio perfecto en subjuegos*. Un ejemplo de este tipo de mecanismos aplicado al problema de las externalidades es el *Mecanismo de Compensación* propuesto por Hal R. Varian (1994) que desarrollaremos a continuación.

7.1 El mecanismo de compensación

Veamos cómo opera el mecanismo de compensación en nuestro modelo formado por tres mercancías, un consumidor, dos empresas y una externalidad (negativa) de la primera empresa en la segunda. Este mecanismo se basa en la noción de impuesto pigouviano, y se articula mediante un juego en dos etapas, en el cual el sector público o regulador no posee información sobre las tecnologías de las empresas, mientras éstas sí. En cuanto a las decisiones óptimas de los consumidores, éstos seguirán actuando de acuerdo con (5), por lo que, en equilibrio los precios representarán la disposición marginal a pagar de la colectividad. Por consiguiente, el mecanismo actúa como sigue:

En la primera etapa - *etapa de anuncio* -, ambas empresas anuncian simultáneamente la magnitud del impuesto pigouviano que creen que deben pagar/recibir. Llamaremos t_i al anuncio de la empresa $i = (1, 2)$

En la segunda etapa - *etapa de elección* - las empresas deciden la cantidad que van a producir, mientras el regulador hace pagos laterales entre éstas, de modo que la empresa 1 elige el q_1 que maximice,

$$p_1 q_1 - C_1(q_1) - t_2 q_1 - \alpha(t_1 - t_2)^2 \quad (11)$$

con $\alpha > 0$ arbitrario, mientras que la empresa 2 elige el q_2 que maximice,

$$p_2 q_2 - C_2(q_1, q_2) + t_1 q_1 \quad (12)$$

El término $\alpha(t_1 - t_2)^2$ de (11) se puede interpretar como una "multa" que impone el regulador a la empresa 1 si los anuncios de las empresas difieren. Nótese además que la empresa 1 paga con arreglo a la tasa anunciada por la empresa 2, y ésta cobra por la tasa anunciada por la empresa 1. Este último punto es relevante porque a pesar de que el mecanismo se basa en el concepto de impuesto pigouviano, donde no existe redistribución de los costes entre empresa contaminadora y empresa contaminada, el mecanismo sí que permite la redistribución de los efectos de la externalidad.

⁹ *Anuncio o mensaje que puede coincidir o no con sus verdaderas características.*

7.2 Funcionamiento del mecanismo

Hallemos el equilibrio perfecto en subjuegos asociado con el mecanismo de compensación. Para ello, como es habitual en este tipo de juegos, resolvamos por *inducción hacia atrás*, es decir, comenzando por la segunda etapa. En primer lugar la empresa 2 elegirá el q_2 que maximice (12), que será aquel que verifique la condición de primer orden:

$$p_2 = \frac{\partial C_2}{\partial q_2} \quad (13)$$

Por otro lado, la empresa 1 elegirá el q_1 que maximice (11), por tanto, aquel que verifique la condición de primer orden dada por:

$$p_1 = \frac{\partial C_1}{\partial q_1} + t_2 \quad (14)$$

Esto determina la elección óptima como función de t_2 , que denotaremos $q_1^*(t_2)$. Nótese que $\frac{dq_1^*(t_2)}{dt_2} < 0$, debido a que la tasa fiscal entra como un mayor coste marginal, de modo que cuanto mayor sea la tasa anunciada por la empresa 2 menor será la producción de la empresa 1. En cuanto a la decisión de x_2 por parte de la empresa 2, ésta sigue verificando la condición de primer orden dada por (6).

Una vez determinadas las cantidades de equilibrio de la segunda etapa, en la primera etapa las empresas han de decidir los valores de t_1 y t_2 . Si la empresa 1 cree que la empresa 2 anunciará \hat{t}_2 , lo mejor que puede hacer es anunciar $t_1 = \hat{t}_2$, puesto que con ello minimizará sus pérdidas en la fase de anuncio, dado que t_1 sólo influye en los pagos de la empresa 1 a través de la multa. Consideremos ahora la decisión de t_2 por parte de la empresa 2. A pesar de que t_2 (su anuncio) no tiene efectos directos sobre sus beneficios, sí que tiene efectos indirectos sobre ellos, dado que t_2 influye en la decisión de la empresa 1, $q_1^*(t_2)$, en la etapa 2 y este nivel representa, en definitiva, el nivel de externalidad que la empresa 2 tiene que soportar. De esta forma, diferenciando (12) respecto de t_2 , tenemos:

$$-\frac{\partial C_2}{\partial q_1} \frac{dq_1^*}{dt_2} + t_1 \frac{dq_1^*}{dt_2} = [t_1 - \frac{\partial C_2}{\partial q_1}] \frac{dq_1^*}{dt_2},$$

y comoquiera que $\frac{dq_1^*(t_2)}{dt_2} < 0$, entonces la condición de máximo se alcanza para $\hat{t}_2 = \frac{\partial C_2}{\partial q_1}$, con lo que sustituyendo en (14) obtenemos la condición de óptimo dada por (1).

Por tanto, a través de este mecanismo obtenemos la asignación eficiente sin necesidad de que el regulador posea información sobre los costes de las empresas.¹⁰ La clave de su funcionamiento radica en que con el mecanismo de compensación, la empresa 1 es obligada a pagar una tasa basada en el coste

¹⁰ Este mecanismo sigue implementando soluciones eficientes incluso cuando las externalidades son subjetivas, es decir, cuando afectan a las funciones de utilidad de los agentes.

marginal que supone la externalidad que anuncia la empresa 2 y ésta recibe una compensación basada en el coste marginal de la externalidad anunciado por la empresa 1. La empresa 1 además debe pagar una multa si anuncia un coste marginal de la externalidad distinto al anunciado por la empresa 2. De forma que la multa se diseña para que sea minimizada cuando ambos anuncios coinciden. Por último, la empresa 2 sólo tendrá incentivos a anunciar una tasa igual al coste marginal que le supone la externalidad, lo que lleva finalmente a la asignación eficiente en el sentido de Pareto.

8 Comentarios finales

Las conclusiones que se desprenden de lo que acabamos de ver son básicamente las mismas que se aplican al conjunto de problemas derivados de los fallos de mercado. SI bien hay un consenso general entre los economistas sobre el hecho de que los fallos de mercado abren un espacio a la intervención del sector público en la economía, las discrepancias surgen respecto al nivel y alcance de dicha intervención. Mientras los economistas de la *Escuela de*

Chicago sostienen que el papel de éste debe limitarse sólo a la definición y defensa de los derechos de propiedad, dejando el problema de la asignación de recursos en manos de la negociación entre los agentes y las fuerzas del mercado, hay algunos que piensan que el papel del sector público debe ir más allá de la mera consecución de la eficiencia adentrándose en cuestiones de carácter distribucional.

La llave que, en definitiva, abre la vía de las posibles soluciones al problema de las externalidades dependerá por tanto de las características concretas de éstas, siendo la identificación de asimetrías informacionales, problemas en la asignación de derechos o costes de transacción los elementos que nos pueden ayudar en la selección de los mecanismos más adecuados.

Hay que añadir también que con este tema no hemos agotado el extenso campo que ha supuesto en los últimos años el tratamiento del problema de las externalidades, sobre todo con el advenimiento de la teoría de juegos. Por tanto, han quedado cuestiones muy interesantes como la aplicación de los *juegos de subastas* al problema de las externalidades, la aplicación al campo de la congestión y el agotamiento de los recursos de uso común, la reglamentación subóptima o las aplicaciones de los contenidos de la *Teoría de la Elección Social*.

9 Referencias bibliográficas:

Arrow, K.1970. *The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-market Allocation*. Public Expenditures and policy Analysis. Ed.Markham.Chicago.

Coase,R.,1960. *The problem of Social Costs*. The Journal of Law and Economics 3, 1-44.

Hardin, G.,1968. *The tragedy of the Commons*, Science, 1243-47.

Knight, F.,1924. *Fallacies in the Interpretation of Social Cost*. Quarterly Journal of Economics 38, 582-606.

Pigou, A.C., 1920. *Wealth and Welfare*. Macmillan, Londres

Varian, H.R., 1922. Análisis Microeconómico, 3ra edición. Cap. 24. Ed. Antoni Bosch. Barcelona.

Varian, H.R.,1994. *A solution to the Problem of the Externalities When Agents Are Well Informed*. American Economic Review.

Villar,A.,1996. Curso de Microeconomía Avanzada. Cap.8. Ed. Antoni Bosch. Barcelona.

10 Ejercicios propuestos

1) Un apicultor sitúa sus panales próximos a un huerto de peras. Indicamos como x a la cantidad de peras producidas e y la cantidad de miel producida. Suponemos que las empresas son competitivas, que el precio de las peras es 3 euros y el de la miel 2 euros. Los costes del horticultor son $C(x) = \frac{1}{100}x^2 - y$ mientras que los del apicultor son $C(y) = \frac{1}{100}y^2$. Hallar

a) Los niveles de producción asociados al equilibrio walrasiano.

b) Los niveles de producción Pareto-eficientes (maximización conjunta de los beneficios)

c) Demostrar que, para cualquier tasa de descuento, tanto el horticultor como el apicultor salen ganando con la fusión de ambas empresas.

2) La acería y la piscifactoría: la primera en lo alto del río contamina el estuario, donde se encuentra la segunda. La situación se ilustra con las siguientes funciones de costes:

$$C_1(q_1) = q_1^2; \quad C_2(q_2) = \frac{1}{2}q_2^2 + \delta q_1$$

Suponemos que ambas empresas son precio-aceptantes y que los precios de las mercancías 1 (acero) y 2 (pescado) son p_1 y p_2 respectivamente. En esta situación hallar

a) El equilibrio descentralizado (de mercado)

b) El equilibrio internalizado (Pareto-eficiencia) y comparar los beneficios respecto del equilibrio anterior

c) Representar las funciones de oferta de acero en los dos casos anteriores, ¿cómo varía la elasticidad de la curva de oferta cuando se internaliza la externalidad?

d) La solución de Coase cuando los derechos de contaminación se otorgan a la empresa contaminada para los casos en los que dicho mercado de derechos es competitivo y la empresa contaminada actúa como monopolista de los derechos.

d) Aplicar el mecanismo de compensación para este ejemplo.

3) Una tienda de ropa y una joyería están situadas en el mismo centro comercial una junto a la otra. Entre ellas se producen externalidades positivas: cada tienda atrae clientes que iban a la tienda vecina. La tienda de ropa gasta x_1 euros en publicidad, mientras que la joyería emplea x_2 euros en el mismo

concepto. Los beneficios totales netos en función del gasto en publicidad de cada tienda son respectivamente

$$\pi_1(x_1, x_2) = (60 + x_2)x_1 - 2x_1^2; \quad \pi_2(x_1, x_2) = (105 + x_1)x_2 - 2x_2^2$$

a) Hallar el equilibrio descentralizado
b) Hallar el equilibrio internalizado y comparar los beneficios respecto del equilibrio anterior

c) Suponga que la dueña de la tienda de ropa conoce la función de beneficios de la joyería y que elige primero su gasto de publicidad, de modo que la joyería es "seguidora", halle el equilibrio en este caso.

4) Un solar urbanizable está situado junto a un aeropuerto. Al promotor inmobiliario le gustaría construir casas en dicho solar, pero es consciente que el ruido de los aviones reduce su valor. Suponga que esta situación es caracterizada por las siguientes funciones de pago para el aeropuerto y el promotor inmobiliario respectivamente, donde x representa el número de aviones e y el número de casas

$$V_A(x, y) = 48x - x^2; \quad V_I(x, y) = 60y - y^2 - xy$$

Hallar:

a) El equilibrio descentralizado
b) El equilibrio internalizado (Pareto-eficiencia) y comparar los beneficios respecto del equilibrio anterior

c) El impuesto pigouviano que restaura la eficiencia
d) Aplicar el mecanismo de compensación para este ejemplo.