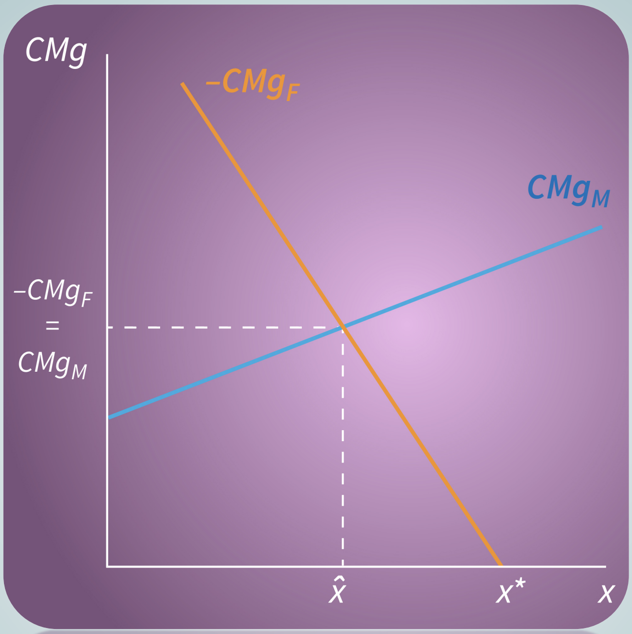
Microeconomía III

Tema 4. Externalidades y bienes públicos



Ramón Núñez Sánchez

Departamento de Economía

4. Externalidades y bienes públicos[1]

CONTENIDOS TEÓRICOS.

4.0. Introducción
4.1. Una economía con externalidades de consumo.
4.2. Una economía con externalidades de producción.
4.3. Suministro de un bien público.
4.4. El problema de los polizones.

4.0. Introducción

Tal y como vimos en el primer tema, el primer teorema del bienestar señalaba que, dados unos supuestos de partida, cualquier equilibrio determinado por las fuerzas del libre mercado era una asignación Pareto-eficiente, lo cual quería decir que las ganancias del intercambio se agotaban. Uno de los supuestos de partida que validaban dicho teorema era la ausencia de externalidades en el consumo y/o en la producción de bienes. A lo largo de este tema, vamos a demostrar que la presencia de externalidades va a generar asignaciones ineficientes desde el punto de vista de Pareto, justificando la existencia de mecanismos alternativos al libre mercado. En economía, existe una **externalidad en el consumo** cuando a un consumidor le afecta directamente la producción o el consumo de otros agentes económicos fuera del mecanismo de mercado. Por ejemplo, los habitantes de las grandes ciudades están expuestos a los gases contaminantes de los automóviles que circulan por sus vías. A este caso le definimos como externalidad negativa. En cambio, cuando una persona desde su casa escucha con placer tocar el piano a su vecino, decimos que se produce una externalidad positiva.

La **externalidad en la producción** existe cuando las decisiones de una empresa o un consumidor afectan a las posibilidades de producción de otra empresa fuera del mercado. La creación de un parque tecnológico con empresas innovadoras en las inmediaciones de un campus universitario genera externalidades de producción positivas, ya que ambas instituciones se benefician mutuamente. Mientras que la actividad de una empresa de turismo activo en un rio resulta afectada negativamente por la cantidad de contaminantes que una empresa papelera vierte en las aguas fluviales.

Es importante destacar que, en ambos tipos de externalidades, existe un grupo de agentes económicos que valoran bienes, para los cuales no hay mercado organizado.

[1] Estas notas están pendientes de revisión y pueden contener errores.

No suele existir un mercado en el que se negocie contaminación atmosférica o fluvial. Al igual que no es posible comprar ni vender música al otro lado de una pared.

Por su parte, los **bienes públicos** son aquellos bienes que una vez producidos o suministrados pueden ser consumidos por el conjunto de agentes económicos. Los bienes públicos presentan dos características diferenciales en relación a los bienes privados. Por un lado, el hecho de que ese bien sea consumido por un agente económico adicional no implica ningún tipo de coste en su provisión. Decimos, entonces, que los bienes públicos son *no rivales* en el consumo. Por otro, *no son excluibles* en el consumo, dado que no es posible que un agente económico individual no se beneficie de ellos. Estas dos características hacen que la provisión de bienes públicos mediante mecanismos de mercado no genere asignaciones Pareto eficientes.

Algunos ejemplos de bienes públicos puros son: la defensa nacional de un país, la provisión de faros que iluminen a los barcos, o de farolas en una ciudad. Ninguna empresa privada con ánimo de lucro estará dispuesta a suministrarlos a través de mecanismos de mercado, dado que muchos agentes económicos se beneficiarían de ellos, a pesar de que no hubieran contribuido a su financiación.

La Tabla 1 muestra la clasificación de bienes de acuerdo a Ostrom y Ostrom[2] (1977) en la que se consideran cuatro tipos distintos de bienes. Los bienes privados y públicos anteriormente mencionados, así como los bienes de acceso limitado[3], y los recursos comunes[4].

Tipos de bienes	Rivales en el consumo	No rivales en el consumo
Excluibles	*Bienes privados:* Alimentos, ropa, automóviles, libros, servicios de peluquería.	*Bienes de acceso limitado (toll goods):* Espectáculos, servicio telefónico, peajes autopista, plataformas de TV.
No excluibles	*Recursos de propiedad común:* Pesca, crudo, pastos de ganado, agua de un pantano.	*Bienes públicos:* Seguridad nacional, protección contra incendios, puentes, alumbrado en calles, programas de prevención de pandemias.

Palabras clave: externalidades, beneficios y costes sociales, bienes públicos.

[2] Elinor Ostrom fue la primera mujer galardonada con el Premio Nobel de Economía en 2009 junto a Oliver Williamson.

[3] A estos bienes también se les conoce como *toll goods*.

[4] La gestión descentralizada de este tipo de recursos puede llevar a la sobreexplotación de los mismos. A este problema se le conoce como la *tragedia de los bienes comunales* (Hardin, 1969).

4.1. Una economía con externalidades de consumo.

Consideremos dos agentes económicos, A y B, que comparten un apartamento. El agente A es fumador, mientras que B no lo es. De esta forma, vamos a suponer que la función de utilidad de A depende únicamente del consumo de cigarrillos y de la renta:

$$U^A(x, y^A) = y^A - (25 - x)^2 \qquad (1)$$

donde y^A es la cantidad de renta diaria disponible de A y x es la cantidad de cigarrillos que se fuma en casa.

Por su parte, el agente B tiene una función de utilidad como:

$$U^B(x, y^B) = y^B - \frac{1}{2}x^2 \qquad (2)$$

donde y^B es la cantidad de renta diaria disponible de B y x es la cantidad de cigarrillos que su compañero de piso A se fuma en casa. Como se puede observar, el agente B considera el consumo de cigarrillos en casa como un bien "mal" que le aporta desutilidad, dado que el humo y el olor que desprende el cigarrillo le molesta profundamente.

Vamos a considerar que la renta para ambos es de 2.000u.m. al día y que el precio de cada cigarrillo es de 30u.m. Entonces, el problema de decisión para el agente fumador A si no tiene en cuenta las preferencias de B será:

$$\underset{x, y^A}{Max}\; U^A(x, y^A) \equiv y^A - (25 - x)^2 \qquad (3)$$

$$s.a.\; px + y^A = 2000$$

Introduciendo la restricción de igualdad en la función objetivo, podemos simplificar el problema de decisión:

$$\underset{x}{Max}\; (2000 - 30x) - (25 - x)^2 \qquad (4)$$

Calculando la condición de primer orden:

$$\frac{dU(x)}{dx} = 0 \; \rightarrow \; -30 - 2(25 - x^*)(-1) = 0$$

$$50 - 2x^* = 30 \rightarrow x^* = \frac{20}{2} = 10$$

Por tanto, el consumo óptimo de cigarrillos para A es de 10. Sustituyendo x^*, y^A e y^B en las funciones de utilidad de A y B, vemos que $U^A(10, 1700) = 1475$ y $U^B(10, 2000) = 1950$. Deberíamos comprobar si esta asignación en esta economía $[(x^*, y^A), (x^*, y^B)] = [(10{,}1700), (10{,}2000)]$ es Pareto eficiente. De acuerdo al primer teorema del bienestar, todo equilibrio walrasiano era una asignación eficiente, siempre y cuando estuviéramos estudiando bienes privados. Sin embargo, en este ejemplo no se cumple tal condición dado que el consumo de cigarrillos de A provoca desutilidad a su compañero de piso B. A partir de la función de utilidad de B es posible cuantificar en qué grado le molesta tener que soportar el humo y el olor del tabaco si calculamos la relación marginal de sustitución del consumo de cigarrillos de A en términos de renta:

$$RMS_x^{y^B} = \frac{UMg_x}{UMg_{y^B}} = -\frac{1}{2}2x = -x$$

Dado que en el equilibrio de A, $x^* = 10$, entonces $RMS_x^{y^B} = -10$. Esta relación marginal de sustitución señalaría lo que B está dispuesto a pagar 10u.m. para que A dejase de consumir un cigarrillo. Vamos a suponer que B le diese una especie de subvención a A de 9 u.m. para que dejase de fumar un cigarrillo. Se puede demostrar que en ese caso, ambos aumentarían su bienestar, dado que para A $U^A(9, 1739) = 1483 > U^A(10, 1700)$, mientras que para B $U^B(9, 1991) = 1950{,}5 > U^B(10, 2000)$, por lo que la asignación que se origina después de la subvención de B a A es preferida a la inicial, por lo que ésta no era Pareto-eficiente.

$$[(9{,}1739), (9{,}1991)] \succ [(10{,}1700), (10{,}2000)]$$

Para determinar las asignaciones óptimas de Pareto, debemos plantear el siguiente problema de decisión.

$$\max_{x, y^A, y^B} \quad U^A(x, y^A) \tag{4}$$

$$s.a. \quad \begin{array}{l} U^B(x, y^B) = \bar{U} \\ y^A + y^B + px = w^A + w^B \end{array}$$

Ejercicio: Demuestre que resolviendo el anterior problema, la condición de equilibrio de una asignación eficiente en el sentido de Pareto es $RMS_x^{y^A} + RMS_x^{y^B} = p$,

Por tanto, la condición de equilibrio para que una asignación sea eficiente desde el punto de vista de Pareto será:

$$RMS_x^{y^A} + RMS_x^{y^B} = p \tag{5}$$

donde $RMS_x^{y^A} + RMS_x^{y^B}$ es la valoración social de un cigarrillo en términos de la renta. En equilibrio, por tanto, la suma de las relaciones marginales de sustitución determinadas por las preferencias de ambos agentes económicos se iguala al coste del cigarrillo en el mercado. Con esta asignación podemos decir que el bienestar social es máximo.

En nuestro ejemplo, $RMS_x^{y^A} = -2(25 - x)(-1) = 50 - 2x$, mientras que $RMS_x^{y^B} = -x$. Por tanto, $RMS_x^{y^A} + RMS_x^{y^B} = 50 - 3x$. En equilibrio se cumplirá:

$$50 - 3x' = 30 \rightarrow x' = \frac{20}{3} \cong 7$$

Desde un punto de vista social, por tanto, A debería fumar aproximadamente 7 cigarrillos. De esta forma, lograríamos una asignación Pareto-eficiente. El problema es que la opción de dar libertad individual de elección y acción (*laissez-faire*) no va a permitir llegar a tal asignación. Son, por tanto, necesarias definir soluciones que nos permitan llegar a asignaciones socialmente eficientes. En este sentido, instituciones sociales como el sistema jurídico o la intervención del Estado, podrían lograr la eficiencia en el sentido de Pareto. A continuación, se presentan algunas soluciones.

Soluciones posibles en presencia de externalidades de consumo

a. Imponer cuotas máximas

Una solución podría ser imponer una cuota máxima de consumo de cigarrillos. En nuestro caso, $x = 7$. Sin embargo, la implementación de cuotas máximas no es sencilla si el sector público no es capaz de conocer las preferencias de los distintos agentes económicos. A pesar de esta limitación, las cuotas máximas de consumo existen. La creación de áreas urbanas con limitaciones de circulación podría ser un ejemplo (Madrid Central).

b. Crear un impuesto asociado al consumo

Otra solución sería establecer un impuesto específico al agente A, de forma que éste internalice el coste social que genera el humo y olor de sus cigarrillos[5]. De forma que,

$$RMS_x^{y^A} = p + t$$

Existen numerosos ejemplos de impuestos de este tipo. Es el caso de las tasas a la congestión que existen en numerosas ciudades (Londres, Milán).

c. Crear un mercado de derechos de consumo

Por último, se podría considerar el aire de la casa como un bien adicional, de forma que si se asignaran derechos de propiedad sobre el mismo y se crease un mercado de derechos, se podría llegar a una situación eficiente[6]. En este sentido, R. Coase señala que los problemas prácticos que plantean algunas externalidades se deben a que los derechos de propiedad no están o están mal definidos. Cuando los derechos de propiedad están definidos y existen mecanismos de negociación, los agentes podrían intercambiar sus derechos libremente pudiendo llegar a asignaciones Pareto-eficientes.

4.2. Una economía con externalidades de producción.

Consideremos ahora el caso de una empresa *Finerso*, S.A. (en adelante, F) que posee un lavadero y planta de procesamiento de fluorita con la que se produce flúor, f,

[5] Este impuesto se suele como conocer como pigouviano, ya que fue el economista inglés Arthur Pigou quien los definió por primera vez. Para más información: http://es.wikipedia.org/wiki/Arthur_Pigou

[6] Uno de los primeros economistas que estudiaron la existencia de externalidades en las actividades de producción y consumo fue el economista inglés Ronald H. Coase. Para más información: http://es.wikipedia.org/wiki/Ronald_Coase

para la industria, así como una cantidad de residuos minerales, x, que van a parar a la playa de *Tega*. En dicha playa, se encuentra un vivero natural de marisco, Mastrud, S.A (en adelante, M) que cría marisco, m, para posteriormente venderlo en restaurantes de la zona. M resulta, por tanto, perjudicado con la contaminación producida por F.

Supongamos que la función de costes de F es $C_F(f,x)$, donde f es la cantidad producida de flúor y x la producción de contaminación. Además vamos a considerar que la contaminación de la playa eleva el coste de cría de marisco, de forma que $\frac{\partial C_M}{\partial x} > 0$, y que *reduce* el coste de producción de flúor, $\frac{\partial C_F}{\partial x} \leq 0$. De esta forma, la disminución de contaminación aumentaría el coste de producción del flúor.

El problema de maximización del beneficio de F (que consideramos es precio aceptante en el mercado de flúor) es:

$$\underset{f,x}{Max}\ p_f f - C_F(f,x) \tag{6}$$

Mientras que el de M (considerando que es precio aceptante en el mercado del marisco) será:

$$\underset{m}{Max}\ p_m m - C_M(m,x) \tag{7}$$

Por tanto, la cantidad de contaminación es decidida únicamente por F, a pesar de que afecta a los costes de M.

Las condiciones de equilibrio para F son:

$$p_f = \frac{\partial C_F(f^*,x^*)}{\partial f} \tag{8}$$

$$0 = -\frac{\partial C_F(f^*,x^*)}{\partial x} \tag{9}$$

Mientras que para M es:

$$p_m = \frac{\partial C_M(m^*,x^*)}{\partial m} \tag{10}$$

Por tanto, las condiciones de equilibrio señalan que el precio de cada bien (flúor, contaminación y marisco) debe ser igual a su coste marginal. En el caso de F, uno de los productos es la contaminación que, como observamos tiene un precio nulo. Por tanto, la condición de equilibrio señala que se tendrá que producir contaminación hasta que el "coste"[7] de una unidad adicional sea cero.

En este caso, existe una externalidad negativa que afecta a M, dado que sus costes varían con la cantidad de contaminación producida por F. Ésta solo tiene en cuenta el coste de producción del flúor (*coste privado*) cuando calcula la cantidad máxima de beneficio, pero no el coste que impone a M (*externalidad negativa*). El aumento

[7] Como ya señalamos previamente, el aumento del nivel de contaminación reduce el coste de producción del flúor, por lo que, también podríamos interpretar esta condición de equilibrio (9) del siguiente modo: F vertirá contaminación hasta que el ahorro adicional que le supone en el proceso productivo el vertido de contaminación se iguale a cero.

que experimenta el coste de M como consecuencia del incremento de contaminación forma parte del **coste social**[8] de la producción de flúor y no es tenido en cuenta por F. Por lo tanto, F producirá una cantidad de contaminación mayor que la óptima, desde un punto de vista social.

En ese caso, nos podríamos hacer la siguiente pregunta: ¿cómo sería entonces un plan de producción de flúor y marisco eficiente en el sentido de Pareto?. Para contestarla, consideremos la posibilidad de que F comprar M, fusionándose ambas empresas. En ese caso, se puede demostrar que la externalidad negativa desaparecería, pues sólo existen externalidades en la producción cuando las acciones de una empresa afectan a las posibilidades de producción de otra u otras. Si consideramos que F y M se fusionan creando F&M, el problema de decisión de maximización de beneficio de la nueva empresa tendrá en cuenta las relaciones entre sus diferentes "plantas productivas". Decimos que la externalidad negativa se **internaliza** como consecuencia de los derechos de propiedad.

El problema de maximización de beneficio de F&M será:

$$\underset{f,m,x}{Max} \; p_f f + p_m m - C_F(f,x) - C_M(m,x) \tag{11}$$

Siendo las condiciones de equilibrio:

$$p_f = \frac{\partial C_F(\hat{f},\hat{x})}{\partial f} \tag{12}$$

$$p_m = \frac{\partial C_M(\widehat{m},\hat{x})}{\partial m} \tag{13}$$

$$0 = \frac{\partial C_F(\hat{f},\hat{x})}{\partial x} + \frac{\partial C_M(\widehat{m},\hat{x})}{\partial x} \tag{14}$$

Reordenando la ecuación (14):

$$-CMg_F(\hat{f},\hat{x}) = CMg_M(\widehat{m},\hat{x}) \tag{15}$$

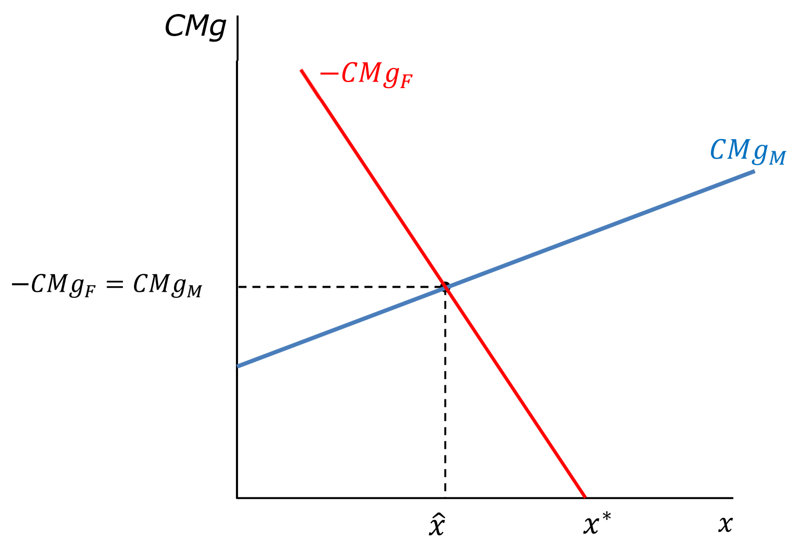
Vemos que la empresa F&M tiene en cuenta las consecuencias de la contaminación al calcular los costes marginales tanto de la planta F como del vivero M. Cuando la planta F decida la cantidad de contaminación, considerará los efectos sobre los beneficios de la planta M, es decir, tendrá en cuenta el coste social de su plan de producción internalizando la externalidad negativa que genera al vivero de marisco.

Comparando las cantidades de producción de contaminación en ambas situaciones vemos que, cuando F actuaba independientemente, la empresa producía contaminación hasta que el coste marginal de la contaminación para F fuera igual a cero, $CMg_F(f^*,x^*) = 0$; mientras que en el caso de la fusión, la empresa F&M producía contaminación hasta que la suma de coste marginal asociado a la contaminación de F, $-CMg_F(\hat{f},\hat{x})$, y el coste marginal asociado a la contaminación de M, $CMg_M(\widehat{m},\hat{x})$, fuera cero.

[8] El coste social de producir flúor, por tanto, se definirá como la suma del coste privado de F más la externalidad negativa, que afecta a M.

Cuando se tiene en cuenta el coste social de la producción de flúor, disminuye la producción de contaminación. Por tanto, si F considera la posibilidad de minimizar sus costes privados en la producción de flúor, produce en el punto en el que el coste marginal de contaminación es cero; a pesar de que el nivel de contaminación Pareto eficiente es el que se deriva de minimizar los costes sociales de la producción de flúor.

Figura 1. Coste social y coste privado



La Figura 1 muestra este resultado. $-CMg_F$ es el coste marginal en el que incurre F cuando produce más contaminación. La curva CMg_M señala el coste marginal en el que incurre M como consecuencia de la contaminación. Si no hay ningún tipo de intervención pública, F produce hasta x^*, en el que los costes marginales de contaminación se igualan a cero. En este caso, sólo tiene en cuenta los **costes privados** de la contaminación. La cantidad de contaminación es óptima desde el punto de vista privado, pero no desde el punto de vista social.

El nivel de contaminación Pareto eficiente es aquel en el que un aumento marginal de la contaminación es igual al coste marginal social, que tiene en cuenta la influencia de la contaminación en ambas empresas, tanto de F como de M.

Por tanto, cuando los costes privados de producción difieren a los costes sociales, no basta el libre mercado por sí solo para alcanzar la eficiencia en el sentido de Pareto.

Soluciones posibles en presencia de externalidades de producción

De acuerdo a la condición de equilibrio (12), el precio de la contaminación al que se enfrenta F no es el adecuado, ya que no le cuesta nada producirla. Una posible solución puede ser que la empresa F corra con los costes sociales de sus acciones[9].

[9] Esta solución permite implementar la idea de "quien contamina, paga".

Para ello se puede introducir un impuesto que grave la contaminación que genera F. Consideremos un tipo impositivo de t euros por cada unidad de contaminación que F genera. Su problema de decisión se convertirá en:

$$\underset{f,x}{Max}\; p_f f - C_F(f,x) - tx \tag{16}$$

Las condiciones de equilibrio para F son:

$$p_f = \frac{\partial C_F(f,x)}{\partial f} \tag{17}$$

$$-\frac{\partial C_F(f,x)}{\partial x} - t = 0 \tag{18}$$

Comparando con (15), vemos que si

$$t = \frac{\partial C_M(\hat{m},\hat{x})}{\partial x} \tag{19}$$

Estas condiciones son iguales a las que son Pareto eficientes. Este tipo de impuesto *pigouviano* plantea la necesidad de conocer el nivel de contaminación óptimo desde el punto de vista social.

Pero, si conociésemos dicha cantidad, el estado podría imponer un nivel máximo de producción de flúor, de forma que alcanzase como máximo dicho nivel de contaminación óptimo, sin necesidad de imponer ningún tipo de impuesto.

Otra solución posible para dicho problema sería el crear un nuevo mercado: el mercado de los derechos de contaminación, dado que hay agentes económicos que están dispuestos a pagar dinero por ver reducida la contaminación de F (la contaminación recordemos que es un bien mal).

Supongamos que los derechos de propiedad están definidos de forma que M tiene derecho a tener agua limpia en la playa, pero que esos derechos los puede vender a F para permitir la contaminación de la playa. Sea q el precio por unidad de contaminación y x la cantidad de contaminación que produce F. El problema de maximización de F será:

$$\underset{f,x}{Max}\; p_f f - qx - C_F(f,x) \tag{20}$$

Y el problema de M será:

$$\underset{m,x}{Max}\; p_m m + qx - C_M(m,x) \tag{21}$$

Las condiciones de equilibrio entonces son:

$$p_f = \frac{\partial C_F(f,x)}{\partial f} \tag{22}$$

$$q = -\frac{\partial C_F(f,x)}{\partial x} \tag{23}$$

$$p_m = \frac{\partial C_M(m,x)}{\partial m} \tag{24}$$

$$q = \frac{\partial C_M(m,x)}{\partial x} \tag{25}$$

Cada empresa se enfrenta al coste marginal social de cada una de sus acciones cuando elige la cantidad de derechos de contaminación que quiere comprar o vender.

Si el precio de los derechos de contaminación provoca que se iguale la demanda a la oferta, llegamos a un equilibrio eficiente. Observando las condiciones de equilibrio (23) y (24), vemos que se cumplirá:

$$-\frac{\partial C_F(f,x)}{\partial x}=\frac{\partial C_M(m,x)}{\partial x}$$

Por tanto, el coste marginal en el que incurre F reduciendo la contaminación debe ser igual al beneficio marginal que obtiene M como consecuencia de dicha reducción. Esta condición coincide con la que obtuvimos al fusionar ambas empresas (15).

Ahora supongamos el caso contrario en el que los derechos de propiedad se asignan al revés: F tiene derecho a contaminar mientras que M tiene que pagar para que F contamine menos. Podemos demostrar, en este caso, también podemos llegar a una solución Pareto eficiente. De hecho, llegaremos a la misma solución.

Consideremos que F tiene derecho a contaminar hasta una determinada cantidad $\bar{x}$, pero M está dispuesta a pagarle para que la reduzca. En ese caso, el problema de decisión de F será:

$$\underset{f,x}{Max}\; p_f f+q(\bar{x}-x)-C_F(f,x) \tag{26}$$

Ahora F tiene dos fuentes de renta: vender más flúor y/o vender reducción de contaminación. Las condiciones de equilibrio son:

$$p_f-\frac{\partial C_F(f,x)}{\partial f}=0 \tag{27}$$

$$-q-\frac{\partial C_F(f,x)}{\partial x}=0 \tag{28}$$

Mientras que el problema de decisión de M es:

$$\underset{m,x}{Max}\; p_m m-q(\bar{x}-x)-C_M(m,x) \tag{29}$$

siendo las condiciones de equilibrio:

$$p_m-\frac{\partial C_M(m,x)}{\partial m}=0 \tag{30}$$

$$q-\frac{\partial C_M(m,x)}{\partial x}=0 \tag{31}$$

Estas cuatro ecuaciones (27)-(28) y (30)-(31) coinciden con las condiciones (22)-(25).

A través de este sencillo ejemplo, extraemos dos importantes conclusiones que forman parte del **teorema de Coase** (1960), y que es conocido por ser uno de los pilares del *análisis económico del derecho*:

(1) Si los **derechos de propiedad** de un bien (en nuestro caso, la contaminación del agua del mar) están *bien definidos*, es posible llegar a una solución socialmente eficiente, dejando actuar libremente a ambas

partes siempre y cuando los costes de transacción derivados de firmar un contrato libre entre las partes sea pequeño o nulo[10].

(2) Cuando la producción de algún bien genera externalidades, la producción óptima desde el punto de vista social es **independiente** de quien tenga los derechos de propiedad. Sin embargo, la distribución de beneficios sí que depende generalmente de los derechos de propiedad. Así, si se concede a M el derecho a tener agua limpia en la playa, M estará mejor en el nivel óptimo, que en el caso en que se ceden derechos de contaminación a F.

4.3. Suministro de un bien público

Los bienes públicos presentan dos características distintivas en relación a los bienes privados. En primer lugar, los bienes públicos son ***no excluibles*** en el consumo. A diferencia del consumo de una hamburguesa o de un concierto de música en un teatro, en los que quedamos excluidos si no pagamos por su consumo, existen bienes en los que la exclusión es muy costosa o imposible. Algunos ejemplos para este tipo de bienes podrían ser el caso de la defensa nacional, las farolas en una ciudad o un programa de control de plagas de mosquitos. En estos casos, todos los habitantes de una comunidad se benefician de ellos y nadie queda excluido de ellos, independientemente de que haya contribuido a su financiación o no. Esta característica plantea problemas para los mercados, ya que hace que los agentes económicos tengan la tentación de dejar que *otro se encargue de pagar* y así beneficiarse de la contribución de los demás.

En segundo lugar, los bienes públicos son ***no rivales*** en el consumo. Es decir, permiten ofrecer beneficios a agentes económicos adicionales, con un coste social marginal nulo. Piense, por ejemplo, en la retransmisión de un partido de fútbol por radio o televisión, en la escucha de una canción musical, o en el visionado de una película. El consumo de un agente económico adicional no reduce la capacidad de consumo de otras personas. Esta característica, de nuevo, plantea problemas para los mercados ya que el precio eficiente sería cero.

Muchos bienes públicos, como las calles y las aceras, son suministrados por el sector público. Estas infraestructuras son utilizadas por el conjunto de la población, sin ningún tipo de exclusión ni rivalidad en su uso. La defensa nacional es otro ejemplo; todos los habitantes de un país reciben el mismo nivel de seguridad. Es posible que lo valoren de forma distinta, pero todos recibirán la misma cantidad.

[10] Los costes de transacción derivados de firmar un contrato libre entre las partes pueden estar relacionados con el número de agentes económicos implicados o con el desconocimiento de los costes o preferencias de los demás.

Supongamos que una comunidad de vecinos está formada por dos individuos, los cuales deben decidir qué cantidad de dinero van a gastarse en construir una piscina en el jardín comunitario. Cuanto más dinero decidan gastar, mejor será la calidad de la misma.

Consideremos que x_1 y x_2 representan el consumo privado de cada vecino y G representa la capacidad de la piscina. La función de costes de la piscina en relación con capacidad es $c(G)$. Por tanto, si los dos vecinos desean construir una piscina de una calidad G, tienen que gastar $c(G)$ euros.

La restricción de los vecinos es que la cantidad total que gastan en su consumo público y privado tiene que ser exactamente igual al dinero del que disponen:

$$x_1 + x_2 + c(G) = w_1 + w_2$$

Entonces, ¿cómo se determina la asignación eficiente en el sentido de Pareto?. A través del siguiente problema de decisión:

$$\max_{x_1, x_2, G} \; U_1(x_1, G) \tag{33}$$

$$s.a.\; U_2(x_2, G) = \overline{U}$$

$$x_1 + x_2 + c(G) = w_1 + w_2$$

La condición de optimalidad de este problema de decisión señala que la suma de las relaciones marginales de sustitución entre el bien privado y el bien público de ambos vecinos debe ser igual al coste marginal de suministrar una unidad adicional del bien público:

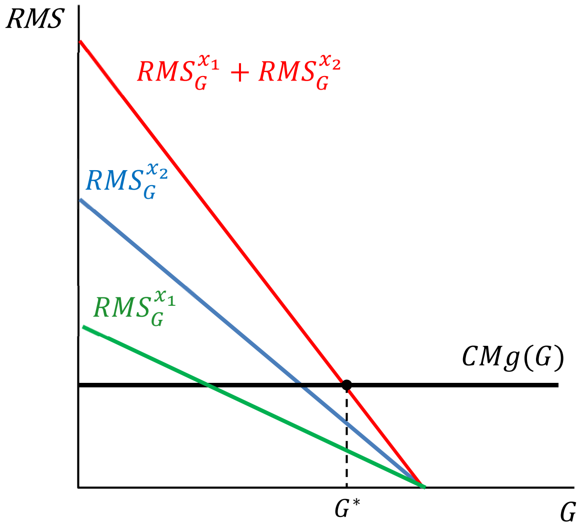
$$RMS_G^{x_1} + RMS_G^{x_2} = CMg(G)$$

Problema: Consideremos que $RMS_G^{x_1}$=1/2, $RMS_G^{x_2}$=2/3y que $CMg(G)$=1. ¿Estaríamos en una situación de eficiencia en el sentido de Pareto?.

Si consideramos que la relación marginal de sustitución mide la disponibilidad marginal a pagar por una unidad del bien público, entonces, la condición de eficiencia nos dice que la *suma* de las disponibilidades marginales a pagar debe ser iguales al coste de suministrar una unidad adicional del bien público. Por tanto, siempre que la suma de las cantidades que dichos vecinos están dispuestos a pagar por el bien público sea superior a su coste marginal, es deseable suministrar una mayor cantidad (o calidad) de dicho bien.

En la Figura 3 se representa la condición de eficiencia. En primer lugar, se calculará la suma vertical de las distintas $RMS_G^{x_i}$ de los agentes económicos. La asignación eficiente del bien público se encontrará en el punto en el que la suma de las $RMS_G^{x_i}$ se iguale al coste marginal.

Figura 3. Determinación de la cantidad eficiente de un bien público



Ejercicio. Considere que el vecino 1 de la comunidad presenta una función de utilidad como $u_1(G,x_1) = G^{\frac{1}{2}}x_1^{\frac{1}{2}}$ siendo la del vecino 2 $u_2(G,x_2) = G^{\frac{2}{3}}x_2^{\frac{1}{3}}$ donde G expresa la capacidad de la piscina, expresada en litros, mientras que x_1 y x_2 expresan el consumo de bienes privados por parte de cada vecino. Consideremos que el coste de producción de la piscina comunitaria viene determinado por la función: $C(G) = G$. Suponga que la asignación final de la comunidad de vecinos es: $(G,x_1,x_2) = (60.000, 20.000, 20.000)$.

a) Demuestre que la asignación es óptima desde el punto de vista de Pareto.

b) Determine cuál debería ser la capacidad de la piscina, G, si se desea que la asignación de la comunidad $(G,x_1,x_2) = (G, 14.000, 26.000)$ sea eficiente desde el punto de vista de Pareto.

Las preferencias cuasilineales y los bienes públicos

En general, la cantidad óptima del bien público es diferente para cada posible asignación del bien privado. Sin embargo, si los consumidores presentan preferencias cuasilineales, la cantidad del bien público correspondiente a cada asignación eficiente será única. Consideremos una función de utilidad como $u_i(x_i,G) = x_i + v_i(G)$, en la que la utilidad marginal del bien privado siempre es igual a uno, por lo que la relación marginal de sustitución entre el bien privado y el bien público sólo depende de G. Por lo tanto, el nivel eficiente de provisión del bien público es único e independiente del consumo privado de los agentes económicos.

Ejercicio. Considere que el vecino 1 de la comunidad presenta una función de utilidad como $u_1(x_1,G) = x_1 + 20.000\ln(G)$ siendo la del vecino 2 $u_2(x_2,G) = x_2 + 40.000ln(G)$.

a) Determine cuál debería ser la capacidad de la piscina, G, si se desea que la asignación de la comunidad $(G, x_1, x_2) = (G, 20.000, 20.000)$ sea eficiente en el sentido de Pareto.
b) Suponga que $(G,\ x_1, x_2) = (G, 14.000, 26.000)$, ¿cómo deberá ser G para que la asignación fuera Pareto eficiente?.

4.4. El problema de los polizones

Una vez que sabemos cuál es la condición para lograr asignaciones de los bienes públicos Pareto eficientes, debemos preguntarnos cómo se logran. De acuerdo al primer teorema del bienestar cuando los bienes son privados y no generan externalidades, la opción de dar libertad individual de elección y acción (*laissez-faire*) de los agentes interaccionando mediante mecanismos de mercado genera asignaciones eficientes desde el punto de vista de Pareto. ¿Se cumplirá también este teorema en el caso de la provisión de bienes públicos?.

Supongamos que en un pueblo perdido de la montaña viven únicamente dos vecinos. Consideremos que w_1 y w_2 representan la dotación monetaria de cada vecino, siendo x_1 y x_2 el consumo privado y g_1 y g_2 la aportación individual para la instalación de una antena de telefonía móvil del vecino 1 y 2, respectivamente. La cantidad total suministrada para la instalación de la antena es $G = g_1 + g_2$[11]. Dado que a cada una de las personas lo que le interesa la cantidad *total* suministrada para instalar la antena y no tanto la aportación individual de cada vecino, la función de utilidad de la persona *i* toma la forma $u_i(x_i, g_1 + g_2\ ) = u_i(x_i, G\ )$.

Para que el vecino 1 decida qué cantidad debe aportar para financiar el bien público, tiene que establecer conjeturas en relación a la cantidad que aportará el vecino 2. Si adoptamos el enfoque estudiado en teoría de juegos[12], vamos a considerar que el vecino 2 aportará $\bar{g}_2$. Este procedimiento será igualmente adoptado por el vecino 2 en relación a las posibles cantidades aportadas por 1. Por tanto, buscaremos aquel equilibrio en el que cada vecino realice la aportación óptima para cada posible aportación del otro vecino.

El problema de decisión del vecino 1 será entonces:

$$\underset{g_1, x_1}{Max}\ U_1(g_1 + \bar{g}_2, x_1) \qquad (34)$$
$$s.a.\ \ g_1 + x_1 = w_1$$

Si resolvemos el problema podemos demostrar que, en equilibrio, se cumple que:

[11] Implícitamente lo que estamos suponiendo es que la función de costes de la antena toma la forma: $c(G) = G$.

[12] En este enlace podéis repasar el concepto de equilibrio de Nash visto en la asignatura de «Teoría de Juegos» de 2° de GE: https://ocw.unican.es/pluginfile.php/895/course/section/989/Tema3.pdf

$$RMS_G^{x_1} = 1$$

Si planteáramos el problema de decisión para el vecino 2, podríamos demostrar que, de nuevo, la condición de equilibrio es que:

$$RMS_G^{x_2} = 1$$

Estas dos condiciones de equilibrio muestran que la solución del problema de decisión individual de cada vecino no permite cumplir la condición del equilibrio en el sentido de Pareto.

$$RMS_G^{x_1} + RMS_G^{x_2} = 1$$

Dado que la suma de las relaciones marginales de sustitución será superior al coste marginal, lo que implica que la cantidad suministrada del bien público (en este caso, la potencia de la antena) será inferior a la Pareto eficiente. Cada agente, de forma individual, trata de que sea el otro vecino el que contribuya en una mayor proporción a la instalación de la antena, de forma que pueda incrementar su consumo privado de bienes, a la vez que pueda disfrutar de igual manera que su vecino de la mejor cobertura en la zona. Esto hace que la solución asociada a la libertad de decisión y acción (*laissez-faire*) en cuanto a la financiación individual del bien público sea *ineficiente desde el punto de vista de Pareto*. A esta situación se la conoce como el **problema de los polizones**. Por tanto, en un equilibrio voluntario la cantidad que se suministra del bien público es, por lo general, demasiado pequeña, en relación con lo que sería eficiente.

El problema de los polizones se refiere, por tanto, a la tentación de los agentes económicos de dejar que sean otros los que suministren/financien los bienes públicos. En general, los mecanismos de contribución voluntaria no generan la cantidad eficiente del bien público debido a ese problema.

Este problema hace que, casi siempre, se utilicen otras instituciones sociales para decidir la cantidad que debe suministrarse de cada bien público. Algunas veces se emplea el **mecanismo de delegación de poderes** en el que una persona o un grupo de personas deciden la cantidad de los diferentes bienes públicos que se debe suministra a la población. En la mayoría de democracias occidentales esta es tarea que pertenece a la clase política, elegida mediante sufragio universal. Otras veces se utiliza un **sistema de votación** o consulta popular, en el que son los individuos con sus votos los que deciden la cantidad a suministrar del bien público. En algunos países, como Suiza, son los ciudadanos los que toman directamente la decisión. La cuestión que deberíamos preguntarnos es si estos mecanismos alternativos a los de mercado permiten llegar a asignaciones eficientes desde el punto de vista de Pareto. El análisis de estas cuestiones queda fuera del alcance de esta asignatura, siendo estudiado en aquellas materias relacionadas con la economía pública.

Ejercicio. Considere que el vecino 1 de la comunidad presenta una función de utilidad como $u_1(G, x_1) = G^{\frac{1}{4}}x_1$ siendo la del vecino 2 $u_2(G, x_2) = G^{\frac{1}{3}}x_2$, donde G expresa la potencia de la antena medida en MHz, siendo $c(G) = G$ la función de costes de la antena, mientras que x_1 y x_2 expresan el consumo de bienes privados por parte de cada vecino. Considere que la potencia de la antena, expresada en términos monetarios, es la suma de las contribuciones de los vecinos 1 y 2: $G = g_1 + g_2$. Vamos a considerar que estas contribuciones a la financiación de la antena son voluntarias.

a) Suponga que el vecino 1 no puede contribuir a la instalación de la antena ya que recientemente se ha quedado sin trabajo así que es el vecino 2, cuya dotación $w_2 = 40.000€$, el que financia la antena. Determine la potencia óptima de la antena, así como el consumo privado óptima del vecino 2. ¿Cuál sería la potencia óptima si fuera el vecino 2 el que no puede sufragar la antena y 1 la instala, siendo su dotación $w_1 = 48.000€$?.

b) Suponga ahora la situación en la que los dos vecinos tienen trabajo y por tanto van a financiar de forma conjunta la instalación de la antena. Ambos deciden su contribución voluntaria estableciendo conjeturas acerca de las posibles contribuciones del otro. Determine cuál será la potencia óptima de la antena y el consumo privado de cada vecino.

c) Determine las condiciones que permiten obtener asignaciones eficientes desde el punto de vista de Pareto y demuestre que la solución del apartado b) no lo es.