

# Las externalidades y los bienes públicos



# 18

En este capítulo, estudiamos las *externalidades*, es decir, los efectos de la producción y del consumo que no se reflejan directamente en el mercado, y los *bienes públicos*, es decir, los bienes que benefician a todos los consumidores, pero de los que el mercado ofrece una cantidad insuficiente o nula. Las externalidades y los bienes públicos son importantes fuentes de fallo del mercado y, por tanto, plantean serias cuestiones de política económica. Por ejemplo, ¿se debe permitir a las empresas verter residuos en los ríos y las corrientes? En caso afirmativo, ¿cuántos? ¿Hasta qué punto deben ser estrictas las normas sobre los niveles de emisión de los automóviles? ¿Cuánto dinero debe gastar el Estado en defensa nacional? ¿Y en educación? ¿Y en investigación básica? ¿Y en la televisión pública?

Cuando hay externalidades, el precio de los bienes no tiene por qué reflejar su valor social. Por consiguiente, las empresas pueden producir demasiado o excesivamente poco, por lo que el resultado del mercado es ineficiente. Comenzamos describiendo las externalidades y mostrando exactamente cómo provocan ineficiencias en el mercado. A continuación, evaluamos las soluciones. Mientras que algunas entrañan la intervención del Estado, otras se basan principalmente en la negociación entre los individuos o en el derecho legal de los que resultan afectados negativamente por una externalidad a demandar a los que la provocan.

A continuación, analizamos los bienes públicos. El coste marginal de suministrar un bien público a un consumidor más es cero y no es posible impedir a nadie consumirlo. Distinguimos entre los bienes difíciles de suministrar por el sector privado y los que podrían haberse suministrado a través del mercado. Concluimos describiendo el problema que tienen las autoridades cuando tratan de decidir la cantidad del bien público que van a suministrar.

## 18.1 LAS EXTERNALIDADES

Pueden surgir **externalidades** entre los productores, entre los consumidores o entre los consumidores y los productores. Las externalidades son *negativas* cuando la acción de una de las par-

### ESBOZO DEL CAPÍTULO

- 18.1 Las externalidades 747
- 18.2 Maneras de corregir los fallos del mercado 754
- 18.3 Las externalidades generadas por un stock 768
- 18.4 Las externalidades y los derechos de propiedad 775
- 18.5 Los recursos de propiedad común 779
- 18.6 Los bienes públicos 782
- 18.7 Las preferencias privadas por los bienes públicos 788

### LISTA DE EJEMPLOS

- 18.1 Los costes y los beneficios de las emisiones de dióxido de azufre 752
- 18.2 La reducción de las emisiones de dióxido de azufre en Beijing 761
- 18.3 El comercio de emisiones y el aire limpio 762
- 18.4 Regulación de los residuos sólidos urbanos 767
- 18.5 El calentamiento del planeta 773
- 18.6 El teorema de Coase en la práctica 779
- 18.7 La pesca de cangrejos de río en Luisiana 781
- 18.8 La demanda de aire limpio 786



• **externalidad** Acción de un productor o de un consumidor que afecta a otros productores o consumidores, pero no se tiene en cuenta en el precio de mercado.

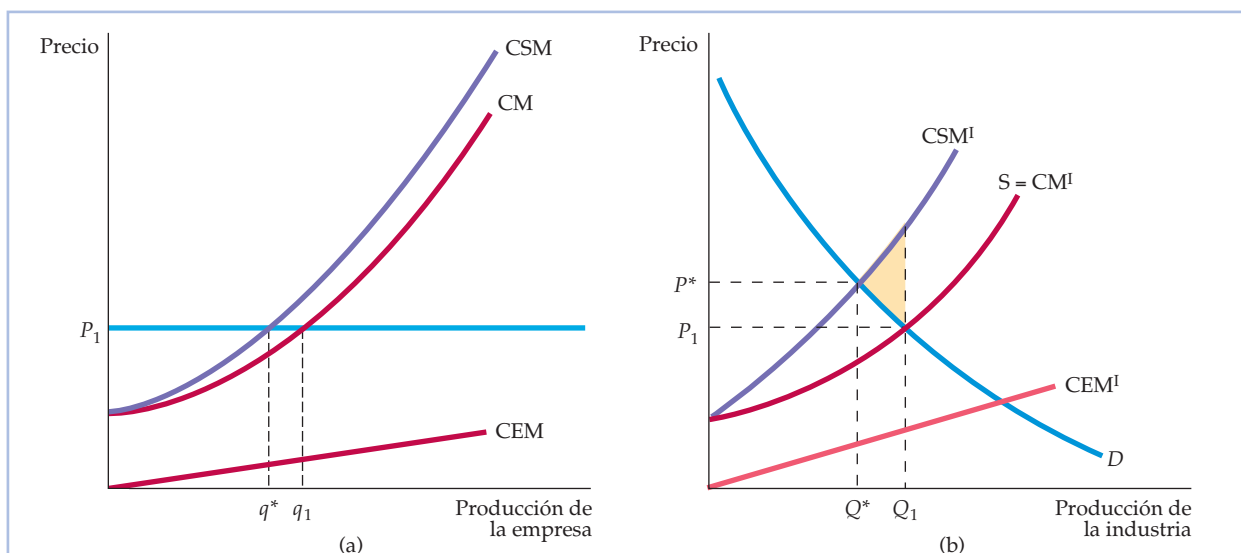
tes impone costes a la otra, o *positivas* cuando la acción de una de las partes beneficia a la otra.

Por ejemplo, existe una *externalidad negativa* cuando una acería vierte residuos a un río del que dependen los pescadores para sus capturas diarias. Cuantos más residuos vierta la acería al río, menos peces podrá este mantener. Sin embargo, la empresa no tiene incentivos para tener en cuenta los costes externos que impone a los pescadores cuando toma su decisión de producción. Por otra parte, no existe ningún mercado en el que estos costes externos puedan reflejarse en el precio del acero. Existe una *externalidad positiva* cuando el propietario de una vivienda la pinta y planta un atractivo jardín. Todos los vecinos se benefician de esta actividad y, sin embargo, la decisión del dueño de la vivienda de pintarla y ajardinarla probablemente no ha tenido en cuenta estos beneficios.

En el Apartado 6.3, explicamos que con una función de producción de proporciones fijas, es imposible sustituir unos factores por otros, ya que cada nivel de producción requiere una determinada combinación de trabajo y capital.

## Externalidades negativas e ineficiencia

Como las externalidades no se reflejan en los precios de mercado, pueden ser una fuente de ineficiencia económica. Cuando las empresas no tienen en cuenta los daños que causan las externalidades negativas, el resultado es un exceso de producción y unos costes sociales innecesarios. Para ver por qué, tomemos nuestro ejemplo de la acería que vierte residuos a un río. La Figura 18.1(a) muestra la decisión de producción de la acería en un mercado competitivo y la Figura 18.1(b) muestra las curvas de demanda y de oferta del mercado, suponiendo que todas las acerías generan externalidades similares. Suponemos que como la empresa



**FIGURA 18.1 El coste externo**

Cuando hay externalidades negativas, el coste social marginal CSM es mayor que el coste marginal CM. La diferencia es el coste externo marginal CEM. En la parte (a), una empresa maximizadora de los beneficios produce  $q_1$ , donde el precio es igual al CM. El nivel de producción eficiente es  $q^*$ , en el cual el precio es igual al CSM. En la parte (b), el nivel de producción competitivo de la industria es  $Q_1$ , que se encuentra en el punto de intersección de la oferta de la industria  $CM^I$  y la demanda  $D$ . Sin embargo, el nivel de producción eficiente  $Q^*$  es menor y se encuentra en el punto de intersección de la demanda y el coste social marginal  $CSM^I$ .



tiene una función de producción de proporciones fijas, no puede alterar las combinaciones de factores; solo es posible reducir los residuos y otros vertidos produciendo menos (sin este supuesto, las empresas elegirían conjuntamente entre diversas combinaciones de producción y reducción de la contaminación). Analizaremos la naturaleza de la externalidad en dos circunstancias: en primer lugar, cuando solo contamina una acería y, en segundo lugar, cuando contaminan todas de la misma manera.

El precio del acero es  $P_1$  y se encuentra en el punto de intersección de las curvas de demanda y de oferta de la Figura 18.1(b). La curva CM de la parte (a) indica el coste marginal de producción de una empresa siderúrgica representativa. Esta maximiza los beneficios produciendo la cantidad  $q_1$ , en la que el coste marginal es igual al precio (que es igual al ingreso marginal porque la empresa considera dado el precio). Sin embargo, cuando varía la producción de la empresa, también varía el coste externo impuesto a los pescadores. Este coste externo viene dado por la curva de **coste externo marginal** (CEM) de la Figura 18.1(a). Es intuitivamente claro por qué el coste externo total aumenta cuando aumenta la producción: hay más contaminación. Sin embargo, nuestro análisis centra la atención en el coste externo *marginal*, que mide el coste adicional de la externalidad generada por cada unidad *adicional* de producción. En la práctica, la curva CEM tiene pendiente positiva en el caso de la mayoría de los tipos de contaminación: cuando la empresa produce más y vierte más residuos, el daño adicional causado al sector pesquero aumenta.

Desde el punto de vista social, la empresa produce demasiado. El nivel de producción eficiente es aquel en el que el precio del producto es igual al **coste social marginal** (CSM) de producción: el coste marginal de producción *más* el coste externo marginal de verter residuos. En la Figura 18.1(a), la curva de coste social marginal se obtiene sumando el coste marginal y el coste externo marginal correspondiente a cada nivel de producción (es decir,  $CSM = CM + CEM$ ). La curva de coste social marginal, CSM, corta a la recta de precios en el nivel de producción  $q^*$ . Como en este caso solo hay una acería que vierte residuos en el río, el precio de mercado del producto no varía. Sin embargo, la empresa produce una cantidad excesiva ( $q_1$  en lugar de  $q^*$ ) y genera demasiados residuos.

Veamos ahora qué ocurre cuando todas las acerías vierten sus residuos a los ríos. En la Figura 18.1(b), la curva  $CM^I$  es la curva de oferta de la industria. El coste externo marginal correspondiente al nivel de producción de la industria,  $CEM^I$ , se obtiene sumando el coste marginal de todas las personas perjudicadas correspondiente a cada nivel de producción. La curva  $CSM^I$  representa la suma del coste marginal de producción y el coste externo marginal al que se enfrentan *todas las empresas siderúrgicas*. Por consiguiente,  $CSM^I = CM^I + CEM^I$ .

¿Es eficiente el nivel de producción de la industria cuando hay externalidades? Como muestra la Figura 18.1(b), el nivel de producción eficiente de la industria es aquel en el que el beneficio marginal de una unidad más de producción es igual al coste social marginal. Como la curva de demanda mide el beneficio marginal de los consumidores, el nivel de producción eficiente es  $Q^*$ , que se encuentra en el punto de intersección de las curvas de coste social marginal  $CSM^I$  y de demanda  $D$ . Sin embargo, el nivel de producción de la industria competitiva es  $Q_1$ , que se encuentra en el punto de intersección de la curva de demanda y la curva de oferta,  $CM^I$ . El nivel de producción de la industria es claramente demasiado alto.

En nuestro ejemplo, cada unidad de producción provoca el vertido de algunos residuos. Por tanto, independientemente de que examinemos la contaminación

En el Apartado 8.3, explicamos que como una empresa competitiva se enfrenta a una curva de demanda horizontal, maximiza el beneficio eligiendo el nivel de producción con el que el coste marginal es igual al precio.

#### • coste externo marginal

Aumento del coste impuesto externamente cuando una empresa o más empresas producen una unidad más.

#### • coste social marginal

Suma del coste marginal de producción y el coste externo marginal.

En el Apartado 9.2, explicamos que si no hay fallos en el mercado, un mercado competitivo genera un nivel de producción económicamente eficiente.



de una empresa o la de toda la industria, la ineficiencia económica es el exceso de producción que hace que se viertan demasiados residuos al río. La causa de la ineficiencia es la fijación incorrecta del precio del producto. El precio de mercado  $P_1$  de la Figura 18.1(b) es demasiado bajo: refleja el coste privado marginal de producción de las empresas, pero no el coste *social* marginal. Las empresas siderúrgicas solo producirán una cantidad eficiente con un precio más alto  $P^*$ .

¿Qué coste tiene esta ineficiencia para la sociedad? El coste social correspondiente a cada unidad producida por encima de  $Q^*$  es la diferencia entre el coste social marginal y el beneficio marginal (la curva de demanda). Por consiguiente, el coste social agregado se representa en la Figura 18.1(b) por medio del triángulo sombreado situado entre  $CSM^I$ ,  $D$  y el nivel de producción  $Q_1$ . Cuando pasamos del nivel de producción maximizador de los beneficios al nivel de producción socialmente eficiente, la situación de las empresas empeora, ya que sus beneficios disminuyen y la situación de los compradores de acero empeora, ya que el precio del acero ha subido. Sin embargo, estas pérdidas son menores que la ganancia que obtienen los que resultan perjudicados por el efecto negativo del vertido de residuos en el río.

Las externalidades generan ineficiencias a largo plazo y a corto plazo. En el Capítulo 8, vimos que las empresas entran en una industria competitiva siempre que el precio del producto es superior al *coste medio* de producción y salen siempre que el precio es inferior. En el equilibrio a largo plazo, el precio es igual al coste medio (a largo plazo). Cuando hay externalidades negativas, el coste privado medio de producción es menor que el coste social medio. Por consiguiente, algunas empresas permanecen en la industria incluso cuando es eficiente abandonarla. Por tanto, las externalidades negativas animan a demasiadas empresas a permanecer en la industria.

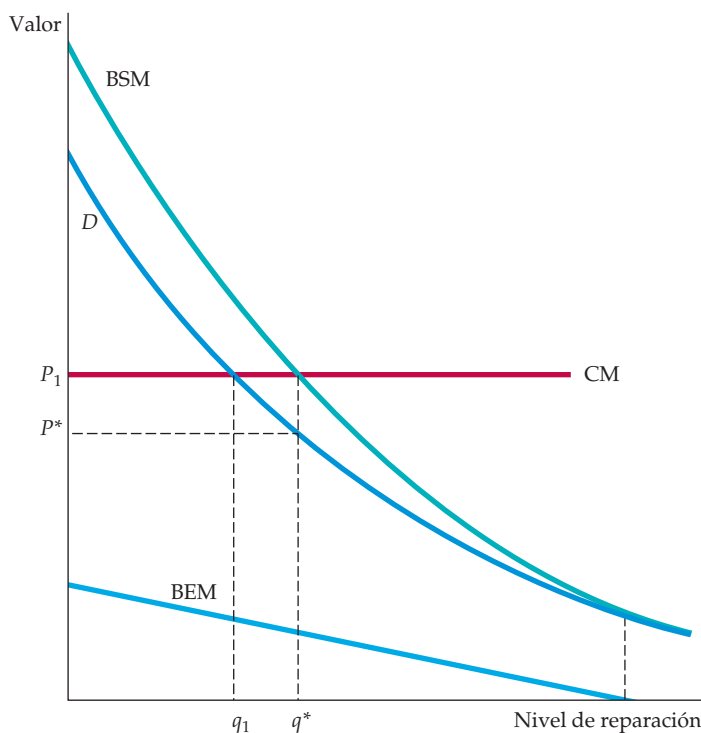
## Externalidades positivas e ineficiencia

Las externalidades también pueden dar como resultado la producción de una cantidad excesivamente pequeña, como muestra el ejemplo de la reparación y el ajardinamiento de la vivienda. En la Figura 18.2, el eje de abscisas mide la inversión del propietario de la vivienda (en dólares) en reparaciones y ajardinamiento. La curva de coste marginal de la reparación de la vivienda muestra el coste de las reparaciones a medida que se realiza más trabajo en la vivienda; es horizontal, ya que la cantidad de reparaciones no afecta a este coste. La curva de demanda  $D$  mide el beneficio privado marginal de las reparaciones para el dueño de la vivienda. Este decidirá invertir  $q_1$  en reparaciones, cantidad que se encuentra en el punto de intersección de sus curvas de demanda y de coste marginal. Pero las reparaciones generan beneficios externos a los vecinos, como muestra la curva de **beneficio externo marginal**, BEM. Esta curva tiene pendiente negativa en este ejemplo, ya que el beneficio marginal es elevado cuando se realiza una pequeña cantidad de reparaciones, pero disminuye conforme aumentan los trabajos de reparación.

La curva de **beneficio social marginal**, BSM, se calcula sumando el beneficio privado marginal y el beneficio externo marginal correspondientes a cada uno de los niveles de producción. En suma,  $BSM = D + BEM$ . El nivel eficiente de producción  $q^*$ , en el que el beneficio social marginal de las reparaciones adicionales es igual al coste marginal de esas reparaciones, se halla en el punto de intersec-

• **beneficio externo marginal** Aumento que experimenta el beneficio que obtienen otras partes cuando una empresa produce una unidad más.

• **beneficio social marginal** Suma del beneficio privado marginal más el beneficio externo marginal.



**FIGURA 18.2** Los beneficios externos

Cuando hay externalidades positivas, los beneficios sociales marginales BSM son mayores que los beneficios marginales  $D$ . La diferencia es el beneficio externo marginal BEM. Un propietario de una vivienda que actúe interesadamente invierte  $q_1$  en reparaciones, cantidad que se encuentra en el punto de intersección de la curva de beneficio marginal  $D$  y la curva de coste marginal  $CM$ . El nivel eficiente de reparaciones  $q^*$  es mayor y se encuentra en el punto de intersección de las curvas de beneficio social marginal y de coste marginal.

ción de las curvas BSM y  $CM$ . La ineficiencia se debe a que el dueño de la vivienda no recoge todos los beneficios de su inversión en reparaciones y ajardinamiento. Por consiguiente, el precio  $P_1$  es demasiado alto para animarlo a invertir en el nivel socialmente deseable de reparación de viviendas. Es necesario que el precio  $P^*$  sea más bajo para fomentar el nivel eficiente de oferta,  $q^*$ .

Otro ejemplo de externalidad positiva es el dinero que gastan las empresas en investigación y desarrollo (I+D). Las innovaciones resultantes de la investigación a menudo no pueden protegerse de otras empresas. Supongamos, por ejemplo, que una empresa diseña un nuevo producto. Si es posible patentarlo, puede obtener grandes beneficios fabricando y comercializando el nuevo producto. Pero si el nuevo diseño puede ser imitado perfectamente por otras empresas, estas pueden quedarse con algunos de los beneficios de la que lo desarrolló. Como existen pocos incentivos para realizar I+D, es probable que el mercado no asigne suficientes fondos para financiarla.

El concepto de externalidad no es nuevo: cuando analizamos la demanda en el Capítulo 4, explicamos que pueden surgir externalidades de redes positivas y



En el Apartado 4.5, explicamos que cuando hay una externalidad de redes, la demanda de cada persona depende de las compras de otras.

negativas si la cantidad de un bien demandada por un consumidor aumenta o disminuye en respuesta a un aumento de las compras por parte de otros consumidores. Las externalidades de redes también pueden provocar fallos en el mercado. Supongamos, por ejemplo, que algunas personas disfrutan socializando en abarrotadas estaciones de esquí cuando hay otros muchos esquiadores. La congestión resultante podría hacer que la experiencia de esquiar fuera desagradable para los esquiadores que prefieren que haya pocas colas a los acontecimientos sociales agradables.

### EJEMPLO 18.1 Los costes y los beneficios de las emisiones de dióxido de azufre

Aunque el dióxido de azufre puede ser producido de forma natural por los volcanes, en Estados Unidos casi dos tercios de todas las emisiones de dióxido de azufre proceden de la generación de energía eléctrica que depende de la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo. Las consecuencias medioambientales de la contaminación provocada por el dióxido de azufre han preocupado a los poderes públicos durante años, pero en Estados Unidos esa preocupación alcanzó nuevas cotas en la década de 1990 (con la introducción de una serie de enmiendas en la Clean Air Act) debido a los posibles efectos negativos de la lluvia ácida. La lluvia ácida —que se forma cuando el dióxido de azufre y el óxido de nitrógeno reaccionan con la atmósfera para formar varios compuestos ácidos— pone en peligro las propiedades y la salud en el Medio Oeste y noroeste de Estados Unidos<sup>1</sup>.

La lluvia ácida puede afectar negativamente a la salud humana directamente a través de la atmósfera o del suelo en el que se cultiva lo que comemos. Se ha demostrado que aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardíacas y pulmonares, como asma y bronquitis, y se ha relacionado con la muerte prematura tanto de adultos como de niños. Según una estimación, si las emisiones de dióxido de azufre se hubieran reducido un 50 por ciento con respecto a los niveles de los años 80 —momento en que las emisiones alcanzaron un máximo histórico en Estados Unidos— se habrían evitado más de 17.000 muertes.

La lluvia ácida, además de afectar a la salud humana, es perjudicial para el agua y los bosques, así como para las estructuras hechas por el hombre. Según un estudio, una reducción del 50 por ciento de los niveles de dióxido de azufre existentes en los años 80 se habría traducido en una mejora de la pesca recreativa por un valor anual de 24 millones de dólares, en una mejora del sector de la madera comercial por un valor anual de 800 millones y en una mejora para los productores de cereales por un valor anual de 700 millones<sup>2</sup>. Además, se ha demostrado que las emisiones de dióxido de azufre dañan la pintura, el acero, la caliza y el mármol al aumentar la erosión de la superficie. Aunque el coste de la lluvia ácida para los materiales producidos por el hombre es difícil de cuantificar, los fabricantes de automóviles están ofreciendo actualmente pintura resistente a la lluvia ácida en sus nuevos automóviles con un coste me-

<sup>1</sup> Para más información sobre el dióxido de azufre y la lluvia ácida, véase <http://www.epa.gov>.

<sup>2</sup> Spencer Banzhaf *et al.*, «Valuation of Natural Resource Improvements in the Adirondacks», Washington Resources for the Future, septiembre, 2004.



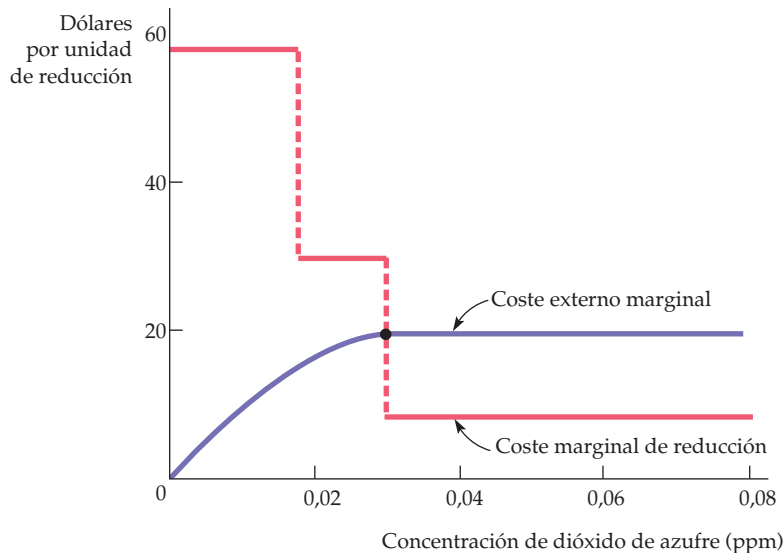


dio de 5 dólares por automóvil, es decir, 61 millones de dólares en el caso de todos los automóviles y camiones nuevos que se venden en Estados Unidos.

¿Cuáles son los costes de la reducción de las emisiones de dióxido de azufre? Para lograr esta reducción, las empresas tienen que utilizar equipo para controlar las emisiones. Es probable que el coste adicional de lograr una cierta reducción de las emisiones sea pequeño, pero ese coste aumenta cuanto mayor es la inversión en equipo de capital que se necesita para lograr una reducción mayor.

La Figura 18.3 muestra un ejemplo de los costes y los beneficios de reducir las emisiones de dióxido de azufre. Se basa en un estudio de la reducción de la contaminación en Filadelfia<sup>3</sup>. Es más fácil interpretar el gráfico de derecha a izquierda, ya que estamos viendo qué cantidad de reducción de las concentraciones de dióxido de azufre a partir del nivel existente de 0,08 partes por millón es socialmente deseable. La curva de coste marginal de la reducción es ascendente (de derecha a izquierda); aumenta siempre que se necesita nuevo equipo de control de la contaminación intensivo en capital para ahorrar combustible.

La curva de coste externo marginal refleja (una vez más leyendo de derecha a izquierda) la reducción adicional de los daños causados por la lluvia ácida. Cuando las concentraciones son moderadas, los estudios de las enfermedades respiratorias, de la corrosión de los materiales y de la pérdida de



**FIGURA 18.3** Reducciones de las emisiones de dióxido de azufre

La concentración eficiente de dióxido de azufre iguala el coste marginal de reducción y el coste externo marginal. En esta figura, la curva de coste marginal de reducción es una serie de peldaños, cada uno de los cuales representa el uso de una tecnología de reducción diferente.

<sup>3</sup> Thomas R. Irvin, «A Cost Benefit Analysis of Sulfur Dioxide Abatement Regulations in Philadelphia», *Business Economics*, septiembre, 1977, págs. 12-20.



visibilidad inducen a pensar que los costes sociales marginales son altos y relativamente constantes. Sin embargo, cuando las concentraciones son muy bajas, el coste externo marginal disminuye y finalmente los efectos negativos que produce la contaminación en la salud, los materiales o la estética son relativamente pequeños.

El nivel eficiente de reducción de las emisiones de dióxido de azufre viene dado por el número de partes por millón con el que el coste marginal de reducción de las emisiones es igual al coste externo marginal. Vemos en la Figura 18.3 que este nivel es de 0,0275 partes por millón aproximadamente.

Recapitulando, la reducción de las emisiones de dióxido de azufre tiene beneficios claramente significativos. ¿Qué ocurre si se adoptan medidas para lograr esa reducción eficientemente? Volveremos a analizar estas cuestiones después de examinar en el Apartado 18.2 diversas medidas posibles para tratar las externalidades.

## 18.2 MANERAS DE CORREGIR LOS FALLOS DEL MERCADO

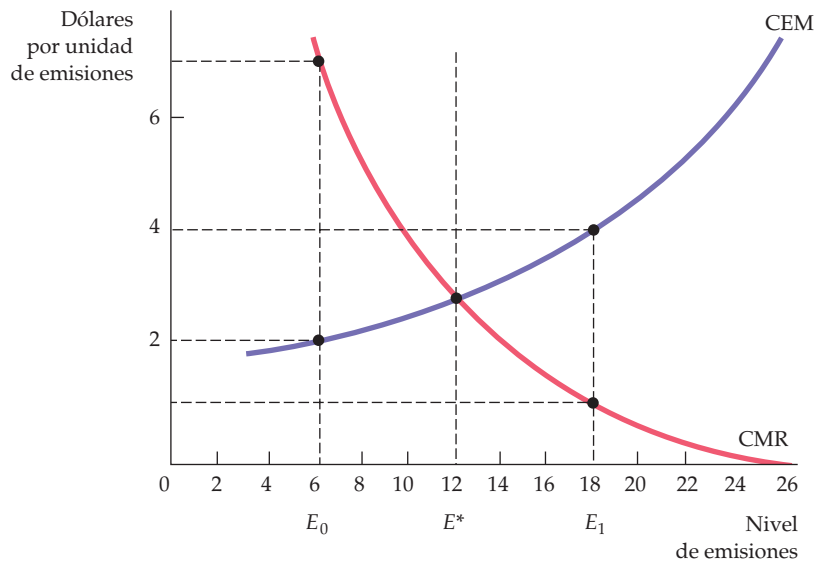
¿Cómo puede resolverse la ineficiencia generada por una externalidad? Si la empresa que genera la externalidad tiene una tecnología de producción de proporciones fijas, la externalidad solo puede reducirse animando a la empresa a producir menos. Como vimos en el Capítulo 8, este objetivo solo puede lograrse por medio de un impuesto sobre la producción. Afortunadamente, la mayoría de las empresas pueden sustituir unos factores por otros en el proceso de producción alterando su elección de la tecnología. Por ejemplo, un fabricante puede instalar un depurador en la chimenea para reducir sus emisiones.

Consideremos el caso de una empresa que vende su producción en un mercado competitivo. La empresa emite contaminantes que dañan la calidad del aire de los alrededores. Puede reducir sus emisiones, pero como muestra la Figura 18.4, solo puede reducirlas con un coste. El eje de abscisas representa el nivel de emisiones de la fábrica y el de ordenadas el coste por unidad de emisiones. Para simplificar el análisis, suponemos que la decisión de producción de la empresa y su decisión de emisiones son independientes y que ya ha elegido su nivel de producción maximizador de los beneficios. Por tanto, está lista para elegir el nivel de emisiones que prefiere. La curva CEM representa el *coste externo marginal de las emisiones*. Esta curva muestra el daño adicional causado por las emisiones. Utilizaremos los términos *coste externo marginal* y *coste social marginal* indistintamente en el análisis siguiente (recuérdese que hemos supuesto que el nivel de producción de la empresa es fijo, por lo que los costes privados de producción —a diferencia del grado de reducción de la contaminación— no varían). La curva CEM tiene pendiente positiva porque el coste *marginal* de la externalidad es mayor cuanto más extensa es esta (los datos procedentes de estudios sobre los efectos de la contaminación del aire y el agua inducen a pensar que los pequeños niveles de contaminantes ocasionan pocos daños; sin embargo, estos aumentan significativamente conforme es mayor el nivel de contaminantes).

Como ponemos el énfasis en la reducción de las emisiones con respecto a los niveles existentes, nos resultará útil interpretar el gráfico CEM de derecha a izquier-

Recuérdese que en el Apartado 7.3 vimos que una empresa puede sustituir unos factores por otros cambiando las tecnologías en respuesta a una tasa sobre las emisiones.





**FIGURA 18.4** El nivel eficiente de emisiones

El nivel eficiente de emisiones de la fábrica es el que iguala el coste externo marginal de las emisiones, CEM, y el beneficio derivado de la disminución de los costes de reducción CMR. El nivel eficiente de 12 unidades es  $E^*$ .

da. Desde esta perspectiva, vemos que el CEM correspondiente a una pequeña reducción de las emisiones con respecto al nivel de 26 unidades, que refleja el beneficio adicional de la reducción de las emisiones, es superior a 6 dólares por unidad. Sin embargo, a medida que se reducen las emisiones, el coste social marginal disminuye (finalmente) a menos de 2 dólares por unidad. Hay un punto en el que el beneficio adicional de reducir las emisiones es de menos de 2 dólares.

La curva CMR es el *coste marginal de la reducción de las emisiones*. Mide el coste adicional que tiene para la empresa la instalación de equipo de control de la contaminación. Tiene pendiente negativa, ya que el coste marginal de reducir las emisiones es bajo cuando la reducción es pequeña y alto cuando es significativa (una leve reducción es barata, ya que la empresa puede revisar la programación de la producción para que las mayores emisiones ocurran por la noche, en que hay pocas personas fuera; una reducción significativa exige la introducción de caros cambios en el proceso de producción). Al igual que ocurre con la curva CEM, la interpretación de la curva CMR de derecha a izquierda ayudará a entenderla intuitivamente. Desde esta perspectiva, el coste marginal de reducción de las emisiones aumenta a medida que tratamos de reducirlas cada vez más.

Si *no* se hace ningún esfuerzo para reducir la contaminación, el nivel de emisiones maximizador de los beneficios de la empresa es 26, que es el nivel en el que el coste marginal de reducción es cero. El nivel eficiente de emisiones, 12 unidades, se encuentra en el punto  $E^*$ , en el cual el coste externo marginal de las emisiones, 3 dólares, es igual al coste marginal de reducirlas. Obsérvese que si las emisiones son inferiores a  $E^*$  —por ejemplo,  $E_0$ — el coste marginal de su reduc-



ción, 7 dólares, es mayor que el coste social marginal, 2 dólares. Por tanto, el nivel de emisiones es demasiado bajo en relación con el óptimo social. Sin embargo, si el nivel de emisiones es  $E_1$ , el coste externo marginal, 4 dólares, es mayor que el beneficio marginal de la reducción, 1 dólar. En ese caso, el nivel de emisiones es demasiado alto.

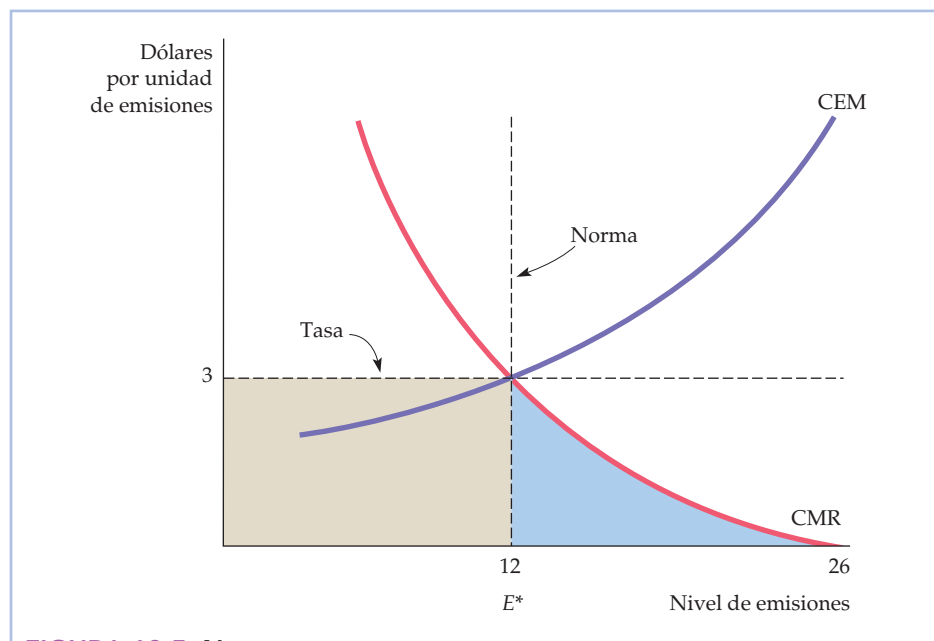
Podemos animar a la empresa a reducir las emisiones hasta  $E^*$  de tres formas: por medio de: (1) normas sobre las emisiones; (2) tasas sobre las emisiones, y (3) permisos transferibles de contaminación. Comenzaremos analizando las normas y las tasas y comparando las ventajas y los inconvenientes relativos. A continuación, examinaremos los permisos transferibles de contaminación.

## Las normas sobre el nivel de emisiones

• **norma sobre las emisiones** Límite legal de la cantidad de contaminantes que puede emitir una empresa.

Una **norma sobre el nivel de emisiones** consiste en la limitación legal de la cantidad de contaminantes que puede emitir una empresa. Si esta traspasa el límite, puede ser objeto de sanciones monetarias e incluso penales. En la Figura 18.5, el nivel eficiente de emisiones es de 12 unidades y se encuentra en el punto  $E^*$ . La empresa será objeto de graves sanciones si supera este nivel de emisiones.

La norma garantiza que la empresa producirá eficientemente. Esta cumple la norma instalando equipo de reducción de la contaminación. El aumento del gasto destinado a la reducción provoca un desplazamiento ascendente de la curva de coste medio de la empresa (en la cuantía del coste medio de reducción). A las em-



**FIGURA 18.5** Normas y tasas

El nivel eficiente de emisiones situado en  $E^*$  puede lograrse por medio de tasas sobre las emisiones o de normas. Si existe una tasa de 3 dólares por unidad de emisiones, una empresa reduce sus emisiones hasta el punto en el que la tasa es igual al coste marginal de la reducción. Esta misma reducción del nivel de emisiones puede lograrse con una norma que lo limite a 12 unidades.



presas solo les resultará rentable entrar en la industria si el precio del producto es mayor que el coste medio de producción más la reducción de la contaminación; esta es la condición eficiente en el caso de la industria <sup>4</sup>.

## Las tasas sobre las emisiones

Una **tasa sobre las emisiones** es un gravamen que se establece sobre cada unidad de emisión de una empresa. Como muestra la Figura 18.5, una tasa sobre las emisiones de 3 dólares inducirá a nuestra fábrica a comportarse eficientemente. Con esta tasa, la empresa minimiza sus costes reduciendo las emisiones de 26 a 12 unidades. Para ver por qué, obsérvese que la primera unidad de emisiones puede reducirse (de 26 a 25 unidades de emisiones) con un coste muy bajo (el coste marginal de reducción adicional es cercano a cero). Por tanto, la empresa puede evitar pagar la tasa de 3 dólares por unidad con un coste muy bajo. En realidad, el coste marginal de reducción es menor que la tasa sobre las emisiones en el caso de todos los niveles de emisión superiores a 12 unidades. En ese caso, compensa reducir las emisiones. Sin embargo, por debajo de 12 unidades, el coste marginal de reducción es mayor que la tasa. En ese caso, la empresa preferirá pagar la tasa a reducir las emisiones. Por tanto, pagará una tasa total representada por el rectángulo sombreado de color gris oscuro e incurrirá en un coste total de reducción representado por el triángulo sombreado de color azul situado por debajo de la curva CMR a la derecha de  $E = 12$ . Este coste es menor que la tasa que pagaría la empresa si no redujera en absoluto sus emisiones.

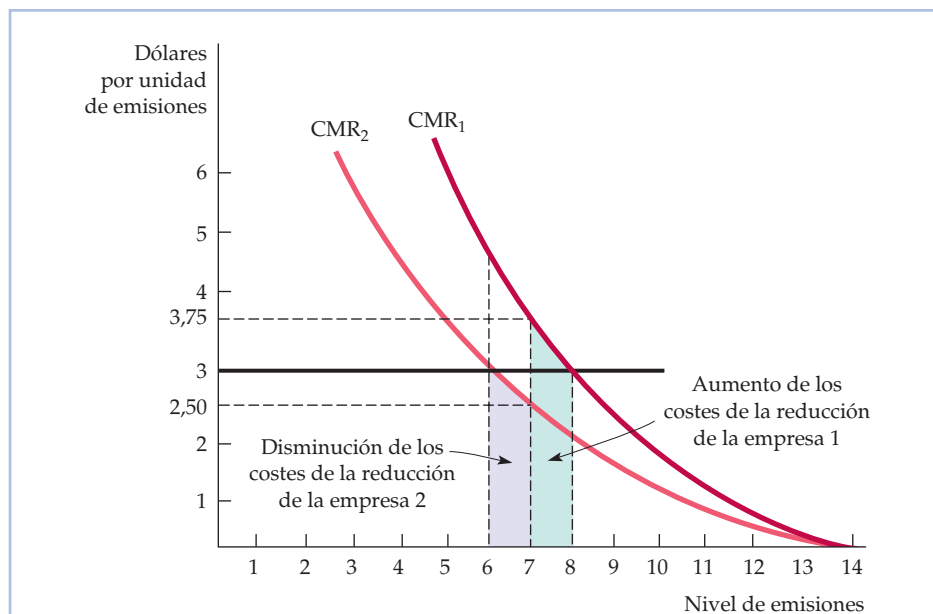
• **tasa sobre las emisiones** Gravamen por cada unidad de emisiones de una empresa.

## ¿Normas o tasas?

Históricamente, Estados Unidos ha recurrido a normas para regular las emisiones. Sin embargo, otros países, como Alemania, han utilizado las tasas con éxito. ¿Qué método es mejor? Las ventajas relativas de las normas y de las tasas dependen de la cantidad de información de la que dispongan las autoridades y del coste efectivo del control de las emisiones. Para comprender estas diferencias, supongamos que el organismo encargado de regular las emisiones debe cobrar la misma tasa o establecer la misma norma para todas las empresas debido a los costes administrativos.

**Los argumentos a favor de las tasas** Examinemos, en primer lugar, los argumentos a favor de las tasas. Consideremos el caso de dos empresas cuya localización es tal que el coste social marginal de las emisiones es el mismo cualquiera que sea la empresa que reduzca sus emisiones. Sin embargo, como tienen costes de reducción diferentes, sus curvas de coste marginal de reducción no son iguales. La Figura 18.6 muestra por qué son preferibles en este caso las tasas a las normas.  $CMR_1$  y  $CMR_2$  representan las curvas de coste marginal de reducción de las dos empresas. Cada una genera inicialmente 14 unidades de emisiones. Supongamos que queremos reducir las emisiones totales en 14 unidades. La Figura 18.6 muestra que el método más barato es hacer que la empresa 1 reduzca las emisiones en 6 unidades y la 2 las reduzca en 8. Con estas reducciones, las dos em-

<sup>4</sup> Se supone que los costes sociales de las emisiones no varían con el paso del tiempo. Si variaran, también variaría la norma eficiente.



**FIGURA 18.6** Los argumentos a favor de las tasas

Cuando la información es limitada, las autoridades pueden tener que elegir entre el establecimiento de una única tasa sobre las emisiones y el establecimiento de una única norma sobre las emisiones para todas las empresas. La tasa de 3 dólares logra un nivel total de emisiones de 14 unidades de un modo más barato que una norma de 7 unidades por empresa. Con la tasa, la empresa que tiene una curva de coste de reducción de la contaminación más baja (la empresa 2) reduce las emisiones más que la empresa que tiene una curva de coste más alta (la empresa 1).

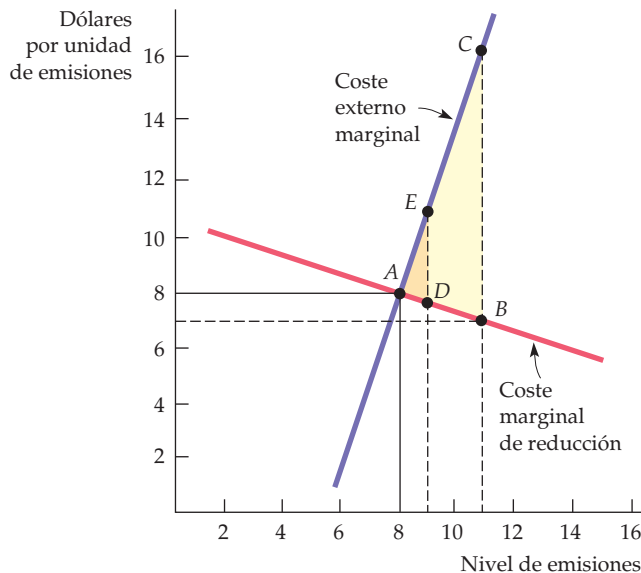
presas tienen unos costes marginales de reducción de 3 dólares. Pero veamos qué ocurre si el organismo regulador pide a las dos empresas que reduzcan sus emisiones en 7 unidades. En ese caso, el coste marginal de reducción de la empresa 1 aumenta de 3 dólares a 3,75 y el de la 2 disminuye de 3 dólares a 2,50. Esta medida no puede ser minimizadora de los costes, ya que la segunda empresa puede reducir sus emisiones de un modo más barato que la primera. Las emisiones solo se reducen en 14 unidades con un coste mínimo cuando el coste marginal de reducción de las dos empresas es el mismo.

Ya podemos ver por qué puede ser preferible una tasa sobre las emisiones (3 dólares) a una norma sobre las emisiones (7 unidades). Con una tasa de 3 dólares, la empresa 1 reducirá las emisiones en 6 unidades y la 2 en 8, que es el resultado eficiente. En cambio, con una norma, la empresa 1 incurrirá en unos costes adicionales de reducción representados por el área sombreada de color verde situada entre 7 y 8 unidades de emisión. Pero los costes de reducción de la empresa 2 experimentarán una disminución representada por el área sombreada de color morada situada entre 6 y 7 unidades de emisión. Es evidente que el aumento de los costes de reducción de la empresa 1 es mayor que la disminución de los costes de la 2. Por tanto, la tasa sobre las emisiones logra el mismo nivel de emisiones con un coste menor que la norma que obliga a las dos empresas a reducir en la misma cuantía sus emisiones.



Generalmente, las tasas son preferibles a las normas por varias razones. En primer lugar, cuando deben establecerse las mismas normas para todas las empresas, las tasas consiguen las mismas reducciones de las emisiones con un coste menor. En segundo lugar, las tasas dan poderosos incentivos a las empresas para instalar nuevo equipo que les permita reducir *aún más* las emisiones. Supongamos que la norma exige que cada empresa reduzca sus emisiones en 6 unidades, es decir, de 14 a 8. La empresa 1 está considerando la posibilidad de instalar nuevos dispositivos para controlar las emisiones que reducirían su coste marginal de reducción de  $CMR_1$  a  $CMR_2$ . Si el equipo es relativamente barato, la empresa lo instalará porque este equipo reducirá el coste de cumplir la norma. Sin embargo, una tasa sobre las emisiones de 3 dólares daría más incentivos a la empresa para reducir las emisiones. Con la tasa, no solo será menor el coste de reducción de la empresa en las 6 primeras unidades de reducción, sino que también será más barato reducir las emisiones en 2 unidades más: la tasa sobre las emisiones es mayor que el coste marginal de reducción en el caso de los niveles de emisiones situados entre 6 y 8.

**Los argumentos a favor de las normas** Examinemos ahora los argumentos a favor de las normas observando la Figura 18.7. Mientras que la curva de coste externo marginal es muy inclinada, la de coste marginal de reducción es relativamente plana. La tasa eficiente sobre las emisiones es de 8 dólares. Pero supongamos



**FIGURA 18.7** Los argumentos a favor de las normas

Cuando las autoridades tienen una información limitada sobre los costes y los beneficios de la reducción de la contaminación, puede ser preferible una norma o una tasa. La norma es preferible cuando la curva de coste externo marginal es inclinada y la de coste marginal de reducción es relativamente plana. En este caso, un error del 12,5 por ciento en la elaboración de la norma genera unos costes sociales adicionales representados por el triángulo ADE. Este mismo error porcentual en la fijación de una tasa genera unos costes adicionales de ABC.



que debido a la limitada información se cobra una tasa más baja: 7 dólares (esta tasa equivale a una reducción de  $1/8$ , o sea, 12,5 por ciento). Como la curva CMR es plana, las emisiones de la empresa aumentan de 8 a 11 unidades. Este aumento recorta algo los costes de reducción de la empresa, pero como la curva CEM es inclinada, los costes sociales adicionales son significativos. El aumento de los costes sociales menos el ahorro de costes de reducción está representado por todo el triángulo sombreado *ABC*.

¿Qué ocurre si se comete un error similar al establecer la norma? La norma eficiente es la que establece 8 unidades de emisión. Pero supongamos que se suaviza un 12,5 por ciento, es decir, de 8 a 9 unidades. Esta medida provoca un aumento de los costes sociales y una disminución de los costes de reducción, al igual que antes. Pero el aumento neto de los costes sociales, representado por el pequeño triángulo *ADE*, es mucho menor que antes.

Este ejemplo muestra la diferencia entre las normas y las tasas. Cuando la curva de coste externo marginal es relativamente inclinada y la de coste marginal de reducción es relativamente plana, el coste de no reducir las emisiones es elevado. En esos casos, es preferible la norma a la tasa. Cuando la información es incompleta, las normas permiten tener más certeza sobre los niveles de emisiones, pero los costes de reducción son inciertos. En cambio, las tasas permiten tener más certeza sobre los costes de reducción, pero la reducción de los niveles de emisiones es incierta. La política preferible depende, pues, de la naturaleza de la incertidumbre y de la forma de las curvas de coste<sup>5</sup>.

## Los permisos transferibles de contaminación

Si supiéramos cuáles son los costes y los beneficios de la reducción de la contaminación y si los costes de todas las empresas fueran idénticos, podríamos aplicar una norma. En cambio, si los costes de la reducción variaran de unas empresas a otras y no supiéramos cuáles son los costes y los beneficios, no sería un resultado eficiente ni una norma ni una tasa.

Podemos lograr el objetivo de reducir eficientemente las emisiones utilizando **permisos transferibles de contaminación**. En este sistema, cada empresa debe tener permisos para contaminar. Cada permiso especifica el número de unidades de emisiones que se permite a la empresa. Cualquiera que genere emisiones que no estén autorizadas por un permiso es objeto de cuantiosas sanciones monetarias. Los permisos se reparten entre las empresas y se expiden en un número que permita lograr el nivel máximo deseado de emisiones. Los permisos son vendibles: pueden comprarse y venderse.

En el sistema de permisos, las empresas que tienen menos capacidad de reducir las emisiones son las que compran permisos. Así, por ejemplo, suponga-

### • permisos transferibles de contaminación

Sistema de permisos vendibles, asignados a las empresas, que especifican el nivel máximo de contaminación permitido.

<sup>5</sup> Nuestro análisis supone que la tasa sobre las emisiones es fija por unidad de emisión. Si se fija una tasa demasiado baja debido a la información limitada, la empresa generará una cantidad considerable de exceso de emisiones. Supongamos, sin embargo, que la tasa fija se sustituye por una tabla de tasas con la cual cuanto más alto es el nivel de emisiones, mayor es la tasa por unidad. En este caso, si se fija una tabla de tasas demasiado baja, el aumento de la tasa disuadirá a la empresa de generar un exceso considerable de emisiones. En general, es preferible una tasa variable a una norma si la tabla de tasas puede establecerse de tal forma que estas sean acordes con el daño causado por las emisiones al medio ambiente. En este caso, las empresas saben que lo que tienen que pagar será aproximadamente igual al daño que causen e *internalizarán* ese daño cuando tomen sus decisiones de producción. Véase Louis Kaplow y Steven Shavell, «On the Superiority of Corrective Taxes to Quantity Regulation», *American Law and Economics Review*, 4, primavera, 2002, págs. 1-17.





mos que las dos empresas de la Figura 18.6 (página 758) recibieran un permiso para emitir hasta 7 unidades. La 1, cuyo coste marginal de reducción es relativamente alto, pagaría hasta 3,75 dólares por un permiso para emitir una unidad, pero ese permiso solo tiene un valor de 2,50 dólares para la empresa 2. Por tanto, la empresa 2 debería vender su permiso a la 1 a un precio comprendido entre 2,50 y 3,75 dólares.

Si existen suficientes empresas y permisos, surge un mercado competitivo de permisos. En el equilibrio del mercado, el precio de un permiso es igual al coste marginal de reducción de todas las empresas; de lo contrario, a algunas les resultará beneficioso comprar más permisos. El nivel de emisiones elegido por las autoridades se alcanzará con un coste mínimo. Las empresas cuyas curvas de coste marginal de reducción sean relativamente bajas serán las que más reduzcan sus emisiones y aquellas cuyas curvas sean relativamente altas comprarán más permisos y serán las que reduzcan menos sus emisiones.

Los permisos transferibles crean un mercado de externalidades. Este enfoque basado en el mercado es atractivo, ya que reúne algunas de las ventajas del sistema de normas y de las ventajas del sistema de tasas desde el punto de vista de los costes. El organismo que administra el sistema decide el número total de permisos y, por tanto, la cantidad total de emisiones, exactamente igual que un sistema de normas. Pero la posibilidad de vender los permisos permite reducir la contaminación con el menor coste posible<sup>6</sup>.

### EJEMPLO 18.2

### La reducción de las emisiones de dióxido de azufre en Beijing



Las emisiones de dióxido de azufre generadas por la quema de carbón para la generación de energía eléctrica y el frecuente uso de hornos domésticos de carbón han planteado un enorme problema tanto en Beijing como en otras ciudades de China. Las emisiones no solo han planteado un problema de lluvia ácida sino que, junto con las emisiones del creciente número de automóviles, han convertido Beijing en una de las ciudades más contaminadas no solo de China sino de todo el mundo. Por ejemplo, en 1995 el nivel de dióxido de azufre de Beijing era de 90 miligramos por metro cúbico, mientras que la cifra era de 18 mg por m<sup>3</sup> en Berlín, de 7 en Copenhague, de

25 en Londres, de 26 en Nueva York, de 18 en Tokio y de 74 en Ciudad de México. Moscú era la única gran ciudad del mundo que tenía unos niveles más altos (109 mg por m<sup>3</sup>).

A largo plazo, la clave para resolver el problema de Beijing es sustituir el carbón por combustibles más limpios, fomentar el uso del transporte público y,

<sup>6</sup> Cuando la información es limitada y el control es caro, no siempre es ideal un sistema de permisos vendibles. Por ejemplo, si el número total de permisos se elige incorrectamente y el coste marginal de reducción aumenta enormemente en algunas empresas, un sistema de permisos puede provocar la quiebra de esas empresas al imponer unos elevados costes de reducción (este problema también se plantearía en el caso de las tasas).



cuando sea necesario, introducir vehículos híbridos que consuman poco combustible. Pero antes de albergar los Juegos Olímpicos en 2008, Beijing tenía un problema. ¿Qué podía hacer para reducir las emisiones de dióxido de azufre y ofrecer así un medio ambiente más limpio a los deportistas olímpicos y al público visitante?

La decisión de Beijing fue cerrar un gran número de plantas alimentadas con carbón. Esta decisión estratégica puede lograr evidentemente el objetivo declarado de reducir las emisiones. Pero, ¿es la opción más eficiente? Según nuestro estudio de las estrategias para reducir la contaminación, no. En primer lugar, tenemos experiencia en el uso de normas para regular las emisiones de dióxido de azufre en Filadelfia (recuérdese el Ejemplo 18.1). En 1968, Filadelfia estableció unas normas sobre la calidad del aire que limitaban a un 1,0 por ciento o menos el contenido máximo de azufre que podía contener el gasóleo. Esta norma redujo significativamente los niveles de dióxido de azufre que había en el aire: de 0,10 partes por millón (ppm) en 1968 a menos de 0,030 en 1973. La mejora de la calidad del aire mejoró la salud de la población, redujo el daño causado a los materiales y aumentó el valor de las propiedades. El Ejemplo 18.1 muestra que la imposición de normas tenía sentido desde el punto de vista de los costes y los beneficios.

¿Sería aún mejor en Beijing la imposición de un sistema de tasas o, mejor aún, de un régimen de permisos transferibles de contaminación? Según un estudio de la regulación de las emisiones transferibles de dióxido de azufre de las empresas eléctricas, en Estados Unidos los permisos transferibles pueden reducir a la mitad el coste de cumplir una norma<sup>7</sup>. ¿Pueden obtenerse unos resultados parecidos en Beijing? La respuesta depende en parte de que el mercado de permisos transferibles funcione o no eficientemente. Pero también depende de la forma de las curvas de coste marginal de reducción y de coste externo marginal. Como muestra nuestro análisis anterior, los argumentos a favor de las tasas sobre las emisiones (y de los permisos transferibles) tienen más peso (1) cuando los costes marginales de reducción varían mucho de unas empresas a otras; y (2) cuando la curva de coste externo marginal de las emisiones es relativamente inclinada y la curva de coste marginal de la reducción es relativamente plana.

### EJEMPLO 18.3 El comercio de emisiones y el aire limpio

En Estados Unidos, el control de las emisiones les costó a las empresas alrededor de 18.000 millones de dólares en la década de 1980 y en la primera mitad de la década de 1990<sup>8</sup>. Un sistema eficaz de intercambio de emisiones podría reducir significativamente esos costes en los próximos decenios. Los programas de «burbujas» y «compensaciones» puestos en marcha por la Environmental

<sup>7</sup> Don Fullerton, Shaun P. McDermott y Jonathan P. Caulkins, «Sulfur Dioxide Compliance of a Regulated Utility», NBER Working Paper No. 5542, abril, 1996.

<sup>8</sup> Véase Robert W. Hahn y Gordon L. Hester, «The Market for Bads: EPA's Experience with Emissions Trading», *Regulation*, 1987, págs. 48-53; Brian J. McKean, «Evolution of Marketable Permits: The U. S. Experience with Sulfur-Dioxide Allowance Trading», Environmental Protection Agency, diciembre, 1996.



Protection Agency supusieron un modesto intento de utilizar un sistema de intercambios para reducir los costes de eliminación de la contaminación.

Una burbuja permite a una empresa ajustar sus controles de la contaminación proveniente de las diferentes fuentes de contaminantes, siempre y cuando no traspase el *nivel total de contaminantes* establecido como límite. En teoría, las burbujas pueden utilizarse para fijar la cantidad máxima de contaminantes que pueden emitir muchas empresas o toda una región geográfica; sin embargo, en la práctica se han aplicado a empresas individuales. Como consecuencia, los «permisos» se comercian, de hecho, dentro de la empresa: si una parte de ella puede reducir sus emisiones, otra puede emitir más. Los costes de la reducción de la contaminación han disminuido gracias a las 42 burbujas del programa de la EPA alrededor de 300 millones de dólares desde 1979.

Por lo que se refiere al programa de compensaciones, pueden instalarse nuevas fuentes de emisiones en regiones geográficas en las que no se haya sobrepasado el límite de contaminación impuesto por las normas sobre la calidad del aire, pero solo si se compensan esas nuevas emisiones reduciendo, al menos en la misma cuantía, las que generan las fuentes ya existentes. Las compensaciones pueden obtenerse por medio del comercio interno, pero también se permiten las transacciones externas entre las empresas. Desde 1976 se han realizado más de 2.000 transacciones de este tipo.

Los programas de burbujas y de compensaciones subestiman significativamente, debido a su carácter limitado, las posibles ventajas de un programa general de comercio de emisiones. Se ha estimado el coste de la reducción de las emisiones de hidrocarburos en un 85 por ciento en todas las plantas de DuPont situadas en Estados Unidos de acuerdo con tres medidas distintas: (1) cada fuente de cada planta debe reducir sus emisiones un 85 por ciento; (2) cada planta debe reducir sus emisiones totales un 85 por ciento; solo son posibles las transacciones internas; y (3) las emisiones totales de todas las plantas deben reducirse un 85 por ciento y son posibles tanto las transacciones internas como las externas<sup>9</sup>. Cuando no se permitía la realización de transacciones, el coste de la reducción de las emisiones era de 105,7 millones de dólares. Las transacciones internas lo reducían a 42,6 millones y las transacciones internas y externas lo reducían a 14,6 millones.

Es evidente que un programa eficaz de emisiones transferibles puede ahorrar muchos costes. Esta podría ser la razón por la que el Congreso centró la atención en los permisos transferibles para resolver el problema de la «lluvia ácida» en la Clean Air Act de 1990. La lluvia ácida puede ser extraordinariamente perjudicial para las personas, los animales, la vegetación y los edificios. El gobierno autorizó inicialmente un sistema de permisos para reducir las emisiones de dióxido de azufre en 10 millones de toneladas y las de óxido de nitrógeno en 2,5 millones para el año 2000. Ese programa sigue en vigor hoy.

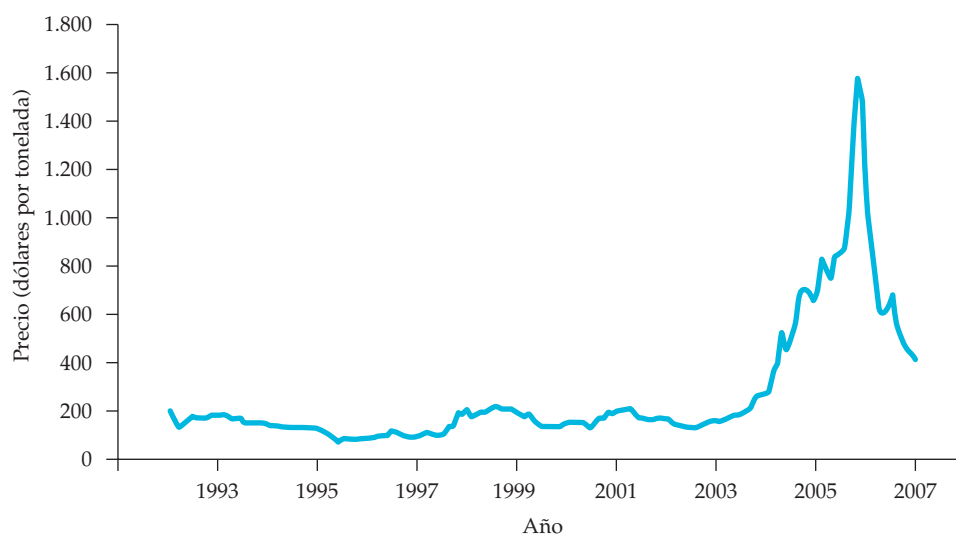
Según este plan, cada permiso transferible permite emitir un máximo de una tonelada de dióxido de azufre. Se asignan permisos a las compañías eléctricas y demás entidades que contaminan en proporción a su nivel actual de emisiones. Las empresas pueden realizar las inversiones de capital necesarias para

<sup>9</sup> M. T. Maloney y Bruce Yandle, «Bubbles and Efficiency: Cleaner Air at Lower Cost», *Regulation*, mayo/junio, 1980, págs. 49-52.



reducir las emisiones, por ejemplo vendiendo su exceso de permisos, o pueden comprar permisos y evitar tener que hacer estas caras inversiones para reducir las emisiones.

A principios de los años 90, los economistas esperaban que estos permisos se vendieran a alrededor 300 dólares cada uno. En realidad, como muestra la Figura 18.8, entre 1993 y 2003, los precios fluctuaron entre 100 y 200 dólares. ¿Por qué? Porque la reducción de las emisiones de dióxido de azufre resultó menos cara de lo previsto (se había vuelto más barato extraer carbón bajo en azufre), por lo que muchas compañías eléctricas lo aprovecharon para reducir las emisiones. Sin embargo, entre 2005 y 2006 el precio de los permisos subió vertiginosamente, alcanzando un máximo de casi 1.600 dólares en diciembre de 2005, como consecuencia de una subida del precio del carbón bajo en azufre y, lo que es más importante, como consecuencia del aumento que experimentó la demanda de permisos al exigir a más centrales eléctricas el cumplimiento de unas normas más rigurosas sobre las emisiones. En 2007, los precios se habían estabilizado y giraban en torno a los 400 o 500 dólares. Pero la lección para las empresas eléctricas es no solo que el coste de la reducción era más alto de lo previsto sino que es volátil y difícil de predecir<sup>10</sup>.



**FIGURA 18.8** El precio de los permisos transferibles de contaminación

El precio de los permisos transferibles para emitir dióxido de azufre fluctuó entre 100 y 200 dólares en el periodo 1993-2003, pero después subió vertiginosamente en 2005 y 2006 en respuesta a un aumento de la demanda de permisos. Desde entonces, ha fluctuado en torno a 400 o 500 dólares por tonelada.

<sup>10</sup> Damos las gracias a Elizabeth Bailey, Denny Ellerman y Paul Joskow por facilitarnos los datos sobre los precios de los permisos de emisión y por sus útiles comentarios. Para una explicación más detallada de los precios de los permisos, véase A. D. Ellerman, P. L. Joskow, R. Schmalensee, J. P. Montero y E. M. Bailey, *Markets for Clean Air: The U. S. Acid Rain Program*, M. I. T. Center for Energy and Environmental Policy Research, 1999. Para más información sobre los permisos transferibles en general, véase la página web [www.epa.gov](http://www.epa.gov) de la EPA.



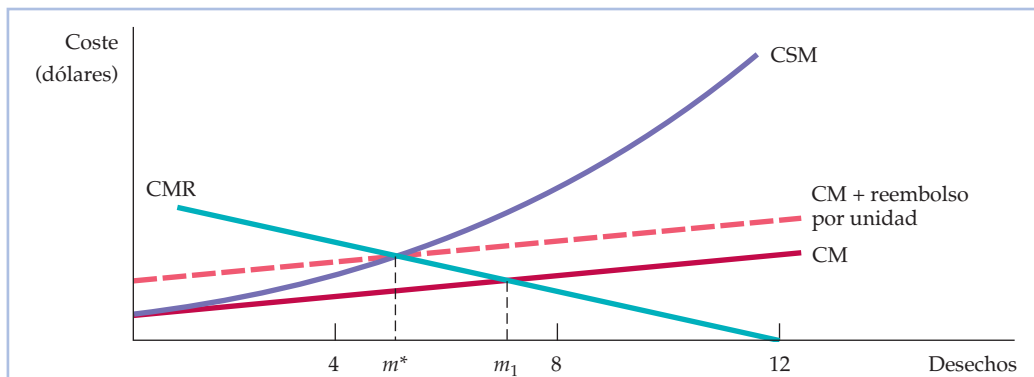
## El reciclado

La sociedad se deshace de los residuos excesivos cuando a los consumidores o a los productores les cuesta poco o nada deshacerse de ellos. La excesiva utilización de materias primas vírgenes y la infrautilización de materiales reciclados provocan un fallo en el mercado que podría exigir la intervención del Estado. Afortunadamente, si se dan los debidos incentivos para que se reciclen los productos, es posible corregir este fallo del mercado <sup>11</sup>.

Para ver cómo pueden funcionar los incentivos al reciclado, consideremos la decisión de un hogar representativo de deshacerse de los envases de vidrio. En muchos lugares, los hogares pagan una tasa anual fija por la recogida de la basura. Por tanto, pueden deshacerse del vidrio y de otras basuras con un coste muy bajo: solo el tiempo y el esfuerzo de tirar estos materiales en un cubo.

El bajo coste del vertido crea una divergencia entre el coste privado y el social. El coste privado marginal del vertido, que es el coste que tiene para el hogar deshacerse del vidrio, probablemente es constante (independiente de la cantidad de vidrio de la que se deshaga) si la cantidad de la que se deshace es baja o moderada y aumenta a medida que es mayor e implica unos gastos adicionales de transporte y vertido. En cambio, el coste social comprende el daño que causa al medio ambiente el vertido de basuras, así como los daños que causan los objetos cortantes de vidrio. Es probable que el coste social marginal aumente, debido en parte a que el coste privado marginal es creciente y, en parte, a que es probable que los costes ecológicos y estéticos del vertido de basuras aumenten acusadamente conforme es mayor la cantidad de vertidos.

La Figura 18.9 muestra las dos curvas de costes. El eje de abscisas mide de izquierda a derecha la cantidad de materiales de desecho  $m$  de la que se deshace el hogar hasta un máximo de 12 kilos a la semana. Por consiguiente, la cantidad reciclada puede hallarse de derecha a izquierda. A medida que aumenta la cantidad



**FIGURA 18.9** La cantidad eficiente de reciclado

La cantidad eficiente de reciclado de material de desecho es la que iguala el coste social marginal de la eliminación de los desechos, CSM, y el coste marginal del reciclado, CMR. La cantidad eficiente de desechos vertidos  $m^*$  es menor que la que surgiría en un mercado privado,  $m_1$ .

<sup>11</sup> Incluso sin intervención del mercado, se reciclará algo si el precio de las materias primas vírgenes es suficientemente alto. Por ejemplo, recuérdese que en el Capítulo 2 vimos que cuando el precio del cobre es alto, se recicla más cobre procedente de chatarra.



de desechos vertidos, el coste privado marginal, CM, aumenta, pero a una tasa mucho menor que el coste social marginal CSM.

Los envases pueden ser reciclados por el municipio o por una empresa privada que se ocupe de la recogida, la fusión y el tratamiento de los materiales. Es probable que el coste marginal del reciclado aumente conforme sea mayor la cantidad de reciclado, debido en parte, a que los costes de recogida, separación y limpieza aumentan a una tasa cada vez mayor. La curva de coste marginal del reciclado, CMR, de la Figura 18.9 se entiende mejor si se considera de derecha a izquierda. Así, cuando hay 12 kilos de materiales vertidos, no hay reciclado y el coste marginal es cero. A medida que disminuye la cantidad de desechos, la cantidad de reciclado aumenta, así como su coste marginal.

La cantidad eficiente de reciclado se encuentra en el punto en el que el coste marginal del reciclado, CMR, es igual al coste *social* marginal del vertido, CSM. Como muestra la Figura 18.9, la cantidad eficiente de desechos vertidos  $m^*$  es menor que la cantidad que surgiría en un mercado privado,  $n_1$ .

¿Por qué no utilizar una tasa sobre los vertidos, una norma sobre los vertidos o incluso permisos transferibles de vertidos para resolver esta externalidad? Cualquiera de estas medidas podría ayudar en teoría, pero no es fácil ponerlas en práctica, por lo que raras veces se utilizan. Por ejemplo, es difícil poner en práctica una tasa sobre los vertidos, ya que sería muy caro para la comunidad separar la basura y recoger los materiales de vidrio. También sería caro fijar el precio de los vertidos de desechos y facturarlos, ya que el peso y la composición de los materiales afectarían al coste social de los desechos y, por tanto, al precio que debería cobrarse.

**Los depósitos reembolsables** Una solución que se ha utilizado con cierto éxito para fomentar el reciclado es el *depósito reembolsable*<sup>12</sup>. En un sistema de depósitos reembolsables, se paga un depósito inicial al dueño de la tienda cuando se compra el producto vendido en un envase de vidrio. Este depósito se devuelve cuando se retorna el envase a la tienda o a un centro de reciclado. Los depósitos reembolsables dan un incentivo positivo: la cuantía del reembolso por unidad puede elegirse de tal forma que los hogares (o las empresas) reciclen más materiales.

Desde el punto de vista del individuo, el depósito reembolsable crea un coste privado adicional de vertido: el coste de oportunidad de no obtener un reembolso. Como muestra la Figura 18.9, al ser mayor el coste del vertido, el individuo reducirá sus vertidos y aumentará el reciclado hasta el nivel social óptimo  $m^*$ .

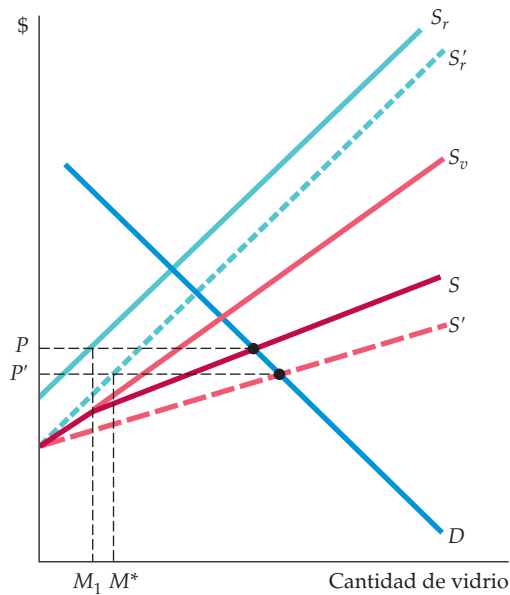
El análisis es similar en el caso de la industria. La Figura 18.10 muestra la demanda del mercado de envases de vidrio de pendiente negativa,  $D$ . La oferta de envases vírgenes de vidrio es  $S_v$  y la oferta de vidrio reciclado  $S_r$ . La oferta del mercado  $S$  es la suma horizontal de estas dos curvas. Por tanto, el precio de mercado del vidrio es  $P$  y la oferta de vidrio reciclado de equilibrio es  $M_1$ .

Elevando el coste relativo del vertido y fomentando el reciclado, el depósito reembolsable eleva la oferta de vidrio reciclado de  $S_r$  a  $S'_r$ , la oferta agregada aumenta de  $S$  a  $S'$  y el precio del vidrio desciende a  $P'$ . Como consecuencia, la cantidad de vidrio reciclado aumenta a  $M^*$ , lo cual significa que disminuye la cantidad de vidrio vertido.

El sistema de depósitos reembolsables tiene otra ventaja: se crea un mercado de productos reciclados. En muchos lugares, las empresas públicas o privadas,

<sup>12</sup> Véase Frank Ackerman, *Why Do We Recycle: Markets, Values, and Public Policy*, Washington, Island Press, 1997, para un análisis general del reciclado.





**FIGURA 18.10** Los depósitos reembolsables

Inicialmente, el mercado de envases de vidrio se encuentra en equilibrio con un precio  $P$  y una oferta de vidrio reciclado  $M_1$ . Elevando el coste relativo del vertido y fomentando el reciclado, el depósito reembolsable eleva la oferta de vidrio reciclado de  $S_r$  a  $S_r'$  y la oferta agregada de vidrio de  $S$  a  $S'$ . El precio del vidrio desciende entonces a  $P'$ , la cantidad de vidrio reciclado aumenta a  $M^*$  y la cantidad de vidrio vertido disminuye.

así como los particulares, se especializan en la recogida y la devolución de los materiales reciclables. A medida que aumentan las dimensiones y la eficiencia de este mercado, es mayor la demanda de materiales reciclados en lugar de vírgenes, lo cual aumenta los beneficios para el medio ambiente.

#### **EJEMPLO 18.4** Regulación de los residuos sólidos urbanos



En 1990, el residente medio de Los Ángeles generaba alrededor de 6,4 libras de residuos sólidos al día y los de otras grandes ciudades estadounidenses no le iban a la zaga. En cambio, los residentes de Tokio, París, Hong Kong y Roma generaban 3, 2,4, 1,9 y 1,5 libras, respectivamente<sup>13</sup>. Algunas de estas diferencias se deben a los distintos ni-

<sup>13</sup> Este ejemplo se basa en Peter S. Menell, «Beyond the Throwaway Society: An Incentive Approach to Regulating Municipal Solid Waste», *Ecology Law Quarterly*, 1990, págs. 655-739. Véase también Marie Lynn Miranda *et al.*, «Unit Pricing for Residential Municipal Solid Waste: An Assessment of the Literature», US Environmental Protection Agency, marzo, 1996.



veles de consumo, pero sobre todo a los esfuerzos que han realizado otros muchos países para fomentar el reciclado. En Estados Unidos, solo se recicla alrededor de un 25 por ciento del aluminio, un 23 por ciento del papel y un 8,5 por ciento del vidrio.

Se han realizado algunas propuestas para fomentar el reciclado en Estados Unidos. La primera es el depósito reembolsable antes descrito. La segunda es un gravamen que cobran las comunidades a los individuos por la recogida de basuras y que es proporcional al peso (o al volumen) de los desechos. Para fomentar la separación de los materiales reciclables, se recogen gratuitamente todos los materiales de vidrio separables. Los gravámenes de este tipo fomentan el reciclado, pero no reducen los incentivos al consumo de productos que pueden exigir un reciclado.

La tercera posibilidad es exigir la *separación obligatoria* de los materiales reciclables como el vidrio. Para que este sistema sea eficaz, es necesario realizar inspecciones aleatorias *in situ* e imponer unas multas considerables en caso de infracción. La separación obligatoria tal vez sea la opción menos deseable de las tres, no solo porque es difícil de poner en práctica, sino también porque si los costes de la separación son suficientemente altos, puede animar a los individuos a utilizar otro tipo de envases como el plástico, que son perjudiciales para el medio ambiente y que no pueden reciclarse fácilmente.

Un análisis reciente sobre la combinación de vidrio y plástico muestra la eficacia potencial de estas tres medidas. Se supuso que los consumidores tenían distintas preferencias: la mitad prefería el vidrio y la mitad prefería el plástico, en el caso de productos que eran idénticos en cuanto a precio, cantidad y calidad. Sin un incentivo para reciclar, el resultado sería un reparto por mitades entre el vidrio y el plástico. Sin embargo, desde una perspectiva social sería preferible utilizar más el vidrio reciclable.

La separación obligatoria fracasa en este caso, ya que el coste de la separación es tan alto que el porcentaje de envases de vidrio comprados disminuye, de hecho, a un 40 por ciento. Un gravamen daría mucho mejores resultados: haría que se utilizara el vidrio reciclable en un 72,5 por ciento de los casos. Por último, la opción que da mejores resultados es el sistema de depósitos reembolsables, ya que el 78,9 por ciento de los consumidores compra envases de vidrio reciclables.

Un reciente caso ocurrido en Perkasié (Pensilvania) muestra que los programas de reciclado pueden ser realmente eficaces. Antes de que se pusiera en práctica un programa que combinaba los tres incentivos económicos que acabamos de describir, la cantidad total de residuos sólidos sin separar era de 2.573 toneladas al año. Cuando se puso en práctica el programa, esta cantidad descendió a 1.038, lo que supone una reducción del 59 por ciento. Como consecuencia, la ciudad se ahorró 90.000 dólares anuales en costes de vertido.

## 18.3

### LAS EXTERNALIDADES GENERADAS POR UN STOCK

Hemos estudiado las externalidades negativas generadas directamente por los *flujos* de contaminación nociva. Por ejemplo, hemos visto que las emisiones de dióxido de azufre de las centrales eléctricas pueden afectar negativamente al aire



que respiramos, por lo que puede estar justificada la intervención del Estado en forma de tasas sobre las emisiones o de normas. Recuérdese que hemos comparado el coste marginal de reducir el *flujo* de emisiones con el beneficio marginal para hallar el nivel de emisiones óptimo desde el punto de vista social.

Sin embargo, a veces los daños que sufre la sociedad no proceden directamente del flujo de emisiones sino del *stock acumulado* de un contaminante. Un buen ejemplo es el calentamiento del planeta. Se considera que el calentamiento del planeta es el resultado de la acumulación de dióxido de carbono y de otros gases invernadero en la atmósfera (cuando aumenta la concentración de gases invernadero, la atmósfera absorbe más luz solar de la que refleja, provocando un aumento de las temperaturas medias). Las emisiones de gases invernadero no causan el tipo de daños inmediatos que causan las emisiones de dióxido de azufre. Es el *stock de gases invernadero acumulados en la atmósfera* el que causa, en última instancia, los daños. Por otra parte, la *tasa de disipación* de los gases invernadero acumulados es muy baja: una vez que ha aumentado mucho la concentración de gases invernadero en la atmósfera, se mantiene durante muchos años, aunque se reduzcan a cero las emisiones de gases invernadero. Esa es la razón por la que interesa reducir las emisiones hoy en lugar de esperar a que las concentraciones se acumulen (y las temperaturas comiencen a subir) dentro de cincuenta años o más.

Las **externalidades generadas por los stocks** (al igual que las externalidades generadas por los flujos) también pueden ser positivas. Un ejemplo es el stock de «conocimientos» que se acumula como consecuencia de las inversiones en I+D. La I+D genera con el paso del tiempo nuevas ideas, nuevos productos, técnicas de producción más eficientes y otras innovaciones que benefician a la sociedad en su conjunto y no solo a los que realizan I+D. Como consecuencia de esta externalidad positiva, existen argumentos de peso a favor de que el Estado subvencione la I+D. Téngase presente, sin embargo, que es el *stock* de conocimientos e innovaciones lo que beneficia a la sociedad, no el flujo de I+D que crea el stock.

En el Capítulo 15, analizamos la distinción entre un stock y un flujo. Como explicamos en el Apartado 15.1 (página 636), el capital que posee una empresa se mide como un *stock*, es decir, como una cantidad de planta y equipo que posee la empresa. Esta puede aumentar su stock de capital comprando más planta y equipo, es decir, generando un *flujo* de gastos de inversión (recuérdese que las cantidades de trabajo y de materias primas también se miden como *flujos*, al igual que la producción de la empresa). Vimos que esta distinción es importante, ya que ayuda a la empresa a saber si debe invertir o no en una nueva fábrica, equipo u otro capital. Comparando el *valor actual descontado* (VAD) de los beneficios adicionales que es probable que genere la inversión con el coste de esa inversión, es decir calculando el *valor actual neto* (VAN) de la inversión, la empresa puede saber si la inversión está justificada o no desde el punto de vista económico.

El concepto de valor actual neto también es válido cuando queremos ver cómo debería responder el Estado a una externalidad generada por un stock, aunque con una complicación más. En el caso de la contaminación, debemos averiguar cómo lleva cualquier nivel existente de emisiones a una acumulación del stock de contaminante y cuáles son los daños económicos que es probable que provoque el aumento del stock. Entonces podremos comparar el valor actual de los costes existentes de la reducción anual de las emisiones con el valor actual de los beneficios económicos resultantes de la reducción del futuro stock del contaminante.

• **externalidad generada por un stock** Resultado acumulado de la acción de un productor o de un consumidor que, aunque no se tiene en cuenta en el precio de mercado, afecta a otros productores o consumidores.

Recuérdese que en el Apartado 15.1 vimos que el capital de la empresa se mide como un stock, mientras que la inversión que crea el capital es un flujo. La producción de la empresa también se mide como un flujo.

Recuérdese que en el Apartado 15.2 vimos que el valor actual descontado (VAD) de una serie de flujos monetarios futuros esperados es la suma de esos flujos monetarios descontados utilizando el tipo de interés adecuado. Además, observamos en el Apartado 15.4 que según la regla del valor actual neto (VAN), una empresa debe invertir si el VAD del flujo monetario futuro esperado de una inversión es mayor que el coste.



## La acumulación del stock y su repercusión

Centremos la atención en la contaminación para ver cómo varía el stock de un contaminante con el paso del tiempo. Con las emisiones existentes, el stock se acumulará, pero cada año se disipará una parte,  $\delta$ . Por tanto, suponiendo que el stock comienza siendo cero, el primer año el stock del contaminante ( $S$ ) será exactamente la cantidad de emisiones de ese año ( $E$ ):

$$S_1 = E_1$$

El segundo año, el stock será igual a las emisiones de ese año más el stock del primer año que no se disipe,

$$S_2 = E_2 + (1 - \delta)S_1$$

y así sucesivamente. En general, el stock existente cualquier año dado  $t$  viene dado por las emisiones generadas ese año más el stock del año anterior que no se ha disipado:

$$S_t = E_t + (1 - \delta)S_{t-1}$$

Si el volumen anual de emisiones  $E$  es constante, entonces dentro de  $N$  años el stock del contaminante será <sup>14</sup>:

$$S_N = E [1 + (1 - \delta) + (1 - \delta)^2 + \dots + (1 - \delta)^{N-1}]$$

Cuando  $N$  tienda a infinito, el stock tenderá al nivel de equilibrio a largo plazo  $E/\delta$ .

El efecto de la contaminación es el resultado del stock que se acumula. Al principio, cuando el stock es pequeño, el efecto económico es pequeño; pero aumenta conforme aumenta el stock. Por ejemplo, en el caso del calentamiento del planeta, un aumento de las concentraciones de gases invernadero eleva las temperaturas; de ahí el temor de que si se mantienen los niveles actuales de emisión de gases invernadero, el stock de gases que hay en la atmósfera acabe siendo lo suficientemente grande como para provocar una subida de las temperaturas, lo cual podría producir, a su vez, efectos negativos en las pautas del tiempo, la agricultura y las condiciones de vida. Dependiendo del coste de reducir las emisiones de gases invernadero y de los futuros beneficios de evitar estas subidas de las temperaturas, podría tener sentido que los gobiernos adoptaran medidas para reducir hoy las emisiones en lugar de esperar a que el stock atmosférico de gases invernadero sea mucho mayor.

**Ejemplo numérico** Podemos concretar más este concepto con un sencillo ejemplo. Supongamos que si el Estado no interviene, todos los años se emitirán 100 unidades de un contaminante a la atmósfera durante los próximos 100 años; la tasa a la que se disipará el stock,  $\delta$ , es del 2 por ciento al año y el stock de contaminante inicialmente es cero. El Cuadro 18.1 muestra cómo se acumula el stock con el paso del tiempo. Obsérvese que después de 100 años el stock alcanzará un nivel de 4.337 unidades (si este nivel de emisiones se mantiene indefinidamente, el stock acabará acercándose a  $E/\delta = 100/0,02 = 5.000$  unidades).

<sup>14</sup> Para verlo, obsérvese que después del año 1, el stock de contaminante es  $S_1 = E$ , el segundo año es  $S_2 = E + (1 - \delta)S_1 = E + (1 - \delta)E$ , el tercer año el stock es  $S_3 = E + (1 - \delta)S_2 = E + (1 - \delta)E + (1 - \delta)^2E$ , y así sucesivamente. Cuando  $N$  se vuelve infinitamente grande, el stock tiende a  $E/\delta$ .

**CUADRO 18.1** Acumulación del stock del contaminante

Año	$E$	$S_t$	Daños (millones de dólares)	Coste de $E = 0$ (millones de dólares)	Beneficio neto (millones de dólares)
2010	100	100	0,100	1,5	-1,400
2011	100	198	0,198	1,5	-1,302
2012	100	296	0,296	1,5	-1,204
...	...	...	...	...	...
2110	100	4.337	4,337	1,5	2,837
...	...	...	...	...	...
$\infty$	100	5.000	5,000	1,5	3,500

Supongamos que el stock del contaminante causa unos daños económicos (costes para la salud, disminución de la productividad, etc.) iguales a 1 millón de dólares por unidad. Por tanto, si el stock total de contaminante fuera, por ejemplo, de 1.000 unidades, los daños económicos resultantes ese año ascenderían a 1.000 millones de dólares. Y supongamos que el coste anual de reducción de las emisiones es de 15 millones de dólares por unidad de reducción. Por tanto, reducir las emisiones de 100 unidades al año a cero costaría  $100 \times 15$  millones de dólares = 1.500 millones de dólares al año. ¿Tendría sentido en este caso reducir las emisiones a cero empezando inmediatamente?

Para responder a esta pregunta, debemos comparar el valor actual del coste anual de 1.500 millones de dólares con el valor actual del beneficio anual resultante de la disminución del stock de contaminante. Naturalmente, si las emisiones se redujeran a cero comenzando inmediatamente, el stock del contaminante sería igual a cero durante los 100 años. Por tanto, el beneficio de la política sería el ahorro del coste social correspondiente a un creciente stock del contaminante. El Cuadro 18.1 muestra el coste anual de la reducción de las emisiones de 100 unidades a cero, el beneficio anual de evitar los daños y el beneficio anual *neto* (el beneficio anual una vez descontado el coste de eliminar las emisiones). Como cabría esperar, el beneficio anual neto es negativo los primeros años, ya que el stock del contaminante es bajo; el beneficio neto no es positivo hasta más tarde, después de que ha aumentado el stock del contaminante.

Para saber si tiene sentido una política de emisiones nulas, debemos calcular el VAN de la política, que en este caso es el valor actual descontado de los beneficios anuales netos mostrado en el Cuadro 18.1. Representando la tasa de descuento por medio de  $R$ , el VAN es:

$$\text{VAN} = (-1,5 + 0,1) + \frac{(-1,5 + 0,198)}{1 + R} + \frac{(-1,5 + 0,296)}{(1 + R)^2} + \dots + \frac{(-1,5 + 4,337)}{(1 + R)^{99}}$$

¿Es este VAN positivo o negativo? La respuesta depende de la tasa de descuento,  $R$ . El Cuadro 18.2 muestra el VAN en función de la tasa de descuento (la segunda fila del cuadro en la que la tasa de disipación es del 2 por ciento, corresponde al Cuadro 18.1; el Cuadro 18.2 también muestra los VAN correspondientes a las tasas de disipación del 1 y 4 por ciento). Cuando las tasas de descuento son del 4 por ciento o menos, el VAN es claramente positivo, pero si la tasa de descuento es alta, el VAN será negativo.

Recuérdese que en el Apartado 15.1 vimos que el VAN de una inversión disminuye cuando la tasa de descuento es mayor. La Figura 15.3 muestra el VAN de una fábrica de motores eléctricos; obsérvese la similitud con nuestro problema de la política medioambiental.



CUADRO 18.2 VAN de la política de «emisiones nulas»

		Tasa de descuento, $R$				
		0,01	0,02	0,04	0,06	0,08
Tasa de disipación, $\delta$	0,01	108,81	54,07	12,20	-0,03	-4,08
	0,02	65,93	31,20	4,49	-3,25	-5,69
	0,04	15,48	3,26	-5,70	-7,82	-8,11

*Nota:* las cifras del cuadro son los VAN en miles de millones de dólares. Las de  $\delta = 0,02$  corresponden a las cifras del beneficio neto del Cuadro 18.1.

El Cuadro 18.2 también muestra que el VAN de una política de «emisiones nulas» depende de la tasa de disipación,  $\delta$ . Si el valor de  $\delta$  es más bajo, el stock acumulado del contaminante alcanzará niveles más altos y causará más daños económicos, por lo que los futuros beneficios de la reducción de las emisiones serán mayores. Obsérvese en el Cuadro 18.2 que dada cualquier tasa de descuento, el VAN de eliminar las emisiones es mucho mayor si  $\delta = 0,01$  y mucho menor si  $\delta = 0,04$ . Como veremos, una de las causas por las que preocupa tanto el calentamiento del planeta es el hecho de que el stock de gases invernadero se disipa muy lentamente;  $\delta$  solo es de alrededor de 0,005.

La formulación de una política medioambiental en presencia de externalidades generadas por un stock introduce otro factor que complica el análisis: ¿qué tasa de descuento debe utilizarse? Como los costes y los beneficios de una política se aplican a la sociedad en su conjunto, la tasa de descuento debe reflejar el coste de oportunidad que tiene para la sociedad la obtención de un beneficio económico en el futuro en lugar de hoy. Este coste de oportunidad, que debe utilizarse para calcular el VAN de los proyectos públicos, se llama **tasa social de descuento**. Pero como veremos en el Ejemplo 18.5, apenas hay discrepancias entre los economistas sobre la tasa social de descuento que debe utilizarse.

En principio, la tasa social de descuento depende de tres factores: (1) la tasa esperada de crecimiento económico real; (2) el grado de aversión de la sociedad en su conjunto al riesgo; y (3) la «tasa de preferencia temporal pura» de la sociedad en su conjunto. Con un rápido crecimiento económico, las futuras generaciones tendrán mayores rentas que las actuales y si la utilidad marginal de la renta de estas generaciones es decreciente (es decir, si son renuentes al riesgo), la utilidad que les reportará un dólar más de renta será menor que la utilidad que reporta a una persona que vive hoy; esa es la razón por la que los futuros beneficios reportan menos utilidad, por lo que deben descontarse. Además, aunque esperáramos que no hubiera crecimiento económico, la gente puede preferir simplemente obtener un beneficio hoy a obtenerlo en el futuro (la tasa de preferencia temporal pura). Dependiendo de las creencias de cada uno sobre el futuro crecimiento económico real, del grado de aversión de la sociedad en su conjunto al riesgo y de la tasa de preferencia temporal pura, podría extraerse la conclusión de que la tasa social de descuento debería ser tan alta como un 6 por ciento o tan baja como un 1 por ciento. Y ahí está la dificultad. Con una tasa de descuento del 6 por ciento, es difícil justificar casi todas las medidas que imponen costes hoy, pero no generan beneficios hasta dentro de 50 o 100 años (por

• **tasa social de descuento** El coste de oportunidad que tiene para la sociedad en su conjunto la obtención de un beneficio económico en el futuro en lugar de hoy.





ejemplo, una política para luchar contra el calentamiento del planeta). En cambio, si la tasa de descuento es de un 1 o 2 por ciento solamente, no ocurre así<sup>15</sup>. Por tanto, en los problemas en los que el horizonte temporal es largo, el debate sobre la política económica a menudo se reduce a un debate sobre la tasa de descuento correcta.

### EJEMPLO 18.5 El calentamiento del planeta



Las emisiones de dióxido de carbono y de otros gases invernadero han aumentado espectacularmente en los últimos cien años debido a que el crecimiento económico ha ido acompañado de un aumento del uso de combustibles fósiles, lo cual ha provocado, a su vez, un incremento de la concentración de gases invernadero en la atmósfera. Aunque las emisiones mundiales de gases

invernadero se estabilizaran en los niveles actuales, las concentraciones continuarían aumentando en la atmósfera durante los próximos cien años. Estas mayores concentraciones de gases invernadero, al absorber luz solar, probablemente provocarían un aumento significativo de las temperaturas medias globales dentro de 50 años aproximadamente y podrían tener graves consecuencias para el medio ambiente: inundación de las zonas bajas como consecuencia del deshielo de los casquetes polares y de la subida del nivel del mar, temperaturas más extremas, perturbación de los ecosistemas y disminución de la producción agrícola. Las emisiones de gases invernadero podrían reducirse con respecto a los niveles actuales —por ejemplo, los gobiernos podrían establecer elevados impuestos sobre el uso de la gasolina y de otros combustibles fósiles— pero esta solución sería cara. El problema estriba en que en los costes de la reducción de las emisiones de gases invernadero se incurriría hoy, pero los beneficios generados por la reducción de las emisiones no se obtendrían hasta dentro de 50 años o más. ¿Deben ponerse de acuerdo los países industriales del mundo para adoptar medidas con el fin de reducir radicalmente las emisiones de gases invernadero o es el valor actual descontado de los beneficios probables de esas medidas sencillamente demasiado pequeño?

Los científicos sociales y los economistas han realizado numerosos estudios de la acumulación de concentraciones de gases invernadero y de los aumentos resultantes de las temperaturas mundiales si no se toman medidas para reducir las emisiones. Aunque existen muchas discrepancias sobre los efectos económicos exactos de una subida de las temperaturas, todos coinciden al menos en que estos serán significativos; por tanto, la reducción de las emisiones hoy sería beneficiosa en el futuro<sup>16</sup>. El coste de reducir las emisiones (o de im-

<sup>15</sup> Por ejemplo, con una tasa de descuento del 6 por ciento, 100 dólares que se recibirán dentro de 100 años solo valen 0,29 dólares hoy. Con una tasa de descuento del 1 por ciento, esos mismos 100 dólares valen 36,97 hoy, es decir, 127 veces más.

<sup>16</sup> Véase, por ejemplo, el *Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* de 2007, Cambridge University Press o en <http://www.ipcc.ch>; y la U.K. Government's Stern Review en [http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/).



pedir que traspasen los niveles actuales) también puede evaluarse, aunque, de nuevo, existen discrepancias sobre las cifras concretas.

El Cuadro 18.3 muestra las emisiones de gases invernadero y el cambio de la temperatura mundial media basados en dos hipótesis. Según la primera, las emisiones de gases invernadero se duplicarán con creces en los próximos cien años, la concentración media de gases invernadero aumentará y hacia 2110 la temperatura media aumentará 4 grados Celsius con respecto al nivel actual. Se estima que los daños que causará esta subida de la temperatura representarán un 1,3 por ciento del PIB mundial anual. Se supone, a su vez, que el PIB mundial crecerá un 2,5 por ciento al año en términos reales con respecto al valor de 2010 de 65 billones de dólares. Por tanto, los daños causados por el calentamiento del planeta ascenderán a alrededor de 40 billones de dólares al año en 2110. Según la segunda hipótesis, la concentración de gases invernadero se estabilizará, por lo que la subida de la temperatura solo será de 2 grados Celsius, que se alcanzará en 2060. Para lograr eso, las emisiones de gases invernadero deben reducirse un 1 por ciento al año a partir de 2010. Se estima que el coste anual de esta política de reducción de las emisiones representa un 1 por ciento del PIB mundial<sup>17</sup> (como se supone que el PIB mundial aumentará todos los años, también aumentará el coste de esta política). El Cuadro 18.3 también muestra el beneficio anual neto de la política, que es igual a los daños causados según la primera hipótesis menos los

**CUADRO 18.3 Reducción de las emisiones de gases invernadero**

Mantenimiento de la situación actual					Reducción de las emisiones de un 1 por ciento al año					
Año	$E_t$	$S_t$	$\Delta T_t$	Daños	$E_t$	$S_t$	$\Delta T_t$	Daños	Coste	Beneficio neto
2010	50	430	0°	0	50	430	0°	0	0,65	-0,65
2020	55	460	0,5°	0,54	45	460	0,5°	0,43	0,83	-0,72
2030	62	490	1°	1,38	41	485	1°	1,11	1,07	-0,79
2040	73	520	1,5°	2,66	37	510	1,4°	2,13	1,36	-0,83
2050	85	550	2°	4,54	33	530	1,8°	3,63	1,75	-0,84
2060	90	580	2,3°	6,77	30	550	2°	5,81	2,23	-1,27
2070	95	610	2,7°	9,91	27	550	2°	7,44	2,86	-0,38
2080	100	640	3°	14,28	25	550	2°	9,52	3,66	1,10
2090	105	670	3,3°	20,31	22	550	2°	12,18	4,69	3,44
2100	110	700	3,7°	28,59	20	550	2°	15,60	6,00	7,00
2110	115	730	4°	39,93	18	550	2°	19,97	7,68	12,28

Notas:  $E_t$  se expresa en gigatoneladas (miles de millones de toneladas métricas) de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e),  $S_t$  se expresa en partes por millón (ppm) de CO<sub>2</sub>e atmosférico, el cambio de la temperatura,  $\Delta T_t$ , se expresa en grados Celsius y los costes, los daños y los beneficios netos se expresan en billones de dólares de 2007. Se estima que el coste de la reducción de las emisiones representa un 1 por ciento del PIB cada año. Se prevé que el PIB mundial crece un 2,5 por ciento en términos reales con respecto al nivel de 65 billones de dólares de 2010. Se estima que los daños causados por el calentamiento del planeta representan un 1,3 por ciento del PIB anual por cada aumento de la temperatura de 1° C.

<sup>17</sup> Esta política es la que recomendó el Informe Stern, que fue encargado por el gobierno británico. La estimación del coste de un 1 por ciento del PIB procede del Informe Stern. La estimación de los daños causados por la subida de las temperaturas (un 1,3 por ciento del PIB por cada grado Celsius de subida) es una amalgama de estimaciones procedentes del Informe Stern y el informe del IPCC.



daños (menores) causados cuando se reducen las emisiones menos el coste de reducirlas.

¿Tiene sentido esta política de reducción de las emisiones? Para responder a esa pregunta, debemos calcular el valor actual del flujo de beneficios netos, que depende fundamentalmente de la tasa de descuento. Un estudio realizado en el Reino Unido recomienda una tasa social de descuento del 1,3 por ciento. Con esa tasa de descuento, el VAN de la política es de 21,3 billones de dólares, lo que demuestra que la política de reducción de las emisiones es claramente económica. El VAN es menor, pero positivo (1,63 billones de dólares) si utilizamos una tasa de descuento del 2 por ciento. Pero con una tasa de descuento del 3 por ciento, el VAN es de -9,7 billones de dólares; con una tasa de descuento del 5 por ciento, el VAN es de -12,7 billones de dólares.

Hemos examinado una política concreta —y bastante rigurosa— para reducir las emisiones de gases invernadero. Esa política o cualquier otra tendrá sentido desde el punto de vista económico dependiendo claramente de la tasa que se utilice para descontar los futuros costes y beneficios. Debe advertirse, sin embargo, que los economistas discrepan sobre la tasa que debe utilizarse, por lo que discrepan sobre lo que debe hacerse ante el problema del calentamiento del planeta<sup>18</sup>.

## 18.4

### LAS EXTERNALIDADES Y LOS DERECHOS DE PROPIEDAD

Hemos visto que la intervención del Estado puede resolver las ineficiencias provocadas por las externalidades. Las tasas sobre las emisiones y los permisos transferibles de emisión funcionan porque alteran los incentivos de la empresa, obligándola a tener en cuenta los costes externos que impone. Pero la intervención del Estado no es la única solución para hacer frente a las externalidades. En este apartado, mostramos que en algunas circunstancias la ineficiencia puede eliminarse por medio de una negociación privada entre las partes afectadas o de un sistema jurídico en el que las partes puedan presentar una demanda para resarcirse de los daños sufridos.

#### Los derechos de propiedad

Los **derechos de propiedad** son normas legales que describen lo que pueden hacer los individuos o las empresas con su propiedad. Por ejemplo, cuando una persona tiene un derecho de propiedad sobre la tierra, puede construir en ella o venderla y este derecho está protegido de la interferencia de otros.

#### • derechos de propiedad

Normas legales que indican qué pueden hacer las personas o las empresas con su propiedad.

<sup>18</sup> Esta discrepancia sobre la tasa de descuento y su papel crucial en la evaluación de las medidas para reducir las emisiones de gases invernadero se expone excelentemente en Martin Weitzman, «The Stern Review of the Economics of Climate Change», *Journal of Economic Literature*, septiembre, 2007. También hay mucha incertidumbre sobre la magnitud de las futuras subidas posibles de las temperaturas y de su efecto social y económico. Esa incertidumbre puede tener consecuencias para la política, pero no se ha tenido en cuenta en este ejemplo. Véase, por ejemplo, R. S. Pindyck, «Uncertainty in Environmental Economics», *Journal of Environmental Economics and Policy*, invierno, 2007.



Para ver por qué son importantes los derechos de propiedad, volvamos a nuestro ejemplo de la empresa que vierte residuos al río. Partimos del supuesto tanto de que esta tenía un derecho de propiedad para utilizar el río y verter en él sus residuos como de que los pescadores no tenían un derecho de propiedad sobre el agua «libre de residuos». Por consiguiente, la empresa no tenía incentivo alguno para incluir en sus cálculos de producción el coste de los vertidos. En otras palabras, la empresa *externalizaba* los costes generados por los vertidos. Pero supongamos que los pescadores fueran propietarios del río, es decir, tuvieran un derecho de propiedad sobre el agua limpia. En ese caso, podrían exigir a la empresa que les pagara por el derecho a verter residuos. La empresa dejaría de producir o pagaría los costes ocasionados por los residuos. Estos costes *se internalizarían*, por lo que podría lograrse una asignación eficiente de los recursos.

### Negociación y eficiencia económica

La eficiencia económica puede lograrse sin la intervención del Estado cuando la externalidad afecta a relativamente pocas partes y cuando los derechos de propiedad están perfectamente especificados. Para ver cómo, consideremos una versión numérica del ejemplo de los residuos. Supongamos que los residuos de la acería reducen los beneficios de los pescadores. Como muestra el Cuadro 18.4, la fábrica puede instalar un sistema de filtros para reducir sus residuos o los pescadores pueden pagar la instalación de una depuradora<sup>19</sup>

La solución eficiente maximiza los beneficios conjuntos de la fábrica y los pescadores. Se maximizan cuando la fábrica instala un filtro y los pescadores no instalan una depuradora. Veamos cómo los distintos derechos de propiedad llevan a las dos partes a negociar soluciones diferentes.

Supongamos que la fábrica tiene un derecho de propiedad para verter residuos en el río. Al principio, los pescadores obtienen unos beneficios de 100 dólares y la fábrica de 500. Instalando una depuradora, los pescadores pueden aumentar sus beneficios a 200 dólares, por lo que los beneficios conjuntos en ausencia de cooperación son de 700 dólares (500 \$ + 200 \$). Por otra parte, los pescadores están dispuestos a pagar a la fábrica hasta 300 dólares para que instale un filtro: la diferencia entre los beneficios de 500 con un filtro y los beneficios de 200 en ausencia de cooperación. Como la fábrica solo pierde 200 dólares en beneficios instalando un filtro, estará dispuesta a instalarlo porque es compensada con creces

**CUADRO 18.4** Los beneficios correspondientes a distintas opciones de emisiones (diarios)

	Beneficios de la fábrica (\$)	Beneficios de los pescadores (\$)	Beneficios totales (\$)
Sin filtro, sin depuradora	500	100	600
Filtro, sin depuradora	300	500	800
Sin filtro, depuradora	500	200	700
Filtro, depuradora	300	300	600

<sup>19</sup> Para un análisis más extenso de una variante de este ejemplo, véase Robert Cooter y Thomas Ulen, *Law and Economics*, Reading, MA, Addison Wesley, Longman, Inc., 2000, capítulo 4.

**CUADRO 18.5** La negociación con distintos derechos de propiedad

Ausencia de cooperación	Derecho a verter residuos (\$)	Derecho a tener agua limpia (\$)
Beneficios de la fábrica	500	300
Beneficios de los pescadores	200	500
<b>Cooperación</b>		
Beneficios de la fábrica	550	300
Beneficios de los pescadores	250	500

por su pérdida. En este caso, la ganancia que obtienen ambas partes cooperando es igual a 100 dólares: la ganancia de 300 de los pescadores menos el coste de 200 de un filtro.

Supongamos que la fábrica y los pescadores acuerdan repartirse por igual esta ganancia y que estos últimos pagan a la fábrica 250 dólares para que instale el filtro. Como muestra el Cuadro 18.5, esta solución negociada logra el resultado eficiente. En la columna «derecho a verter residuos», vemos que, en ausencia de cooperación, los pescadores obtienen unos beneficios de 200 dólares y la fábrica de 500. Con cooperación, los beneficios de ambas partes aumentan en 50 dólares.

Supongamos ahora que los pescadores reciben el derecho de propiedad a tener agua limpia, lo que exige que la fábrica instale el filtro. La fábrica obtiene unos beneficios de 300 dólares y los pescadores de 500. Como no es posible mejorar el bienestar de ninguna de las dos partes negociando, es eficiente que la fábrica instale el filtro.

Este análisis es válido en todas las situaciones en las que los derechos de propiedad están perfectamente especificados. *Cuando las partes pueden negociar sin coste alguno y en beneficio mutuo, el resultado es eficiente, independientemente de cómo se especifiquen los derechos de propiedad.* La proposición en cursiva se denomina **teorema de Coase**, en honor a Ronald Coase, que contribuyó extraordinariamente a desarrollarlo<sup>20</sup>.

## Cuando la negociación es cara: el papel de la conducta estratégica

La negociación puede llevar tiempo y ser cara, sobre todo cuando los derechos de propiedad no están claramente especificados. En ese caso, ninguna de las dos partes está segura de lo dura que debe mostrarse en la negociación antes de que la otra acepte un acuerdo. En nuestro ejemplo, ambas partes sabían que el proceso de negociación tenía que desembocar en el pago de una cantidad situada entre 200 y 300 dólares. Sin embargo, si las partes no estuvieran seguras de los derechos de propiedad, es posible que los pescadores solo estuvieran dispuestos a pagar 100 dólares, por lo que se rompería el proceso de negociación.

La negociación también puede fracasar incluso cuando la comunicación y la supervisión no tienen costes, si ambas partes creen que pueden conseguir mayores ventajas. Por ejemplo, una de ellas podría exigir una elevada proporción de

### • teorema de Coase

Principio según el cual cuando las partes pueden negociar sin coste alguno y en beneficio mutuo, el resultado es eficiente, independientemente de cómo se especifiquen los derechos de propiedad.

<sup>20</sup> Véase Ronald Coase, «The Problem of Social Cost», *Journal of Law and Economics*, 3, 1960, págs. 1-44.



las ganancias y negarse a negociar, suponiendo sin razón que la otra acabará cediendo. También se plantea otro problema cuando son muchas las partes involucradas. Supongamos, por ejemplo, que las emisiones de una fábrica están afectando negativamente a cientos o miles de hogares que viven río abajo. En ese caso, los costes de la negociación harán que sea muy difícil que las partes lleguen a un acuerdo.

## Una solución jurídica: las demandas por daños y perjuicios

En muchas situaciones en las que hay externalidades, la parte perjudicada por otra (la víctima) tiene derecho legal a presentar una demanda. Si tiene éxito, puede recibir una indemnización económica igual a los daños sufridos. La demanda por daños y perjuicios es diferente de la tasa sobre las emisiones, ya que no es el Estado el que cobra sino la víctima.

Para ver que la posibilidad de presentar una demanda puede dar lugar a un resultado eficiente, volvamos a examinar el ejemplo de los pescadores y la fábrica. Supongamos primero que se concede a los pescadores el derecho al agua limpia. En otras palabras, la fábrica es responsable del daño causado a los pescadores si no instala un filtro. En este caso, el daño causado a los pescadores es de 400 dólares: la diferencia entre los beneficios que obtienen cuando no hay vertidos (500 dólares) y los que obtienen cuando hay vertidos (100 dólares). La fábrica tiene las siguientes opciones:

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1. No instalar un filtro,<br>pagar los daños:          | Beneficio = 100 \$ (500 \$ – 400 \$) |
| 2. Instalar un filtro, evitar<br>el pago de los daños: | Beneficio = 300 \$ (500 \$ – 200 \$) |

A la fábrica le resultará ventajoso instalar un filtro, que es mucho más barato que pagar los daños, por lo que se logrará el resultado eficiente.

También se conseguirá un resultado eficiente (con un reparto diferente de los beneficios) si se concede a la fábrica el derecho a verter residuos. Según la ley, los pescadores tendrían derecho a exigir a la fábrica que instalara el filtro, pero tendrían que pagarle por los 200 dólares de beneficios perdidos (no por el coste del filtro). En ese caso, los pescadores tendrían tres opciones:

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1. Instalar una depuradora:  | Beneficio = 200 \$                   |
| 2. Exigir a la fábrica que instale<br>un filtro, pero pagar los daños: | Beneficio = 300 \$ (500 \$ – 200 \$) |
| 3. No instalar una depuradora<br>o exigir un filtro:                   | Beneficio = 100 \$                   |

Los pescadores obtienen los máximos beneficios si optan por la segunda opción. Exigirán, pues, a la fábrica que instale un filtro, pero la compensarán con 200 dólares por los beneficios perdidos. Al igual que en la situación en la que los pescadores tenían derecho al agua limpia, este resultado es eficiente porque se ha instalado el filtro. Obsérvese, sin embargo, que los beneficios de 300 dólares son significativamente menores que los beneficios de 500 que obtienen los pescadores cuando tienen derecho al agua limpia.





Este ejemplo muestra que una demanda por daños y perjuicios elimina la necesidad de negociar, ya que especifica las consecuencias de las opciones de las partes. Concediendo a la parte perjudicada el derecho a ser indemnizada por los daños causados por la otra se garantiza un resultado eficiente (sin embargo, cuando la información es imperfecta, las demandas por daños y perjuicios pueden generar resultados ineficientes).

### EJEMPLO 18.6 El teorema de Coase en la práctica

Como muestra el acuerdo de colaboración firmado en septiembre de 1987 por la ciudad de Nueva York y Nueva Jersey, el teorema de Coase se aplica tanto al Estado como a los individuos.

Durante muchos años, los escapes de los depósitos de basura de los muelles del puerto de Nueva York habían afectado negativamente a la calidad del agua de la costa de Nueva Jersey y de vez en cuando habían ensuciado las playas. Uno de los casos peores se produjo en agosto de 1987, cuando más de 200 toneladas de basura se extendieron a lo largo de 50 millas de la costa de Nueva Jersey.

Nueva Jersey tenía derecho a disfrutar de unas playas limpias y podría haber demandado a la ciudad de Nueva York por los daños causados por los vertidos de basuras. También podría haber pedido a los tribunales que dictaran un mandamiento judicial que obligara a la ciudad de Nueva York a dejar de utilizar sus depósitos de basura hasta que se resolviera el problema.

Pero Nueva Jersey quería que las playas estuvieran más limpias, no solo recuperar los daños causados. Y Nueva York quería poder utilizar sus depósitos de basura. Por consiguiente, había posibilidades de realizar un intercambio mutuamente beneficioso. Tras dos semanas de negociaciones, llegaron a un acuerdo. Nueva Jersey aceptó no presentar una demanda contra el ayuntamiento, y la ciudad de Nueva York acordó utilizar barcos especiales y otros dispositivos flotantes para contener los escapes que pudieran proceder de Staten Island y Brooklyn. También acordó crear un equipo de control para supervisar todos los depósitos de basura y cerrar los que no cumplieran las condiciones mínimas establecidas. Al mismo tiempo, se permitió a las autoridades de Nueva Jersey el acceso ilimitado a los depósitos de basura de la ciudad de Nueva York para controlar la eficacia del programa.

## 18.5 LOS RECURSOS DE PROPIEDAD COMÚN

De vez en cuando surgen externalidades cuando es posible utilizar los recursos sin pagar por ello. Los **recursos de propiedad común** son aquellos a los que todo el mundo tiene libre acceso. Como consecuencia, es probable que se utilicen excesivamente. El aire y el agua son los dos ejemplos más frecuentes. Otros son la pesca, la fauna y la exploración y la extracción de minerales. Examinemos algunas de las ineficiencias que pueden surgir cuando los recursos no son de propiedad privada sino de propiedad común.

Consideremos el caso de un gran lago lleno de truchas, al que tiene acceso un número ilimitado de pescadores. Cada uno pesca hasta el punto en el que el ingre-

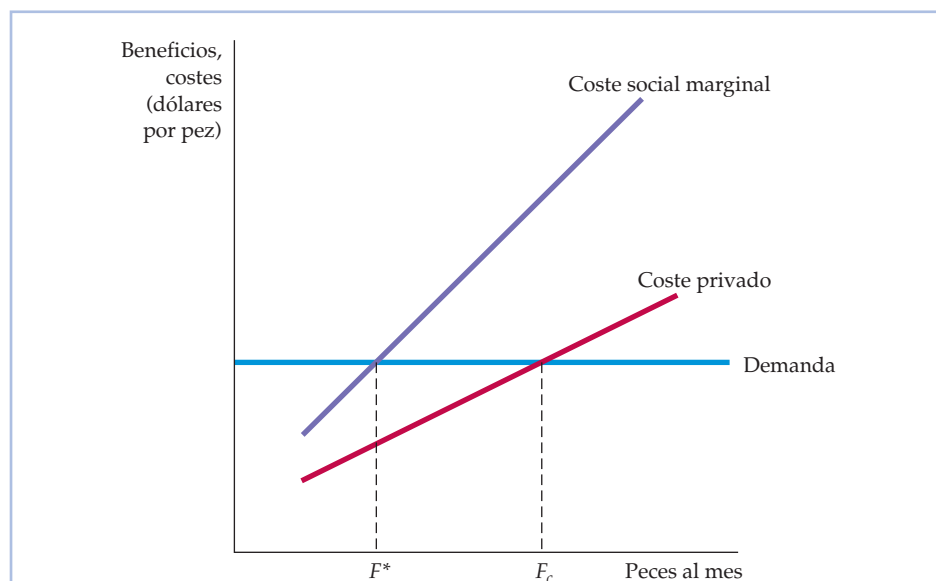
• **recurso de propiedad común** Recurso al que todo el mundo tiene libre acceso.



so marginal derivado de la pesca (o el valor marginal, si se pesca por deporte y no para obtener beneficios) es igual al coste. Pero el lago es un recurso de propiedad común y ningún pescador tiene incentivos para tener en cuenta las consecuencias de su pesca para las oportunidades de otros. Por consiguiente, el coste privado del pescador subestima el verdadero coste de la sociedad, ya que el aumento de la pesca reduce las reservas piscícolas, haciendo que queden menos para otros. Eso da lugar a una ineficiencia, a saber, se capturan demasiados peces.

La Figura 18.11 ilustra esta situación. Supongamos que como las capturas de pescado son suficientemente pequeñas en relación con la demanda, los pescadores consideran dado su precio. Supongamos también que una persona puede controlar el número de pescadores que tienen acceso al lago. El nivel mensual eficiente de pesca,  $F^*$ , se encuentra en el punto en el que el beneficio marginal generado por el pescado capturado es igual al coste social marginal. El beneficio marginal es el precio indicado por la curva de demanda. El coste social marginal incluye en el gráfico no solo los costes privados de explotación sino también el coste social del agotamiento de las reservas piscícolas.

Comparemos ahora el resultado eficiente con el que se obtiene cuando el lago es de propiedad común. En ese caso, los costes externos marginales no se tienen en cuenta, por lo que cada pescador pesca hasta que ya no puede obtener más beneficios. Cuando solo se capturan  $F^*$  peces, el ingreso derivado de la pesca es mayor que el coste, por lo que pueden obtenerse beneficios pescando más. La entrada en el sector pesquero no se detiene hasta que se alcanza el punto en el que el precio es igual al coste marginal, que es el punto  $F_c$  de la Figura 8.11. Sin embargo, en  $F_c$  se captura demasiado pescado.



**FIGURA 18.11** Los recursos de propiedad común

Cuando un recurso de propiedad común, como la pesca, es accesible a todo el mundo, este se utiliza hasta el punto  $F_c$  en el que el coste privado es igual al ingreso adicional generado. Este uso es superior al nivel eficiente  $F^*$ , en el que el coste social marginal de utilizar el recurso es igual al beneficio marginal (indicado por la curva de demanda).



El problema del recurso de propiedad común tiene una solución relativamente sencilla: permitir que un único propietario gestione el recurso. Este establecerá una tasa por el uso del recurso igual al coste marginal del agotamiento de las reservas piscícolas. Al tener que pagar esta tasa, a los pescadores en su conjunto ya no les resultará rentable capturar más de  $F^*$  peces. Desgraciadamente, la mayoría de los recursos de propiedad común son vastos, ya que la propiedad única no siempre es viable. En ese caso, puede ser necesaria la propiedad estatal o la regulación pública directa.

### EJEMPLO 18.7 La pesca de cangrejos de río en Louisiana



En los últimos años, los cangrejos de río se han convertido en un popular plato de los restaurantes. En 1950, por ejemplo, las capturas anuales de cangrejos de río en la cuenca del río Atchafalaya de Luisiana solo eran de algo más de 1 millón de libras. En 1995, habían aumentado a más de 30 millones. Como la mayoría de los cangrejos de río crece en lagunas a las que los pescadores

tienen un acceso ilimitado, ha surgido un problema de recursos de propiedad común: se han capturado demasiados cangrejos, lo cual ha reducido la población de cangrejos muy por debajo del nivel eficiente<sup>21</sup>.

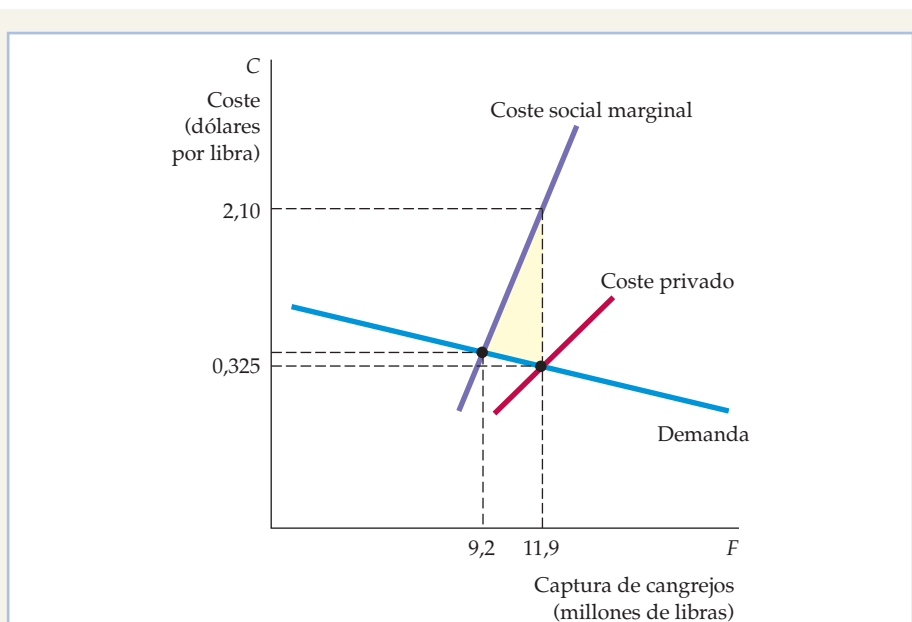
¿Hasta qué punto es grave el problema? Concretamente, ¿cuál es el coste social del acceso ilimitado de los pescadores? La respuesta se halla estimando el coste privado de capturar cangrejos, el coste social marginal y la demanda de cangrejos. La Figura 18.12 muestra los tramos de las curvas pertinentes. El coste privado tiene pendiente positiva: a medida que aumentan las capturas, también aumenta el esfuerzo adicional necesario para conseguirlo. La curva de demanda tiene pendiente negativa, pero es elástica porque existen otros mariscos que son sustitutivos cercanos de los cangrejos.

Podemos hallar el nivel eficiente de capturas de cangrejos gráfica y algebráicamente. Supongamos que  $F$  representa la captura de cangrejos en millones de libras al año (representadas en el eje de abscisas) y  $C$  el coste en dólares por libra (representado en el eje de ordenadas). En la región en la que se cortan las distintas curvas, las tres curvas del gráfico son las siguientes:

Demanda:	$C = 0,401 - 0,0064F$
Coste social marginal:	$C = -5,645 + 0,6509F$
Coste privado:	$C = -0,357 + 0,0573F$

La captura eficiente de cangrejos de 9,2 millones de libras, que iguala la demanda y el coste social marginal, se encuentra en el punto de intersección de las dos curvas. La captura efectiva, 11,9 millones, se halla igualando la demanda y el coste privado y se encuentra en el punto de intersección de esas dos curvas. El triángulo sombreado de color amarillo de la figura mide el coste so-

<sup>21</sup> Este ejemplo se basa en Frederick W. Bell, «Mitigating the Tragedy of the Commons», *Southern Economic Journal*, 52, 1986, págs. 653-664.



**FIGURA 18.12** Los cangrejos como un recurso de propiedad común

Como los cangrejos se crían en lagunas a las que los pescadores tienen un acceso ilimitado, son un recurso de propiedad común. El nivel eficiente de pesca es aquel en el que el beneficio marginal es igual al coste social marginal. Sin embargo, el nivel efectivo de pesca se encuentra en el punto en el que el precio de los cangrejos es igual al coste privado de pescarlos. El área sombreada representa el coste social del recurso de propiedad común.

cial del libre acceso. Esta figura representa el exceso del coste social sobre el beneficio privado de la pesca sumado desde el nivel eficiente (en el que la demanda es igual al coste social marginal) hasta el nivel efectivo de captura (en el que la demanda es igual al coste privado). En este caso, el coste social está representado aproximadamente por un triángulo cuya base es 2,7 millones de libras ( $11,9 - 9,2$ ) y cuya altura es 1,775 dólares ( $2,10 \$ - 0,325 \$$ ), o sea, 2.396.000. Obsérvese que regulando las lagunas —limitando el acceso o el volumen de capturas— podría evitarse este coste social.

## 18.6 LOS BIENES PÚBLICOS

- **bien público** Bien que no es excluyente ni rival: el coste marginal de provisión a un consumidor más es cero y no es posible impedir a nadie consumirlo.

- **bien no rival** Bien cuyo coste marginal de provisión a un consumidor más es cero.

Hemos visto que las externalidades, incluidos los recursos de propiedad común, hacen que el mercado sea ineficiente, lo que justifica a veces la intervención del Estado. ¿Debe sustituir el Estado a las empresas privadas como productor de bienes y servicios? En caso afirmativo, ¿cuándo? En este apartado, describimos algunas condiciones en las que el mercado privado puede no suministrar un bien en absoluto o puede no fijar su precio correctamente, una vez suministrado.

**Bienes que no son rivales** Como vimos en el Capítulo 16, los **bienes públicos** tienen dos características: *no son rivales* y *no son excluyentes*. Un **bien no es rival** si, cual-



quiera que sea el nivel de producción, el coste marginal de suministrarlo a un consumidor más es cero. El coste marginal de producir una cantidad adicional de la mayoría de los bienes que son suministrados por el sector privado es positivo. Pero en el caso de algunos, la existencia de consumidores adicionales no aumenta el coste. Consideremos el uso de una autopista durante un periodo de escaso volumen de tráfico. Como la autopista ya existe y no hay congestión, el coste adicional de utilizarla es cero. O consideremos el uso de un faro por parte de un barco. Una vez que el faro está construido y funcionando, su uso por parte de un barco más no aumenta sus costes de funcionamiento. Consideremos, por último, el caso de la televisión pública. Es evidente que el coste de un espectador más es cero.

La mayoría de los bienes son rivales en el consumo. Por ejemplo, cuando compramos muebles, hemos excluido la posibilidad de que alguna otra persona pueda comprarlos. Los bienes que son rivales deben repartirse entre los individuos. Los bienes que no lo son pueden ponerse a disposición de todo el mundo sin influir en la oportunidad de nadie de consumirlos.

**Bienes que no son excluyentes** Un bien **no es excluyente** si no es posible excluir a nadie de su consumo, por lo que es difícil o imposible cobrar a los individuos por su uso; los bienes pueden consumirse sin pagarlos directamente. Un ejemplo es la defensa nacional. Una vez que un país ha suministrado defensa nacional, todos los ciudadanos disfrutan de sus beneficios. Los faros y la televisión pública también son ejemplos de bienes no excluyentes.

Los bienes no excluyentes no tienen por qué ser de carácter nacional. Si una ciudad erradica una plaga agrícola, se benefician todos los agricultores y los consumidores. Sería casi imposible excluir a un agricultor de los beneficios del programa. Los automóviles son excluyentes (así como rivales). Si un concesionario vende un automóvil nuevo a un consumidor, ha excluido a otros de comprarlo.

Algunos bienes son excluyentes, pero no rivales. Por ejemplo, en un periodo de escaso tráfico, el uso de un puente no es rival porque el paso de un automóvil más por él no reduce la velocidad de otros. Pero el paso por el puente es excluyente, ya que las autoridades pueden impedir que se utilice. Otro ejemplo es una señal de televisión. Una vez que se emite, el coste marginal de ponerla a disposición de otro usuario es cero, por lo que el bien no es rival. Pero las señales pueden hacerse excluyentes codificándolas y cobrando por el descodificador que las descodifica.

Algunos bienes no son excluyentes, pero sí rivales. El mar o un gran lago no es excluyente, pero la pesca es rival porque impone costes a otros: cuantos más peces se capturen, menos quedan para otros. El aire no es excluyente y a menudo no es rival, pero puede ser rival si las emisiones de una empresa afectan negativamente a la calidad del aire y a la capacidad de otros de disfrutarlo.

Los bienes públicos, que no son rivales ni excluyentes, benefician a los individuos con un coste marginal nulo y no es posible excluir a nadie de su consumo. El ejemplo clásico de bien público es la defensa nacional. Como hemos visto, esta no es un bien excluyente, pero tampoco es rival, ya que el coste marginal de suministrar defensa a una persona más es cero. El faro también es un bien público, ya que no es rival ni excluyente; en otras palabras, sería difícil cobrar a los barcos por los beneficios que el faro les proporciona <sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Los faros no tienen por qué ser proporcionados por el Estado. Véase Ronald Coase, «The Lighthouse in Economics», *Journal of Law and Economics*, 17, 1974, págs. 357-376, para una descripción de cómo fueron financiados por el sector privado en la Inglaterra del siglo XIX.

• **bien no excluyente**

Bien de cuyo consumo no es posible excluir a ninguna persona y por cuyo uso es difícil o imposible cobrar.



La lista de bienes públicos es mucho menor que la lista de bienes que suministra el Estado. Muchos bienes suministrados por el Estado son rivales en el consumo, excluyentes o ambas cosas a la vez. Por ejemplo, la educación superior es rival en el consumo. La provisión de educación a un niño más tiene un coste marginal positivo, ya que otros reciben menos atención conforme hay más niños por aula. Asimismo, el cobro de una matrícula puede excluir a algunos niños del disfrute de la educación. La educación pública es suministrada por el Estado porque tiene externalidades positivas, no porque sea un bien público.

Consideremos, por último, la gestión de un parque nacional. Parte del público puede ser excluida de su uso elevando los precios de entrada y de acampada. La utilización del parque también es rival: si está abarrotado, la entrada de un automóvil más puede reducir los beneficios que reporta a otros.

## La eficiencia y los bienes públicos

El nivel eficiente de provisión de un bien privado se averigua comparando el beneficio marginal de una unidad más y el coste marginal de producirla. La eficiencia se logra cuando el beneficio marginal y el coste marginal son iguales. Estos mismos principios se aplican a los bienes públicos, pero el análisis es diferente. En el caso de los bienes privados, el beneficio marginal se mide por medio del beneficio que recibe el consumidor. En el de los bienes públicos, debemos preguntarnos cuánto valora cada persona una unidad más de producción. El beneficio marginal se calcula sumando los valores de *todas* las personas que disfrutan del bien. Para averiguar el nivel eficiente de provisión de un bien público, debemos igualar la suma de estos beneficios marginales y el coste marginal de producción.

La Figura 18.13 muestra el nivel eficiente de producción de un bien público.  $D_1$  representa la demanda del bien público por parte de un consumidor y  $D_2$  la demanda de otro consumidor. Cada curva de demanda indica el beneficio marginal que obtiene el consumidor consumiendo cada uno de los niveles de producción. Por ejemplo, cuando hay 2 unidades del bien público, el primer consumidor está dispuesto a pagar 1,50 dólares por el bien y el beneficio marginal es de 1,50. Asimismo, el segundo consumidor recibe un beneficio marginal de 4,00.

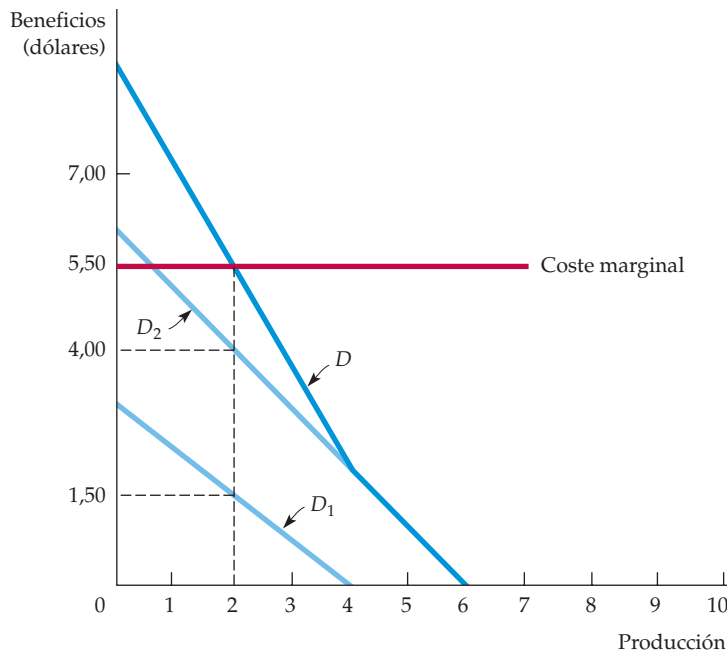
Para calcular la suma de los beneficios marginales de las *dos* personas, debemos sumar las curvas de demanda *verticalmente*. Por ejemplo, cuando se producen 2 unidades, sumamos el beneficio marginal de 1,50 dólares y el beneficio marginal de 4,00 y obtenemos un beneficio social marginal de 5,50. Cuando se calcula esta suma en el caso de todos los niveles de producción del bien público, obtenemos la curva de demanda agregada del bien público  $D$ .

La cantidad eficiente de producción es aquella con la que el beneficio marginal de la sociedad es igual al coste marginal. Se encuentra en el punto de intersección de las curvas de demanda y de coste marginal. En nuestro ejemplo, como el coste marginal de producción es de 5,50 dólares, el nivel de producción eficiente es 2.

Para ver por qué es eficiente producir 2, obsérvese qué ocurre si solo se suministra 1 unidad de producción: aunque el coste marginal sigue siendo de 5,50 dólares, el beneficio marginal es de 7,00 aproximadamente. Como el beneficio marginal es mayor que el coste marginal, se ha suministrado una cantidad excesivamente pequeña del bien. Supongamos que se produjeran 3 unidades del bien público. En ese caso, el beneficio marginal de 4,00 dólares aproximadamente es menor que el coste marginal de 5,50; se suministra una cantidad excesiva

En el Apartado 4.3, mostramos que la curva de demanda del mercado se obtiene sumando horizontalmente las curvas de demanda individuales.





**FIGURA 18.13** Provisión eficiente de un bien público

Cuando un bien no es rival, el beneficio social marginal del consumo, indicado por la curva de demanda  $D$ , se halla sumando verticalmente las curvas de demanda individuales del bien,  $D_1$  y  $D_2$ . En el nivel de producción eficiente, las curvas de demanda y de coste marginal se cortan.

del bien. El bien público solo se suministra eficientemente cuando el beneficio social marginal es igual al coste marginal<sup>23</sup>.

## Los bienes públicos y los fallos del mercado

Supongamos que queremos ofrecer un programa de erradicación de los mosquitos a nuestra comunidad. Sabemos que el programa vale para la comunidad más de los 50.000 dólares que cuesta. ¿Podemos obtener beneficios ofreciéndolo a través del sector privado? Cubriríamos los costes si cobráramos una tasa de 5,00 dólares a cada una de las 10.000 familias. Pero no podemos obligarlas a pagar la tasa, y no digamos idear un sistema en el que las familias que más valoren la eliminación de los mosquitos paguen más.

Desgraciadamente, la eliminación de los mosquitos no es excluyente: no es posible ofrecer el servicio sin beneficiar a todo el mundo. Por tanto, las familias no tienen incentivos para pagar lo que realmente vale para ellas el programa. Los individuos pueden comportarse como **parásitos** y subestimar el valor del programa con el fin de poder disfrutar de sus beneficios sin pagarlos.

• **parásito** Consumidor o productor que no paga un bien no excluyente esperando que lo paguen otros.

<sup>23</sup> Hemos demostrado que los bienes que no son excluyentes ni rivales se suministran ineficientemente. El razonamiento sería similar en el caso de los bienes que no son rivales, pero sí excluyentes.



En el caso de los bienes públicos, la presencia de parásitos hace que sea difícil o imposible que los mercados los suministren eficientemente. Tal vez si el programa beneficiara a pocas personas y fuera relativamente barato, todas las familias podrían acordar voluntariamente repartirse los costes. Sin embargo, cuando hay muchas familias, los acuerdos privados voluntarios suelen ser ineficaces, por lo que el bien público debe ser subvencionado o suministrado por el Estado para que se produzca eficientemente.

**EJEMPLO 18.8****La demanda de aire limpio**

En el Ejemplo 4.5 (página 150), utilizamos la curva de demanda de aire limpio para calcular los beneficios de la reducción de la contaminación del medio ambiente. Examinemos ahora las características de bien público del aire limpio. Son muchos los factores —entre los cuales se encuentran la meteorología, los hábitos de conducción de los automovilistas y la contaminación industrial— que determinan la calidad del aire de una región. Cualquier intento de reducir la contaminación generalmente mejora la calidad del aire de toda la región. Por consiguiente, el aire puro no es excluyente: es difícil impedir que una persona disfrute de él. Tampoco es rival: el hecho de

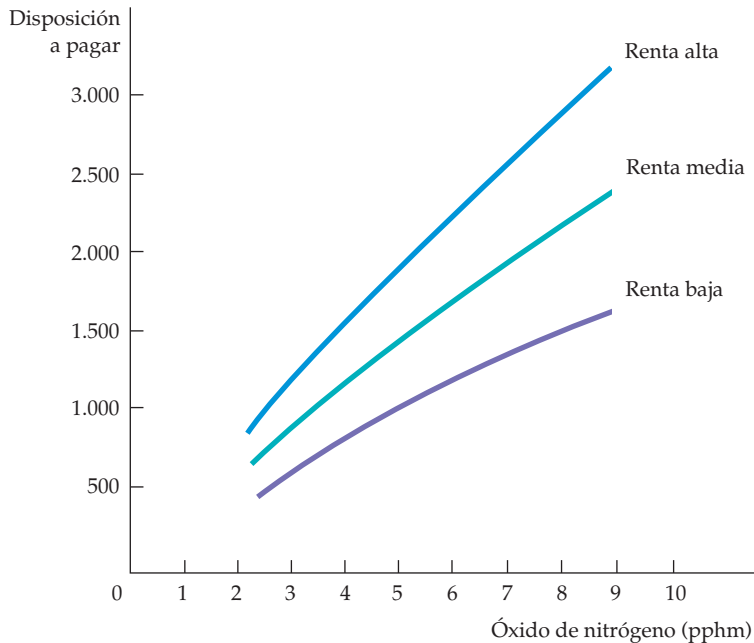
que yo disfrute de él no impide que disfruten los demás.

Como el aire limpio es un bien público, no hay un mercado ni precios observables a los que los individuos estén dispuestos a intercambiar aire limpio por otras mercancías. Afortunadamente, podemos deducir la disposición de los individuos a pagar el aire limpio a partir del mercado de la vivienda: las familias pagarán más por las viviendas situadas en las áreas en las que la calidad del aire sea buena que por las que se encuentren en las áreas en las que sea mala.

Examinemos las estimaciones de la demanda de aire limpio realizadas a partir de un análisis estadístico de los datos sobre la vivienda del área metropolitana de Boston<sup>24</sup>. El análisis correlaciona los precios de la vivienda con la calidad del aire y con otras características de las viviendas y de su entorno. La Figura 18.14 muestra tres curvas de demanda en las que el valor que se concede al aire limpio depende del nivel de óxido de nitrógeno y de la renta. El eje de abscisas mide el nivel de contaminación del aire expresado en partes por cien millones (pphm) de óxido de nitrógeno en el aire y el de ordenadas mide la disposición de cada hogar a pagar una reducción del nivel de óxido de nitrógeno de una parte por cien millones.

Las curvas de demanda tienen pendiente positiva porque en el eje de abscisas estamos midiendo la contaminación en lugar del aire limpio. Como sería de esperar, cuanto más limpio es el aire, menor es la disposición a pagar por una cantidad mayor del bien. Estas diferencias entre los grados de disposición a pagar por el aire limpio varían significativamente. En Boston, por

<sup>24</sup> David Harrison, Jr., y Daniel L. Rubinfeld, «Hedonic Housing Prices and the Demand for Clean Air», *Journal of Environmental Economics and Management*, 5, 1978, págs. 81-102.



**FIGURA 18.14** La demanda de aire limpio

Las tres curvas describen la disposición a pagar por el aire puro (una reducción del nivel de óxido de nitrógeno) de tres familias diferentes (de renta baja, renta media y renta alta). En general, las familias de renta más alta tienen mayores demandas de aire limpio que las de renta más baja. Por otra parte, cada familia está menos dispuesta a pagar por el aire limpio a medida que aumenta su calidad.

ejemplo, los niveles de óxido de nitrógeno iban desde 3 hasta 9 pphm. Una familia de renta media estaría dispuesta a pagar 800 dólares por una reducción de los niveles de óxido de nitrógeno de 1 pphm si estos son de 3 pphm, pero la cifra ascendería a 2.200 dólares por una reducción de 1 pphm si los niveles son de 9 pphm.

Obsérvese que las familias de renta más alta están dispuestas a pagar más que las de renta más baja para conseguir una pequeña mejora de la calidad del aire. En los niveles bajos de óxido de nitrógeno (3 pphm), la diferencia entre las familias de renta baja y las de renta media es de 200 dólares solamente, pero en los niveles elevados (9 pphm), la diferencia aumenta a alrededor de 700.

Con la información cuantitativa sobre la demanda de aire limpio y otras estimaciones de los costes de mejora de la calidad del aire, podemos averiguar si los beneficios de la normativa medioambiental son superiores a los costes. En un estudio de la National Academy of Sciences sobre las normas relativas a las emisiones de los automóviles se hizo precisamente eso. Según el estudio, los controles reducirían alrededor de un 10 por ciento el nivel de contaminantes, como el óxido de nitrógeno. Se calculaba que el beneficio que reportaría a



todos los residentes de Estados Unidos esta mejora del 10 por ciento sería de 2.000 millones de dólares aproximadamente. En este estudio, también se estimó que costaría algo menos de 2.000 millones de dólares instalar equipo de control de la contaminación en los automóviles para cumplir las normas sobre sus emisiones. El estudio llegó, pues, a la conclusión de que los beneficios de las normas son superiores a los costes.

## 18.7 LAS PREFERENCIAS PRIVADAS POR LOS BIENES PÚBLICOS

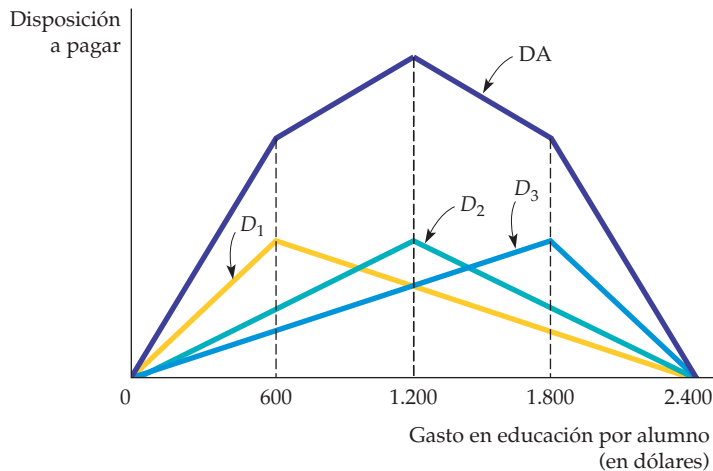
La producción pública de un bien público es ventajosa, ya que el Estado puede evaluar los impuestos o las tasas que deben cobrarse por él. Pero, ¿cómo puede averiguar el Estado la *cantidad* que debe proporcionar de un bien público cuando el problema del parásito da a los individuos incentivos para no revelar sus verdaderas preferencias? En este apartado, analizamos un mecanismo para averiguar las preferencias privadas por los bienes que produce el Estado.

Para decidir las cuestiones relacionadas con la asignación, suele recurrirse a una votación. Por ejemplo, los individuos votan directamente sobre algunas cuestiones presupuestarias locales y eligen a los legisladores que votarán sobre otras. Muchos referendos se basan en un sistema de *votación por mayoría*: cada persona tiene un voto y vence el candidato o la cuestión votada que recibe más del 50 por ciento de los votos. Veamos cómo se determina la provisión de educación pública por medio de una votación por mayoría. La Figura 18.15 describe las preferencias por el gasto en educación (por alumno) de tres ciudadanos que representan tres grupos de intereses en el distrito escolar.

La curva  $D_1$  indica la disposición del primer ciudadano a pagar por la educación, menos los impuestos. La disposición a pagar cada nivel de gasto es la cantidad máxima de dinero que pagará el ciudadano para disfrutar de ese nivel de gasto en lugar de no disfrutar de ninguno<sup>25</sup>. En general, los beneficios derivados del incremento del gasto en educación aumentan conforme se incrementa este. Pero los impuestos que hay que pagar para financiar esa educación también aumentan. La curva de disposición a pagar, que representa el beneficio neto del gasto en educación, inicialmente tiene pendiente positiva, ya que el ciudadano concede un gran valor a los bajos niveles de gasto. Sin embargo, cuando el gasto sobrepasa los 600 dólares por alumno, el valor que concede la familia a la educación aumenta a una tasa decreciente, por lo que disminuye, de hecho, el beneficio neto. Finalmente, el nivel de gasto es tan alto (2.400 dólares por alumno) que el ciudadano es indiferente entre este nivel de gasto y ninguno.

La curva  $D_2$ , que representa la disposición del segundo ciudadano a pagar (una vez descontados los impuestos) tiene la misma forma, pero alcanza su máximo en un nivel de gasto de 1.200 dólares por alumno. Finalmente,  $D_3$ , que es la disposición del tercer ciudadano a pagar, alcanza un máximo en 1.800 dólares por alumno.

<sup>25</sup> En otras palabras, la disposición a pagar mide el excedente del consumidor que goza el ciudadano cuando se elige un determinado nivel de gasto.



**FIGURA 18.15** Determinación del nivel de gasto en educación

El nivel eficiente de gasto en educación se halla sumando la disposición de tres ciudadanos a pagar por la educación (una vez descontados los impuestos). Las curvas  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$  representan su disposición a pagar y la  $DA$  representa la disposición agregada. El nivel eficiente de gasto es de 1.200 dólares por alumno. El nivel de gasto realizado realmente es el que demanda el votante mediano. En este caso concreto, la preferencia del votante mediano (indicada por el punto máximo de la curva  $D_2$ ) también es el nivel eficiente.

La línea de color oscuro  $DA$  representa la disposición agregada a pagar por la educación; es igual a la suma vertical de las curvas  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$ . La curva  $DA$  mide la cantidad máxima que están dispuestos a pagar los tres ciudadanos para disfrutar de cada nivel de gasto. Como muestra la Figura 18.15, la disposición agregada a pagar se maximiza cuando se gastan 1.200 dólares por alumno. Como la curva  $DA$  mide el beneficio del gasto, una vez descontados los impuestos necesarios para pagarlo, el punto máximo, 1.200 dólares por alumno, también representa el nivel eficiente de gasto.

¿Lograría la votación por mayoría el resultado eficiente en este caso? Supongamos que el público debe votar entre gastar 1.200 dólares por alumno o 600. El primer ciudadano vota a favor de 600, pero los otros dos votan a favor de 1.200, que será, pues, el resultado elegido por mayoría. En realidad, 1.200 dólares por alumno derrotará a cualquier otra opción en una votación por mayoría, por lo que representa la opción por la que muestra una mayor preferencia el *votante mediano*, que es el ciudadano que tiene la preferencia mediana o intermedia (el primer ciudadano prefiere 600 dólares y el tercero 1.800). *En el sistema de votación por mayoría, el nivel de gasto que prefiere el votante mediano siempre vence a cualquier otra opción.*

Pero, ¿es la preferencia del votante mediano el nivel eficiente de gasto? En este caso sí, ya que 1.200 dólares es un gasto eficiente. Pero la preferencia del votante mediano a menudo *no* es el nivel de gasto eficiente. Supongamos que el tercer ciudadano tuviera las mismas preferencias que el segundo. En ese caso, aunque la elección del votante mediano seguiría siendo de 1.200 dólares por alumno, el nivel eficiente de gasto sería inferior a esa cantidad (ya que el nivel eficiente es una



media de las preferencias de los tres ciudadanos). En este caso, la votación por mayoría llevaría a gastar demasiado en educación. Si invirtiéramos el ejemplo de tal forma que fueran idénticas las preferencias del primer ciudadano y del segundo, la votación por mayoría llevaría a gastar excesivamente poco en educación.

Por tanto, aunque el sistema de votación por mayoría permite que las preferencias del votante mediano determinen los resultados de los referendos, estos resultados no tienen por qué ser eficientes desde el punto de vista económico. La votación por mayoría es ineficiente porque atribuye el mismo peso a las preferencias de todos los ciudadanos: el resultado eficiente pondera el voto de cada ciudadano en función de la intensidad de sus preferencias.

## RESUMEN

1. Existe una externalidad cuando un productor o un consumidor ejerce en la producción o en el consumo de otros una influencia que no se refleja directamente en el mercado. Las externalidades provocan ineficiencias en el mercado porque impiden que los precios de mercado transmitan una información exacta sobre la cantidad que debe producirse y sobre la que debe comprarse.
2. La contaminación es un ejemplo habitual de externalidad que provoca un fallo en el mercado. Puede corregirse por medio de normas sobre las emisiones, tasas sobre las emisiones, permisos transferibles de contaminación o fomentando el reciclado. Cuando los costes y los beneficios son inciertos, puede ser preferible cualquiera de estos mecanismos, dependiendo de la forma de las curvas de coste social marginal y de beneficio marginal.
3. A veces es el stock acumulado de un contaminante, en lugar del nivel actual de emisiones, el que causa daños. Un ejemplo de externalidad generada por un stock es la acumulación de gases invernadero, que puede provocar un calentamiento del planeta.
4. La ineficiencia provocada por los fallos del mercado puede eliminarse por medio de la negociación privada entre las partes afectadas. Según el teorema de Coase, la solución de la negociación es eficiente cuando los derechos de propiedad están claramente especificados, cuando los costes de transacción son nulos y cuando no existe una conducta estratégica. Pero es improbable que la negociación genere un resultado eficiente, ya que las partes a menudo se comportan estratégicamente.
5. Los recursos de propiedad común no son controlados por una única persona y pueden utilizarse sin pagar un precio. Al poder utilizarse libremente, surge una externalidad en la que el uso excesivo del recurso perjudica a quienes podrían utilizarlo en el futuro.
6. Los bienes que es improbable que los mercados privados produzcan eficientemente no son rivales o no son excluyentes. Un bien no es rival si cualquiera que sea el nivel de producción, el coste marginal de suministrarlo a un consumidor más es cero. Un bien no es excluyente si es caro o imposible excluir a alguna persona de su consumo. Los bienes públicos no son ninguna de las dos cosas.
7. Un bien público se suministra eficientemente cuando la suma vertical de las demandas individuales es igual al coste marginal de producirlo.
8. La votación por mayoría permite a los ciudadanos mostrar sus preferencias por los bienes públicos. En el sistema de votación por mayoría, el nivel de gasto realizado es el que prefiere el votante mediano. Este resultado no tiene por qué ser eficiente.

## TEMAS DE REPASO

1. ¿Cuál de las dos medidas siguientes describe una externalidad y cuál no? Explique la diferencia.
  - a. Una política de restricción de las exportaciones de café en Brasil provoca una subida de su precio en Estados Unidos, lo cual también provoca, a su vez, una subida del precio del té.
  - b. Un globo publicitario distrae a un automovilista, que choca contra un poste de teléfonos.
2. Compare y contraste los tres mecanismos siguientes para tratar las externalidades de la contaminación cuando son inciertos los costes y los beneficios de su reducción: (a) una tasa sobre las emisiones; (b) una nor-