



Sustento del uso justo
de **Materiales Protegidos**
derechos de autor para
fines educativos



UCI

Universidad para la
Cooperación Internacional

UCI

Sustento del uso justo de materiales protegidos por Derechos de autor para fines educativos

El siguiente material ha sido reproducido, con fines estrictamente didácticos e ilustrativos de los temas en cuestión, se utilizan en el campus virtual de la Universidad para la Cooperación Internacional – UCI - para ser usados exclusivamente para la función docente y el estudio privado de los estudiantes en el curso “Economía Ambiental” perteneciente al programa académico MLGA.

La UCI desea dejar constancia de su estricto respeto a las legislaciones relacionadas con la propiedad intelectual. Todo material digital disponible para un curso y sus estudiantes tiene fines educativos y de investigación. No media en el uso de estos materiales fines de lucro, se entiende como casos especiales para fines educativos a distancia y en lugares donde no atenta contra la normal explotación de la obra y no afecta los intereses legítimos de ningún actor.

La UCI hace un USO JUSTO del material, sustentado en las excepciones a las leyes de derechos de autor establecidas en las siguientes normativas:

- a- Legislación costarricense: Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos, No.6683 de 14 de octubre de 1982 - artículo 73, la Ley sobre Procedimientos de Observancia de los Derechos de Propiedad Intelectual, No. 8039 – artículo 58, permiten el copiado parcial de obras para la ilustración educativa.
- b- Legislación Mexicana; Ley Federal de Derechos de Autor; artículo 147.
- c- Legislación de Estados Unidos de América: En referencia al uso justo, menciona: "está consagrado en el artículo 106 de la ley de derecho de autor de los Estados Unidos (U.S.Copyright - Act) y establece un uso libre y gratuito de las obras para fines de crítica, comentarios y noticias, reportajes y docencia (lo que incluye la realización de copias para su uso en clase)."
- d- Legislación Canadiense: Ley de derechos de autor C-11– Referidos a Excepciones para Educación a Distancia.
- e- OMPI: En el marco de la legislación internacional, según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual lo previsto por los tratados internacionales sobre esta materia. El artículo 10(2) del Convenio de Berna, permite a los países miembros establecer limitaciones o excepciones respecto a la posibilidad de utilizar lícitamente las obras literarias o artísticas a título de ilustración de la enseñanza, por medio de publicaciones, emisiones de radio o grabaciones sonoras o visuales.

Además y por indicación de la UCI, los estudiantes del campus virtual tienen el deber de cumplir con lo que establezca la legislación correspondiente en materia de derechos de autor, en su país de residencia.

Finalmente, reiteramos que en UCI no lucramos con las obras de terceros, somos estrictos con respecto al plagio, y no restringimos de ninguna manera el que nuestros estudiantes, académicos e investigadores accedan comercialmente o adquieran los documentos disponibles en el mercado

editorial, sea directamente los documentos, o por medio de bases de datos científicas, pagando ellos mismos los costos asociados a dichos accesos.



SAMUELSON / NORDHAUS

ECONOMÍA

Mc
Graw
Hill

DECIMOSEXTA
EDICIÓN

CAPÍTULO 18

La protección del medio ambiente

El crecimiento por el crecimiento es la ideología de la célula cancerígena.

Edward Abbey

Todos estaríamos de acuerdo en que la pureza del aire y del agua y la conservación del suelo son objetivos deseables. Pero, ¿cuánto estamos dispuestos a pagar para conseguirlo? ¿Qué amenaza se cierne sobre la humanidad si no respetamos los límites de nuestro entorno natural?

En un extremo se encuentra la filosofía ecologista de los confines y los peligros. Según esta teoría, las actividades humanas amenazan con deteriorar la intrincada red de ecosistemas naturales, las consecuencias inintencionadas amenazan con superar al ingenio humano y debemos mantenernos siempre vigilantes, no sea que se rompan los diques y nos inunde el embravecido mar. La sombría advertencia del distinguido biólogo de la Universidad de Harvard, E. O. Wilson, expresa perfectamente el punto de vista ecologista:

El ecologismo...concibe la humanidad como una especie biológica estrechamente dependiente del mundo natural... Muchos de los recursos vitales de la tierra están a punto de agotarse, su química atmosférica está deteriorándose y la población humana ya ha crecido peligrosamente. Los ecosistemas naturales, fuentes de un entorno sano, están degradándose irreversiblemente... Soy suficientemente radical para tomarme en serio la pregunta que con tanta frecuencia se oye: ¿es suicida la humanidad? ¹.

Quienes creen en este sombrío panorama sostienen que los seres humanos deben practicar un crecimiento económico que pueda mantenerse y aprender a vivir con las limitaciones de nuestros recursos escasos o, de lo contrario, pagaremos las funestas e irreparables consecuencias.

En el otro extremo se encuentran los «cornucopianos», que creen que los recursos naturales o la capacidad de la tecnología distan de agotarse. Según esta visión optimista, podemos esperar que las economías crezcan ilimitadamente y que los niveles de vida mejoren y que el ingenio del hombre sea capaz de resolver cualquier problema de medio ambiente que se plantee. Si se agota el petróleo, existe abundante carbón y uranio. Si éstos no resultan, la subida de los precios generará nuevas tecnologías. Según esta teoría, la tecnología, el crecimiento económico y las fuerzas del mercado no son los villanos, sino los salvadores.

En realidad, los seres humanos han venido invadiendo el medio ambiente durante siglos. Históricamente, las principales intervenciones se produjeron cuando el hombre se asentó, convirtió los bosques en explotaciones agrícolas y comenzó a criar plantas y animales domésticos. Pero esta transformación cualitativa no es nada comparada con la bioingeniería, la deforestación y la extracción de recursos minerales y botánicos de la tierra realizadas en gran escala en la actualidad.

Todas estas cuestiones suscitan las inquietudes fundamentales manifestadas por Wilson y otros autores. Generalmente, los economistas tienden a encontrarse entre el extremo ecologista y el cornucopiano y señalan cuán importante es conjugar sablamente las fuerzas del mercado con la intervención del Estado tanto para la supervivencia del medio ambiente como para continuar mejorando el nivel de vida.

A. LA POBLACIÓN Y LAS LIMITACIONES DE LOS RECURSOS

MALTHUS Y LA CIENCIA SOMBRÍA

Como sugiere la cita de Wilson que se encuentra al principio de este capítulo, el miedo al voraz apetito de una población humana que crece a un rápido ritmo se encuentra en el fondo de muchas de las preocupaciones por el medio ambiente. Consideremos el siguiente editorial de una destacada revista científica mundial:

En primer lugar, es importante reconocer que el principal villano es la superpoblación. En los viejos tiempos, ...hay que reconocer que había hambre, inanición, caballos y calesas que contribuían a la contaminación, chimeneas que arrojaban hollín procedente de la quema de hulla y agua contaminada con microorganismos. Los seres humanos eran tan pocos y la

tierra tan vasta que estos insultos a la naturaleza podían absorberse sin graves consecuencias. Eso se acabó ².

La mitad de esta proposición se refiere a las causas de la contaminación y otros problemas del medio ambiente, tema del que nos ocupamos en el apartado C. La otra mitad a la conducta de la población humana, de la que nos ocupamos aquí.

El análisis económico de la población se remonta al reverendo T. R. Malthus, quien primero desarrolló sus ideas criticando a la hora del desayuno la visión perfeccionista paterna de que la raza humana siempre estaba mejorando. Al fin, tanto le preocupó esa cuestión que escribió su *Ensayo sobre el principio de la población* (1798). Esta obra pronto se convirtió en un *best-seller* y ha influido desde entonces en la forma de

¹ Edward O. Wilson, «Is Humanity Suicidal?», *New York Times Magazine*, 30 de mayo de 1993, pág. 27.

² *Science*, 10 de septiembre de 1993, pág. 1371.

pensar de muchas personas de todo el mundo sobre el crecimiento de la población y de la economía.

Malthus comenzó con la observación de Benjamin Franklin de que en las colonias norteamericanas, donde los recursos eran abundantes, la población tendía a duplicarse cada 25 años aproximadamente y postuló una tendencia universal de la población a aumentar en progresión geométrica, a menos que fuera frenada por las limitadas existencias de alimentos. A la larga, una población que se duplica cada generación —1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1.024...— adquiere tales dimensiones que no hay suficiente espacio en el mundo para que quepa toda.



La economía en funcionamiento: el interés compuesto y el crecimiento exponencial. El crecimiento exponencial y el interés compuesto son importantes instrumentos en economía. Se dice que una variable experimenta un crecimiento exponencial (o geométrico) cuando aumenta a una tasa proporcional constante de un período a otro. Así, por ejemplo, si una población de 200 crece un 3 por ciento anual, sería igual a 200 en el año 0, $200 \times 1,03$ en el 1, $200 \times 1,03 \times 1,03$ en el año 2, $200 \times (1,03)^3$ en el año 3, ..., $200 \times (1,03)^{10}$ en el año 10, etc.

Cuando el dinero se invierte continuamente, genera un interés compuesto, lo que significa que se obtienen intereses sobre los intereses pasados. El interés compuesto del dinero crece geoméricamente. Un cálculo intrigante consiste en averiguar cuánto valdrían los 24\$ que recibieron los indios por la isla de Manhattan si se hubieran depositado a interés compuesto. Supongamos que esta cantidad se hubiera colocado en un fondo de inversión que rindiera un 6 por ciento al año desde 1626. En 1997 valdría 60.000 millones de dólares.

Una regla útil sobre el interés compuesto es la **regla del 70**, según la cual una magnitud que crece a una tasa de r al año se duplicará en $(70/r)$ años. Por ejemplo, una población humana que crezca un 2 por ciento al año se duplicará en 35 años, mientras que si invertimos nuestro dinero a un 7 por ciento al año, su valor se duplicará cada 10 años.

Tras invocar el interés compuesto, Malthus guardaba una carta más: desató el demonio de los rendimientos decrecientes. Según él, como la tierra era fija, mientras que el trabajo continuaba aumentando, los alimentos tenderían a aumentar en progresión aritmética y no en progresión geométrica (compárese 1, 2, 3, 4, ..., con 1, 2, 4, 8...). Malthus llegó a la pesimista conclusión siguiente:

A medida que la población se duplica una y otra vez, es como si el mundo fuera dividiéndose por la mitad una y otra vez hasta acabar encogiéndose tanto que las existencias de alimentos disminuyeran hasta un nivel inferior al necesario para vivir.

Cuando se aplica la ley de los rendimientos decrecientes a una oferta fija de tierra, la producción de alimentos tiende a no seguir el ritmo de crecimiento en progresión geométrica de la población.

Pero, cuidado, Malthus no dijo que la población crecería necesariamente a una tasa geométrica. Sólo afirmó que ésta era su tendencia si no había frenos que se lo impidieran. Describió los frenos que actuaban en todo momento para mantener la población en un nivel bajo. En su primera edición, hizo hincapié en los frenos «positivos» que aumentaban la tasa de mortalidad: la pestilencia, el hambre y la guerra. Más tarde, abandonó esta pesimista doctrina y expresó su confianza en que el crecimiento de la población disminuiría gracias a la «contención moral», como la abstinencia y la postposición del matrimonio.

Esta importante implicación de los rendimientos decrecientes muestra los profundos efectos que puede producir una sencilla teoría. Las ideas de Malthus tuvieron amplias repercusiones. Su libro se utilizó para defender la necesidad de revisar seriamente las leyes inglesas sobre los pobres. Bajo su influencia, se afirmó que la pobreza debía hacerse lo menos penosa posible. Sus opiniones también sirvieron para apoyar el argumento de que los sindicatos no podían mejorar el bienestar de los trabajadores, ya que supuestamente cualquier aumento de sus salarios sólo haría que se reprodujeran hasta que, de nuevo, apenas pudieran alcanzar todos el nivel de subsistencia.

Incluso hoy, el espectro de Malthus reaparece en la economía catastrofista, como la adoptada en un famoso estudio realizado por computadora y llamado *The Limits to Growth* y en su continuación de 1992, *Beyond the Limits*³. Las predicciones de este malthusianismo moderno son aún más sombrías que el evangelio original:

Si prosiguen las tendencias actuales del crecimiento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, los problemas de alimentación y el agotamiento de los recursos, el crecimiento llegará a su límite en este planeta en los próximos cien años. La consecuencia más probable será una disminución bastante repentina e incontrolable tanto de la población como de la capacidad industrial⁴.

Falsas profecías de Malthus. A pesar de los minuciosos estudios estadísticos, actualmente los demógrafos piensan que las ideas de Malthus eran demasiado simplistas. En su análisis de los rendimientos decrecientes, Malthus nunca previó plenamente los milagros tecnológicos de la Revolución Industrial. Tampoco previó que el crecimiento

³ Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows y Jørgen Randers, *The Limits to Growth*, Potomac, Wash., 1972, y *Beyond the Limits*, Chelsea Green Publishing, Post Mills, Vt., 1992.

⁴ *The Limits to Growth*, pág. 23.

demográfico comenzaría a disminuir en la mayoría de los países occidentales a partir de 1870 al crecer más deprisa los niveles de vida y los salarios reales.

Durante los cien años siguientes, el progreso tecnológico desplazó hacia fuera la frontera de posibilidades de producción de los países de Europa y Norteamérica. De hecho, el cambio tecnológico fue tan rápido que la producción creció mucho más deprisa que la población, lo que provocó un rápido aumento de los salarios reales. No obstante, el germen de verdad existente en las doctrinas de Malthus sigue siendo muy importante para comprender el comportamiento demográfico de la India, Etiopía, Nigeria y otras partes del mundo, donde prosigue la lucha entre la población y la oferta de alimentos.

LA POBLACIÓN, LA CONTAMINACIÓN Y EL NIVEL DE VIDA

No cabe duda de que las crecientes poblaciones humanas no son buenas para los árboles, los lobos y las algas de las marismas que son apartados para dejar sitio para las ciudades y otras formas de asentamiento humano. ¿Pero es cierto también, como sugieren los malthusianos modernos, que las áreas más densamente pobladas son también las más miserables? ¿Significan el crecimiento económico y la industrialización la ruina para el medio ambiente?

Los datos históricos no permiten extraer una conclusión tan simple. La Figura 18.1 muestra la densidad demográfica y la renta per cápita de 72 grandes países, así como la recta que mejor se ajusta a estos datos. En realidad, las áreas que tienen mayor densidad demográfica tienden a tener unos niveles de vida más altos, no más bajos.

¿Y qué decir de la población y de la salud humana? En conjunto, los estudios del Banco Mundial indican claramente que la salud humana está estrechamente correlacionada con la renta per cápita y, además, que los indicadores más importantes de la degradación del medio ambiente, como el deficiente alcantarillado y la falta de agua potable, se encuentran en los países más pobres. Uno de los estudiosos más serios de la relación entre la población, el desarrollo económico y la contaminación es Wilfred Beckerman, profesor de Oxford, quien resumió sus observaciones de la siguiente manera:

Los problemas de medio ambiente importantes para el 75 por ciento de la población mundial que vive en los países en vías de desarrollo son los problemas locales de acceso a agua potable o a un alcantarillado decente, así como la degradación urbana. Existen, además, pruebas claras de que ...al final la mejor —y probablemente la única— manera de lograr un entorno decente en la mayoría de los países es enriquecerse⁵.

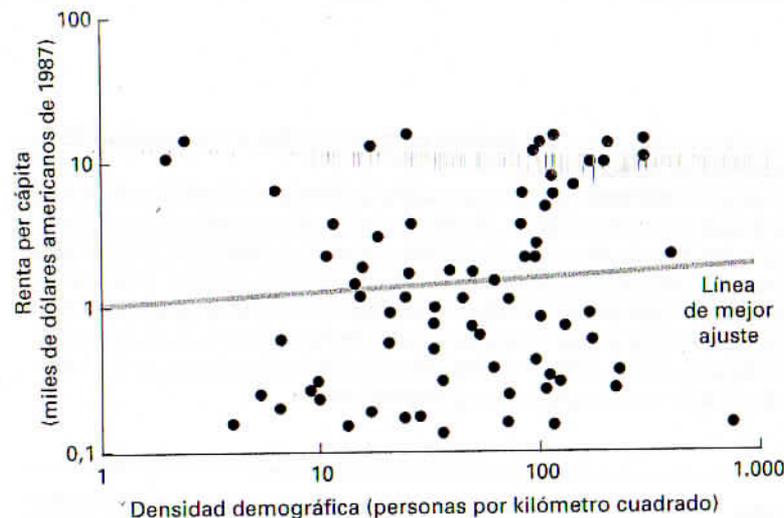


Figura 18.1. DENSIDAD DEMOGRÁFICA Y RENTAS

¿Es cierto que el nivel de vida disminuye a medida que aumenta la población? Desde la edad de oro de Atenas, generalmente las rentas per cápita han guardado una relación débil pero positiva con la densidad demográfica. Este diagrama de puntos dispersos muestra la relación en 72 grandes países en el caso de 1987. (Fuente: Banco Mundial.)

¿Qué ocurre con el medio ambiente y con los sistemas económicos alternativos? Tal vez el lector piense que una economía basada en un sistema de planificación central evitaría los problemas de la economía de mercado teniendo en cuenta en las decisiones las externalidades de la población y del medio ambiente. La experiencia revela, paradójicamente, que las economías socialistas del este de Europa y la Unión Soviética dejaron un legado de mugre y problemas de medio ambiente mucho peores que los que existen en las economías de mercado. Por ejemplo, en el comunismo, una gran parte de la energía de Alemania Oriental se conseguía por medio de lignito, combustible muy contaminante que envenenaba el aire con hollín y dióxido de azufre. Para los alemanes orientales, la adopción de una economía de mercado promete no sólo mejorar su nivel de vida sino también su medio ambiente.

⁵ Wilfred Beckerman, «Economic Growth and the Environment», *World Development*, vol. 20, n.º 4, 1992, pág. 482.

B. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS RECURSOS NATURALES

CLASES DE RECURSOS

¿Qué recursos naturales son importantes? La tierra, el agua y la atmósfera. Este trío produce toda una variedad de bienes y servicios útiles. La tierra nos da los alimentos y el vino procedentes de su fértil suelo, así como petróleo y otros minerales procedentes del manto de la tierra. Nuestras aguas nos dan pescado, actividades recreativas y constituyen un medio de transporte muy eficiente. La preciada atmósfera brinda aire respirable, hermosas puestas de sol y espacio en el que pueden volar los aviones. Los recursos naturales y el medio ambiente son, en cierto sentido, simplemente otro conjunto de factores de producción, como el trabajo y el capital. Sirven a los seres humanos porque sus servicios nos proporcionan producción o satisfacción.

Recursos apropiables e inapropiables

Cuando los economistas analizan los recursos naturales, hacen dos distinciones clave. La más importante es si son apropiables o inapropiables. Recuérdese que una mercancía se denomina **apropiable** cuando las empresas o los consumidores pueden recoger todo su valor económico. Son recursos naturales apropiables la tierra (cuya fertilidad puede ser recogida por el agricultor que vende el trigo o el vino producido en ella), los recursos minerales como el petróleo y el gas (el propietario puede vender el valor de los yacimientos de minerales en los mercados) y los árboles (el propietario puede vender la tierra o los árboles al mejor postor). En un mercado competitivo que funcione perfectamente, es de esperar que la asignación y la fijación del precio de los recursos naturales sean eficientes.

Pero debemos tener cuidado de no llevar demasiado lejos estos resultados. Existe una segunda clase de recursos naturales, conocida con el nombre de recursos **inapropiables**, que puede causar claramente problemas económicos. Un recurso inapropiable es aquel cuyo uso es gratuito para el individuo, pero costoso para la sociedad. En otras palabras, los recursos inapropiables son los que generan externalidades. Recuérdese que las *externalidades* son las situaciones en las que la producción o el consumo impone a otros unos costes o beneficios que no son compensados.

Los bienes que generan externalidades pueden compararse con los bienes económicos normales. Las transacciones de mercado consisten en un intercambio voluntario en el que los individuos intercambian bienes por dinero. Cuando una empresa utiliza un recurso apropiable escaso como la tierra, el petróleo o los árboles, compra el bien a su propietario, el cual es

compensado totalmente por los costes adicionales de producción del bien. Pero muchas transacciones se realizan fuera del mercado. La empresa A vierte residuos tóxicos a una corriente y contamina el agua para las personas que pescan o que nadan aguas abajo. Utiliza el agua escasa y limpia sin pagar a las personas cuya agua se contamina y genera una *deseconomía externa*.

Existen ejemplos de recursos inapropiables en todos los rincones del planeta. Pensemos en el caso del pescado. Un banco de atunes no sólo proporciona alimentos sino que también sirve para reproducir las futuras generaciones de atunes. Sin embargo, los mercados no recogen o se apropian de este potencial reproductor; nadie compra o vende la conducta de apareamiento del atún. Por consiguiente, cuando un barco pesquero coge un atún, no compensa a la sociedad por el agotamiento del futuro potencial reproductor. Por lo tanto, la pesca tiende a ser excesiva cuando no está regulada.

Esto nos lleva a la conclusión fundamental de la economía de los recursos y el medio ambiente:

Cuando los recursos son inapropiables y muestran externalidades, los mercados transmiten unas señales incorrectas. Generalmente, los mercados producen una cantidad excesiva de bienes que generan *deseconomías externas* y una cantidad demasiado pequeña de bienes que producen *economías externas*.

Recursos renovables y no renovables

Las técnicas para gestionar los recursos dependen de que éstos sean o no renovables. Un **recurso no renovable** es aquel cuya oferta es esencialmente fija y no se regenera suficientemente deprisa para que sea económicamente relevante. Ejemplos importantes son los combustibles fósiles, que existen desde hace millones de años y pueden considerarse fijos para las civilizaciones humanas y los recursos minerales no combustibles como el cobre, la plata, el oro, la piedra y la arena.

La segunda categoría está formada por los **recursos renovables**, cuyos servicios se reponen periódicamente y que si se gestionan debidamente, pueden prestar útiles servicios indefinidamente. La energía solar, el suelo agrícola, el agua de los ríos, los bosques y la pesca son los tipos más importantes de recursos renovables.

Como veremos a continuación, los principios de la gestión eficiente de estas dos clases de recursos presentan retos muy diferentes. La utilización eficiente de un recurso no renovable conlleva la distribución de una canti-

Cuadro 18.1. Clasificación de los recursos

| | Renovables | No renovables |
|---------------|---|------------------------------|
| Apropiables | Bosques, suelo agrícola, energía solar | Petróleo, gas natural, cobre |
| Inapropiables | Pesquería, calidad del aire, vistas panorámicas | Clima, residuos radiactivos |

Los recursos se clasifican en inapropiables o apropiables dependiendo de que haya externalidades significativas en su producción o en su consumo. Además, en el caso de los recursos agotables, como el petróleo y el gas natural, la cuestión económica es cómo asignar los recursos finitos en el espacio y en el tiempo. En el caso de los recursos renovables, como la madera o la pesca, la cuestión clave es la gestión prudente a fin de maximizar el valor del recurso.

dad finita del recurso a lo largo del tiempo: ¿debemos utilizar el gas natural de bajo coste en esta generación o conservarlo para el futuro? En cambio, la utilización prudente de los recursos renovables implica asegurarse de que se mantiene eficientemente el flujo de servicios, por ejemplo, gestionando acertadamente los bosques, protegiendo los lugares de cría de los peces o regulando la contaminación de los ríos y los lagos.

El Cuadro 18.1 muestra esta división fundamental de los recursos junto con algunos importantes ejemplos de cada uno.

ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES APROPIABLES

Comenzamos nuestro análisis con los recursos apropiables, es decir, aquellos cuyo recurso subyacente es propiedad privada o es gestionado por el sector privado y en cuyo caso los principales costes y beneficios de la producción y el consumo se recogen en el mercado. ¿Cuáles son los sectores más importantes de recursos naturales? El Cuadro 18.2 muestra el valor añadido de cada uno de los principales sectores de Estados Unidos tal como se calcula en la contabilidad nacional. El total de los sectores de recursos naturales vendidos en el mercado representaba un 4 por ciento de la producción total en 1987; dos sectores, la agricultura y el petróleo y gas, representaban tres cuartas partes de la producción económica de recursos naturales vendida en el mercado.

Aun cuando sea baja la proporción de la renta total correspondiente a los recursos, sería una tontería mostrarse satisfecho y suponer que los recursos no son importantes para el crecimiento económico. ¿No podría ocurrir que algún día se agotara un recurso natural esencial, como la energía, y nos encontraríamos con que tenemos que hacer grandes esfuerzos para hallar otra fuente que la sustituyera? Nada sumiría a una economía in-

Cuadro 18.2. Producción basada en diferentes recursos en Estados Unidos, 1987

| Sector | Valor añadido 1987* (miles de millones de dólares) | Porcentaje del producto interior bruto, 1987 |
|--|--|--|
| Sectores de recursos renovables: | | 1,8 |
| Agricultura | 59,8 | |
| Silvicultura, madera | 1,5 | |
| Pesca | 3,7 | |
| Generación de energía hidroeléctrica | 15,1 | |
| Sectores de recursos no renovables: | | 2,2 |
| Petróleo y gas | 71,8 | |
| Carbón | 13,3 | |
| Otros minerales: | | |
| Geológicamente escasos** | 3,7 | |
| Geológicamente superabundantes*** | 1,9 | |
| Piedra, arcilla, arena, etc. | 7,8 | |

* Ventas totales menos compras de materiales; comprende los beneficios, los salarios, los intereses, las ventas, la depreciación y los impuestos

** Comprendidos 17 minerales como el cobre, el oro, la plata y el vanadio.

*** Comprendidos algunos minerales como el hierro y el aluminio.

Una amplia variedad de productos se basa en recursos naturales tanto renovables como no renovables. Las estimaciones de la producción o de las ventas totales comprenden no sólo el valor económico del recurso natural sino también los rendimientos del capital y del trabajo. (Fuente: «Annual Input-Output Accounts of the U.S. Economy: 1987», *Survey of Current Business*, abril, 1992, págs. 55-71; Robert Gordon y cols., *Toward a New Iron Age?*, Yale University Press, New Haven, 1989.)

dustrial moderna más deprisa en el caos y en la pobreza que el agotamiento del combustible para factores que utilizan energía como el motor de combustión interna, la calefacción y la refrigeración centrales, los motores eléctricos y la electrónica. Esto es preocupante, ya que, por ejemplo, en Estados Unidos el 90 por ciento del consumo actual de energía procede de fuentes finitas no renovables como el petróleo, el gas y el carbón. ¿Deberíamos tomar medidas para limitar el uso de estos preciados stocks de capital social a fin de que quede algo para nuestros nietos?

Los economistas dan dos respuestas a esta pregunta. En primer lugar, señalan que los combustibles fósiles como el petróleo y el gas son finitos, pero no «esenciales». Un recurso *esencial* es un recurso, como el oxígeno, del que no existen sustitutos. Todos los recursos energéticos tienen sustitutos. Podemos sustituir el petróleo y el gas por carbón en la mayoría de los casos; podemos licuar el carbón cuando se necesitan combustibles líquidos o gaseosos; cuando se agote el carbón, podemos utilizar la energía solar —más cara—, la fisión nuclear y quizá algún día incluso

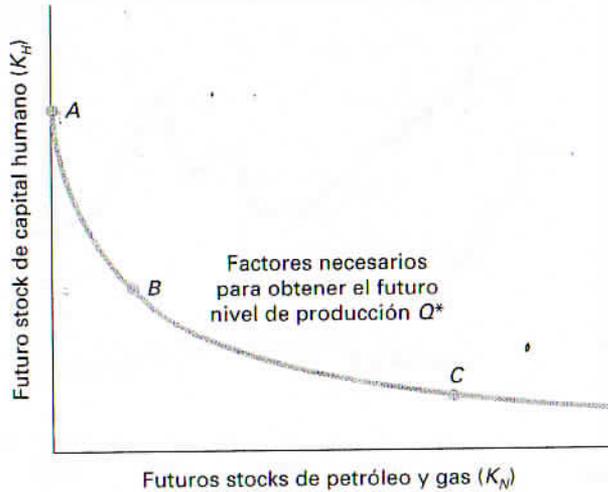


Figura 18.2. EL CAPITAL NATURAL Y EL CAPITAL PRODUCIDO SON SUSTITUTIVOS EN LA PRODUCCIÓN

La producción se realiza con capital natural (K_N) o con capital humano (K_H). La curva muestra la combinación de factores que generan una determinada cantidad de producción en el futuro (Q^*). Los ecologistas instan a conservar el capital natural con el fin de que los futuros stocks sean grandes, como sucede en el punto C. Los economistas subrayan la necesidad de garantizar que el capital escaso va a parar a los sectores que generan mayores rendimientos. Si el capital natural es abundante, sería más eficiente ir al punto B consumiendo stocks de capital natural hoy y acumular stocks de capital humano y mejorar la tecnología por medio de la investigación y el desarrollo.

la fusión nuclear. Estos tres últimos son superabundantes en el sentido de que cuando nos quedemos sin energía solar, la tierra dejará de ser habitable.

La segunda cuestión se refiere a la productividad relativa de los diferentes activos. Muchos ecologistas sostienen que la energía y otros recursos naturales como las zonas salvajes y los bosques muy antiguos son tipos muy especiales de capital que han de preservarse para poder mantener un crecimiento económico duradero. Los economistas tienden a discrepar y conciben los recursos naturales como otro activo de capital que posee la sociedad, junto con las rápidas computadoras, el capital humano de la población trabajadora educada y los conocimientos tecnológicos de sus patentes, sus científicos y sus ingenieros. Tanto los economistas como los ecologistas coinciden en que esta generación debería dejar un stock adecuado de activos de capital a las futuras generaciones; pero a los economistas les preocupa menos la forma exacta del capital que su productividad. Se preguntan si será más beneficioso para las fu-

turas generaciones tener mayores stocks de capital natural como petróleo, gas y carbón o tener más capital producido, como más científicos, mejores laboratorios y bibliotecas conectadas por superautopistas de la información.

Las posibilidades de sustitución del capital natural y de otros tipos de cambio se muestra por medio de la curva de indiferencia de la producción o «isocuanta» de la Figura 18.2. En esta figura representamos las cantidades de los dos tipos de capital que se necesitarían para lograr un determinado nivel de producción en el futuro (Q^*), manteniendo constantes otros factores. Ese nivel de producción puede obtenerse en el punto C con una política conservacionista que ponga énfasis en la reducción del uso actual de energía para dejar mucho petróleo y gas y relativamente poco capital humano para el futuro. También podría obtenerse con una estrategia consistente en fijar unos precios bajos para la energía y en suministrar un elevado nivel de educación en el punto B. Cualquiera de las dos estrategias es viable; la más deseable será aquella que permita consumir más tanto hoy como en el futuro.

Obsérvese también que la isocuanta corta al eje de ordenadas en el punto A, lo que indica que podemos obtener el futuro nivel de producción Q^* sin petróleo ni gas. ¿Cómo es posible? Con los mayores conocimientos científicos y técnicos representados por el punto A, la sociedad puede desarrollar e introducir tecnologías sustitutivas como el carbón limpio o la energía solar para sustituir el petróleo y el gas agotados. La curva corta el eje para indicar que a largo plazo el petróleo y el gas no son esenciales.

Tendencias de los precios de los recursos

En 1973, tras una guerra y un embargo en Oriente Medio, se disparó el precio del petróleo y el de muchos otros recursos. Muchas personas temían que el mundo estuviera a punto de quedarse sin sus recursos no renovables clave.

Veinte años más tarde, el precio del petróleo era, en realidad, de 20\$ por barril solamente. Eso significa que una vez ajustado para tener en cuenta la inflación global, apenas es más alto hoy que cuando se registraron las crisis del petróleo en la década de 1970. Sorprendentemente, lo mismo ocurre con casi todos los recursos naturales: los precios han venido bajando en lugar de subir a largo plazo. La Figura 18.3 muestra las tendencias de los precios de algunos recursos en comparación con el precio del trabajo. El precio real ha bajado en los últimos cien años en el caso de todos los grandes recursos naturales apropiables, salvo en el de la madera.

Examinando esta cuestión desde otro punto de vista, si tuvieran razón las personas que se muestran pesimistas sobre los recursos, cabría esperar

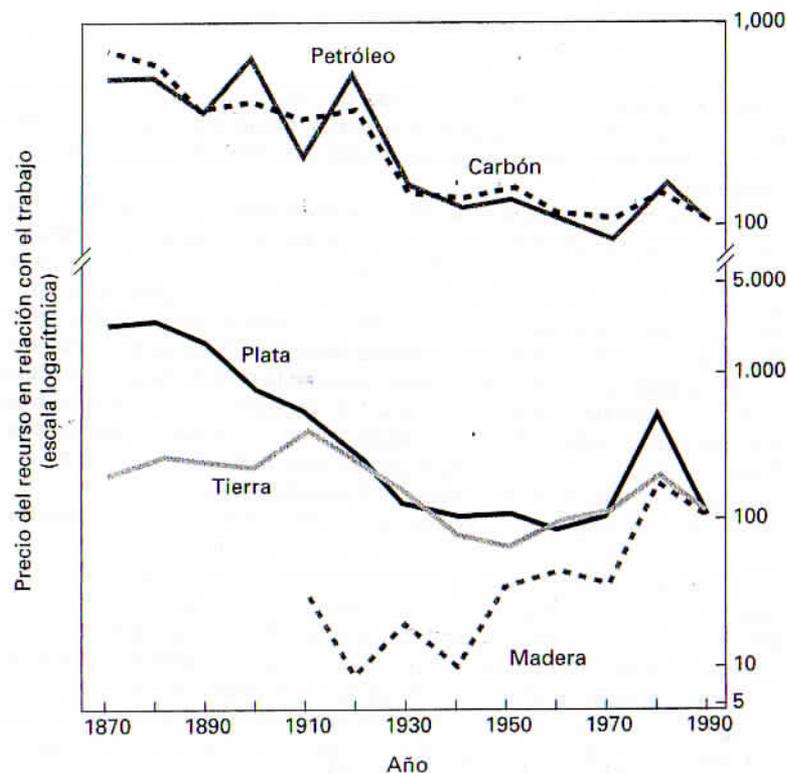


Figura 18.3. LOS PRECIOS DE LA MAYORÍA DE LOS RECURSOS HAN BAJADO EN RELACIÓN CON EL SALARIO DEL TRABAJO EN ESTADOS UNIDOS

La productividad y los nuevos descubrimientos han contrarrestado el agotamiento de la mayoría de los recursos naturales, por lo que sus precios de mercado han bajado en relación con los salarios. La única excepción importante es la madera. (Fuente: W. D. Nordhaus, «Lethal Model II: The Limits to Growth Revisited», *Brookings Papers on Economic Activity*, n.º 2, 1992, págs. 24, 26.)

que se dedicara una proporción cada vez mayor del producto nacional a los sectores de recursos. En realidad, la proporción de los sectores de recursos con respecto a la economía total ha disminuido. La Figura 18.4 muestra el porcentaje de la producción nacional total de Estados Unidos correspondiente a la agricultura, la silvicultura, la pesca, la minería y la producción de servicios públicos que requiere la utilización de recursos naturales. Estos sectores representaban alrededor del 14 por ciento de la economía a finales de los años cuarenta, pero disminuyeron a un 6 por

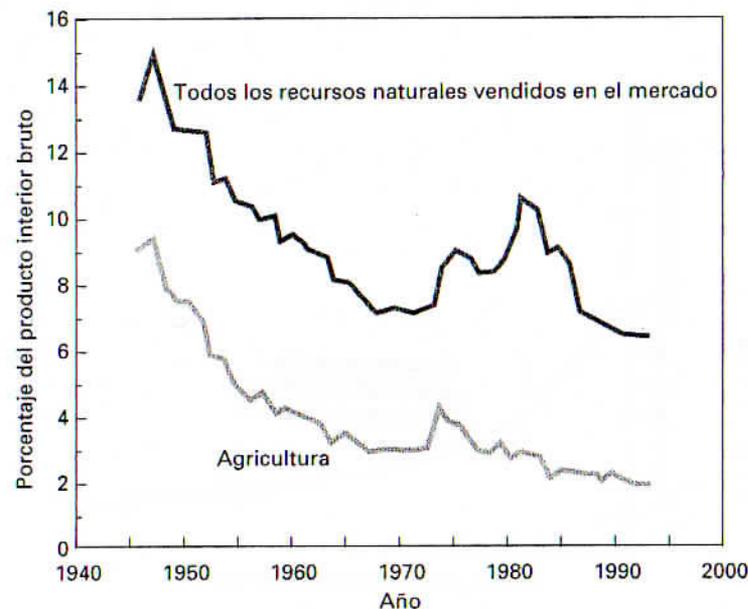


Figura 18.4. LOS RECURSOS NATURALES APROPIABLES REPRESENTAN UNA PROPORCIÓN MENGUANTE DE LA ECONOMÍA EN ESTADOS UNIDOS

En los últimos cincuenta años, la agricultura ha disminuido, mientras que otros recursos naturales que se venden en el mercado han mantenido su proporción de la economía nacional. (Fuente: El «total» comprende el producto interior bruto procedente de la agricultura, la silvicultura, la pesca, la minería y el gas, el agua y la producción de electricidad; U.S. Commerce Department.)

ciento a principios de los noventa. La disminución se produjo en su mayor parte en la agricultura, por razones que describimos en el Capítulo 4. La repercusión de las crisis del petróleo de los años setenta se refleja en las protuberancias de la Figura 18.4, debido a que los precios del petróleo y del gas y su proporción con respecto a la economía nacional experimentaron un salto ascendente.

¿Qué hay detrás de estas tendencias? La respuesta es paralela a nuestro análisis anterior de Malthus. En realidad, la influencia del cambio tecnológico y de los nuevos descubrimientos en la reducción de los precios ha contrarrestado la tendencia ascendente de los precios causada por el agotamiento. Por ejemplo, los cables telefónicos de cobre están siendo sustituidos por cables de fibra óptica, que utilizan materias primas mucho más baratas y abundantes. Lo mismo está ocurriendo en la mayoría de los sectores de recursos naturales.



La apuesta de los recursos: En 1980 Julian Simon, economista y destacado defensor de la escuela cornucopiana, retó a los pesimistas ecologistas. Brindándoles la posibilidad de elegir cualquier recurso natural que quisieran, Simon, que creía que la tecnología podía encontrar sustitutos para cualquier recurso agotado, se mostró dispuesto a apostar a que los precios de los recursos elegidos no subirían sino que bajarían.

El reto de Simon fue aceptado por Paul Ehrlich, destacado biólogo y ecologista. Ehrlich se hizo famoso por primera vez en 1968 por ser el autor de *The Population Bomb*, libro en el que predijo la aparición de inminentes hambrunas en todo el mundo. En un libro posterior, predijo la escasez de

materias primas clave en 1985. Como era de esperar, a Ehrlich le pareció irresistible la oferta de Simon. Apostó 1.000\$ a que en 1990 los precios de cinco metales —cromo, cobre, níquel, estaño y tungsteno— subirían, una vez ajustados para tener en cuenta la inflación.

Simon ganó con facilidad. Los precios de los cinco metales bajaron acusadamente —una vez tenida en cuenta la inflación— durante la década (véase la Figura 18.3 para la tendencia general). Ehrlich no sólo pasó por alto la tendencia relativa a largo plazo de los precios de los recursos, sino que tuvo la mala suerte de elegir una década en la que el ciclo económico reforzó las fuerzas a más largo plazo.

C. LA LIMITACIÓN DE LAS EXTERNALIDADES: LA ECONOMÍA DEL MEDIO AMBIENTE

La tarea de salvar el medio ambiente del planeta debe convertirse y se convertirá en el principio organizador fundamental del mundo posterior a la guerra fría.

Albert J. Gore Jr., vicepresidente de Estados Unidos (1993-)

Durante la campaña presidencial de 1992, el candidato a vicepresidente de Estados Unidos, Albert Gore, se refirió a la necesidad de reconocer las implicaciones potencialmente catastróficas del crecimiento económico incontrolado, indicando algunos problemas actuales como el agujero de la capa de ozono antártica, así como algunos futuros problemas como el calentamiento de la atmósfera. El presidente George Bush se burló de Gore diciendo: «¿Sabe usted por qué lo llamo el Hombre Ozono? Este hombre es tan extremista en lo referente a cuestiones del medio ambiente que vamos a tener búhos hasta en la sopa, pero todos los norteamericanos se quedarán sin trabajo».

Este debate político refleja la existencia de una profunda división entre quienes ven que se produce un daño tras otro cuando los países no tienen en cuenta sus acuciantes problemas de medio ambiente y quienes creen que los problemas de medio ambiente pueden resolverse fácilmente con la tecnología moderna y son nimios comparados con los graves problemas de la guerra, la falta de trabajo, la pestilencia, la droga y la pobreza. En este apartado, analizamos el carácter de las externalidades del medio ambiente, explicamos por qué generan ineficiencias económicas y analizamos las posibles soluciones.

En el primer apartado de este capítulo, hemos dividido los recursos naturales en apropiables e inapropiables y hemos dicho que un recurso inapropiable es aquel que genera externalidades. Existe una externalidad cuando la producción o el consumo imponen costes o beneficios involun-

tarios a otros. Más concretamente, una externalidad es un efecto que produce la conducta de un agente económico en el bienestar de otro y que no se refleja en las transacciones de mercado.

Las externalidades son de muchos tipos. Unas son positivas (economías externas) y otras negativas (deseconomías externas). Así, por ejemplo, cuando vertemos un barril de ácido en un río, éste mata los peces y las plantas. Como no pagamos a nadie por el daño causado, hay una deseconomía externa. Cuando descubrimos una fórmula mejor para limpiar las manchas de petróleo, ésta beneficia a muchas personas que no nos pagan nada por ello. Se trata de una economía externa.

Algunas externalidades producen grandes efectos-difusión, mientras que en otras éstos son pequeños. Cuando un transmisor de la peste negra entraba en una ciudad en la Edad Media, una cuarta parte de la población podía morir por su causa. En cambio, cuando una persona mastica un trozo de cebolla en un estadio de fútbol en un día de viento, los efectos externos apenas son perceptibles.

Bienes públicos y bienes privados

Para ilustrar el concepto de efectos externos, consideraremos el ejemplo extremo de un *bien público*, que es un bien que puede suministrarse a todo el mundo con tanta facilidad como a una persona.

El ejemplo por excelencia de bien público es la defensa nacional. No hay nada más vital para una sociedad que su seguridad. Pero la defensa nacional, como bien económico que es, se diferencia radicalmente de un bien privado, como el pan. Diez barras de pan pueden dividirse de muchas formas entre los individuos, y lo que yo como no pueden comerlo otros. Pero la defensa nacional, una vez que se suministra, beneficia por igual a todas las personas. Independientemente de que seamos belicistas o pacifistas, viejos o jóvenes, ignorantes o instruidos, recibiremos la misma cantidad de seguridad nacional del ejército que todos los demás residentes del país.

Obsérvese, pues, el contraste extremo: la decisión de tener un determinado nivel de un bien público, como la defensa nacional, da como resultado una serie de submarinos, misiles de crucero y tanques para protegernos a cada uno de nosotros. En cambio, la decisión de consumir un bien privado como el pan es un acto individual. Una persona puede consumir cuatro rebanadas, dos o una barra entera; su decisión es puramente personal y no compromete a nadie más a consumir una determinada cantidad de pan.

El ejemplo de la defensa nacional es, ciertamente, un caso espectacular y extremo de bien público; pero cuando se piensa en la vacuna contra la viruela, en un concierto en un parque, en la construcción de una presa aguas arriba para evitar inundaciones aguas abajo o en muchos otros proyectos públicos similares, generalmente se observan elementos característicos de los bienes públicos. En suma,

Los **bienes públicos** son aquellos que benefician de una manera indivisible a toda la comunidad, independientemente de que los individuos deseen o no comprarlos. Los **bienes privados**, por el contrario, son aquellos que puede dividirse y suministrarse por separado a diferentes individuos sin que produzcan beneficios ni costes externos a otros. Para suministrar eficientemente bienes públicos suele ser necesaria la intervención del Estado, mientras que los bienes privados pueden ser asignados eficientemente por los mercados.

Pero no sólo hay bienes públicos; también hay «males» públicos, que son bienes públicos que imponen costes uniformes a todo un grupo. Son subproductos intencionados de las actividades de consumo o de producción. Más adelante en este capítulo, examinamos el debate sobre el efecto invernadero, en el que la combustión de combustibles fósiles amenaza con cambiar el clima del planeta. Otros ejemplos son la contaminación del aire y del agua resultante de la producción de sustancias químicas, de la producción de energía y de la utilización de automóviles; la lluvia ácida, debida al transporte a larga distancia del azufre que emiten las centrales eléctricas; la exposición radiactiva provocada por las pruebas atmosféricas de armas nucleares o por accidentes como el de la central ucraniana de Chernobil, y la destrucción de la capa de ozono como consecuencia de la acumulación de clorofluorocarbonos. Obsérvese que en to-

dos estos casos los que han causado el efecto externo no deseaban perjudicar a nadie. Las externalidades no son sino los efectos secundarios involuntarios, pero perjudiciales, de la actividad económica.

LA INEFICIENCIA DEL MERCADO CON EXTERNALIDADES

Abraham Lincoln dijo en una ocasión que el Estado ha de «hacer para el pueblo lo que es necesario hacer, pero que éste no puede hacer con su esfuerzo personal de ninguna manera o no tan bien como él». El control de la contaminación satisface perfectamente estos criterios, ya que el mecanismo del mercado no controla debidamente a los agentes que contaminan. Las empresas no limitan voluntariamente las emisiones de sustancias químicas nocivas ni se abstienen siempre de verter residuos tóxicos. Se considera, pues, en general que el control de la contaminación es una función legítima del Estado.

Análisis de la ineficiencia

¿Por qué provocan ineficiencia económica las deseconomías externas como la contaminación? Consideremos el caso de una empresa eléctrica hipotética, Luz Sucia, que quema carbón y que genera una deseconomía externa al emitir toneladas de nocivo dióxido de azufre. Una parte perjudica a la empresa, ya que obliga a pintarla más a menudo y eleva sus facturas médicas. Pero el daño es en su mayor parte «externo» a la empresa, ya que se extiende por toda la región, dañando la vegetación y los edificios y causando enfermedades respiratorias a la población e incluso la muerte prematura.

Como Luz Sucia es una empresa sensata maximizadora del beneficio, ha de decidir cuánta contaminación debe emitir. Si no la elimina en absoluto, sufrirán sus trabajadores y la fábrica. La eliminación, por el contrario, de todas y cada una de las moléculas exige la realización de cuantiosos gastos en combustibles más limpios y bajos en azufre, en sistemas de reciclaje, en equipo de limpieza, etc. Una eliminación total costaría tanto que Luz Sucia no podría esperar sobrevivir en el mercado.

La dirección decide, pues, reducir la contaminación solamente hasta el punto en el que los beneficios de la *eliminación* de la contaminación (los beneficios privados marginales) sean iguales al coste adicional (el coste marginal). Sus contables estiman que los beneficios privados marginales ascienden a 10\$ por tonelada de dióxido de azufre. Por otra parte, sus ingenieros informan a la dirección de que la eliminación de 50 de las 400 toneladas emitidas normalmente tendrá un coste marginal de 10\$ por tonelada. La empresa ha observado que su nivel privado óptimo de eli-

minación de la contaminación es de 50 toneladas; con ese nivel, el beneficio privado marginal de la empresa es exactamente igual al coste privado marginal de la eliminación. En otras palabras, cuando Luz Sucia produce electricidad con el menor coste posible, sopesando únicamente los costes y los beneficios privados, fija su nivel de contaminación en 350 toneladas y elimina 50.

Supongamos, sin embargo, que se le pide a un equipo de científicos y economistas expertos en medio ambiente que examine las consecuencias globales para la sociedad en lugar de los efectos producidos únicamente en Luz Sucia. Al examinar las consecuencias totales, los auditores observan que los beneficios sociales marginales del control de la contaminación —incluida la mejora de la salud y el aumento de los valores de la propiedad situada en las regiones vecinas— son 10 veces mayores que los beneficios privados marginales. El efecto producido por cada tonelada adicional en Luz Sucia es de 10\$, pero el resto de la sociedad sufre un efecto adicional de 90\$ por tonelada de *costes externos*. ¿Por qué no incluye Luz Sucia los 90\$ de beneficios sociales adicionales en sus cálculos? Porque estos beneficios son externos a la empresa y no afectan a sus beneficios.

Vemos, pues, que la contaminación y otras externalidades producen resultados económicos ineficientes: en un medio ambiente no regulado, las empresas hallan el nivel de contaminación más rentable igualando el beneficio privado marginal derivado de su eliminación y su coste privado marginal. Cuando los efectos-difusión de la contaminación son significativos, el equilibrio privado produce unos niveles de contaminación ineficientemente elevados y un grado de eliminación demasiado bajo.

La contaminación socialmente eficiente. Dado que las decisiones privadas sobre el control de la contaminación son ineficientes, ¿existe una manera de encontrar una solución mejor? ¿Debe prohibirse totalmente la contaminación? ¿Debe obligarse a las partes afectadas a negociar con quienes contaminan o debe permitírseles que los demanden por daños y perjuicios? ¿Existe una solución técnica?

En general, los economistas tratan de averiguar el nivel socialmente eficiente de contaminación sopesando los costes y los beneficios sociales. Más concretamente, *la eficiencia exige que el beneficio social marginal de la eliminación sea igual a sus costes sociales marginales*. Esta igualdad se produce cuando los beneficios marginales que tiene para la salud y las propiedades de un país la reducción de la contaminación en 1 unidad son exactamente iguales a los costes marginales de esa reducción.

¿Cómo puede hallarse el nivel eficiente de contaminación? Los economistas recomiendan un método llamado *análisis coste-beneficio*, en el cual los niveles eficientes se hallan sopesando los costes marginales de una medida y sus beneficios marginales. En el caso de Luz Sucia, supongamos que los expertos estudian los datos sobre los costes de la eliminación y el

daño causado al medio ambiente. Observan que los costes y los beneficios sociales marginales se igualan cuando se aumenta la cantidad de eliminación de la contaminación de 50 a 250 toneladas. En el nivel de contaminación eficiente observan que el coste marginal de eliminación es de 40\$ por tonelada, mientras que los beneficios sociales marginales generados por la última unidad eliminada también son de 40\$.

¿Por qué es eficiente para la empresa emitir 150 toneladas en lugar de 400? Porque con esta tasa de emisiones se maximiza el valor neto de la producción. Si Luz Sucia emitiera más de 150 toneladas de contaminación, el daño adicional causado al medio ambiente sería superior al ahorro de costes conseguido con la reducción de los niveles de eliminación. Por otra parte, si la contaminación se redujera por debajo de 150 toneladas, los costes marginales de la eliminación serían mayores que los beneficios marginales derivados de la limpieza del aire. De nuevo, como sucede en muchas áreas, el resultado más eficiente se halla igualando el coste marginal y el beneficio marginal de una actividad.

El análisis coste-beneficio demostrará por qué la política extrema de «eliminación del riesgo», es decir, de «emisión nula» generalmente es despilfarradora. La eliminación total de la contaminación generalmente impondría unos costes astronómicos de limpieza, mientras que los beneficios marginales de la reducción de los últimos gramos de contaminación pueden ser bastante pequeños. En algunos casos, puede ser incluso imposible seguir produciendo con un nivel de emisiones nulo, por lo que la política de eliminación del riesgo podría exigir el cierre de la industria de computadoras o la prohibición total del tráfico de vehículos. Generalmente, la eficiencia económica obliga a buscar una solución de compromiso que sopesa el valor adicional de la producción de la industria y el daño adicional causado por la contaminación.

Una economía de mercado no regulada genera unos niveles de contaminación (o de otras externalidades) en los que el beneficio *privado* marginal derivado de su eliminación es igual a sus costes privados marginales. La eficiencia exige que el beneficio *social* marginal sea igual al coste social marginal de la eliminación. En una economía no regulada hay demasiado poca eliminación y una excesiva contaminación.

La valoración de los daños

Uno de los principales problemas que plantean los estudios económicos del medio ambiente se debe a que muchos de los beneficios no tienen un precio en el mercado. Para conseguir el nivel eficiente de regulación generalmente es necesario que las autoridades puedan atribuir un valor monetario a la externalidad. Por ejemplo, si se fijan las tasas sobre las emisiones de tal manera que los costes sociales marginales sean iguales a los beneficios marginales, debemos ser capaces claramente de calcular los da-

ños sociales que causa la contaminación. En los casos en los que los afectados son bienes y servicios que se venden en el mercado, la medición es relativamente sencilla. Si el calentamiento de la atmósfera reduce la cosecha de trigo, podemos medir los daños por medio del valor neto de este cereal. O si para hacer una nueva carretera es necesario derribar la casa de una persona, podemos calcular el valor de mercado de la vivienda que hay que construir en su lugar.

Pero muchos tipos de daños causados al medio ambiente, especialmente en los sectores de bienes que no se venden en el mercado, son mucho más difíciles de evaluar. Por ejemplo, a finales de los años ochenta y principios de los noventa los ecologistas pidieron que se detuviera el transporte de troncos por una amplia franja del noroeste de Estados Unidos con el fin de preservar el hábitat del búho. Esa medida costaría miles de puestos de trabajo en la industria maderera. ¿Cómo valoraríamos la preservación del búho? O por poner otro ejemplo, el vertido de petróleo del *Exxon Valdez* en Prince William Sound (Alaska) dañó las playas y destruyó la fauna salvaje. ¿Cuánto vale la vida de una nutria de mar? Aun más controvertido es el valor de la vida humana. ¿Cuánto debe pagar la sociedad para reducir las enfermedades o el acortamiento de la vida causados por la contaminación del aire?

Los economistas han adoptado varios enfoques para estimar los daños que no se reflejan directamente en los precios de mercado. La valoración es más fácil en los casos en los que los problemas relacionados con el medio ambiente perjudican directamente a los usuarios. Un río o un lago contaminado disuade de pescar o de nadar y el valor de las oportunidades recreativas perdidas puede estimarse examinando su coste de oportunidad, es decir, cuánto pagarían los individuos por un tipo equivalente de entretenimiento.

Pero ¿qué ocurre con el valor de un búho? La mayoría de las personas nunca verán un búho, de la misma manera que tampoco verán una grulla blanca o visitarán en realidad Prince William Sound. Pero pueden asignar un valor a estos recursos naturales. Algunos economistas del medio ambiente utilizan una técnica llamada *valoración contingente*, que consiste en preguntar a la gente cuánto estaría dispuesta a pagar en una situación hipotética, por ejemplo, para preservar un recurso natural. En el caso del vertido del *Exxon Valdez*, se realizaron encuestas en todo Estados Unidos para ayudar a averiguar cómo valoraban las personas que nunca habían visitado Prince William Sound la preservación y la restauración de su immaculado entorno. El estudio valoró en 3.000 millones de dólares el coste del accidente.

El método de la valoración contingente ha provocado una enconada controversia. Sus críticos sostienen que las respuestas no son creíbles porque se pide a los encuestados que valoren algo que no comprenden y que nunca han experimentado, por ejemplo, cuánto pagarían por comer queso verde producido en la luna. Sostienen, además, que como nunca tie-

nen que pagar dinero en realidad y, como se sienten bien cuando se muestran dispuestos a desembolsar montones de dólares hipotéticos por una causa que merece la pena, sus estimaciones son excesivamente altas y no deben tenerse en cuenta.

Pocos dudarían de que la conservación del medio ambiente tiene un elevado valor para muchas personas, pero valorar los componentes que no se venden en ningún mercado es una escurridiza tarea.

Análisis gráfico de la contaminación

Estas cuestiones pueden mostrarse con la ayuda de la Figura 18.5. La curva *CM* de mercado de pendiente positiva es el coste marginal de la eliminación. Las curvas de pendiente negativa son los beneficios marginales de la reducción de la contaminación: el tramo superior *BSM* es el beneficio social marginal de la reducción de la contaminación y el inferior *BPM* es el beneficio privado marginal que genera la eliminación al agente contaminante.



Advertencia sobre la representación gráfica de la contaminación: Cuando se analiza la contaminación, resulta útil concebir su control o eliminación como un «bien», por lo que en los gráficos medimos los costes y los beneficios marginales en el eje de ordenadas y la eliminación de la contaminación en el de abscisas. El truco se halla en recordar que como la eliminación de la contaminación es un bien, se mide positivamente en el eje de abscisas. También puede pensarse que la contaminación se mide negativamente de derecha a izquierda a partir del nivel de 400. En ese caso, una eliminación igual a 0 equivale a una contaminación de 400, mientras que una eliminación de 400 significa una contaminación nula.

La solución del mercado no regulado se encuentra en el punto *I*, en el cual los costes y los beneficios privados marginales son iguales. En este punto, sólo se eliminan 50 toneladas y los costes y los beneficios privados marginales son de 10\$ por tonelada. Pero esta solución es ineficiente. Podemos verlo realizando un experimento consistente en elevar la eliminación en 10 toneladas, lo que se representa mediante la pequeña franja situada a la derecha del punto *I*. Los beneficios marginales correspondientes a esta eliminación adicional están representados por el área total de la franja situada debajo de la curva *BSM*, mientras que los costes marginales están representados por el área situada debajo de la curva *CM*. Los beneficios netos constituyen la parte de la franja mostrada por el área sombreada situada entre las dos curvas.

El nivel eficiente de contaminación se encuentra en el punto *E*, en el cual se igualan los beneficios sociales marginales y el coste marginal de

la eliminación. En ese punto, tanto *BSM* como *CM* son iguales a 40\$ por tonelada. Además, como *BSM* y *CM* son iguales, en el experimento de aumentar la eliminación en una diminuta cantidad se observará que no existe ninguna diferencia entre las dos curvas, por lo que el control adicional de la contaminación no genera ningún beneficio neto. También podemos medir los beneficios netos de la solución eficiente en relación con el mercado no regulado tomando todas las pequeñas franjas de beneficios netos situadas entre la franja sombreada y el punto *E* de la Figura 18.5. Este cálculo muestra que el área *ISE* representa los beneficios derivados de la eliminación eficiente de los productos contaminantes.

Hagamos un último experimento: examinemos las consecuencias de una norma según la cual ha de erradicarse toda la contaminación; esta norma podría denominarse política de riesgo nulo y exigiría la eliminación de 400 unidades de contaminación. En este caso, los beneficios sociales marginales son nulos, mientras que los costes marginales se encuentran en el punto *Z*, por lo que los costes de la eliminación son excesivos. Sumando todas las pequeñas franjas situadas a la derecha del punto eficiente, vemos que los costes netos de la solución de riesgo nulo están representados por el área *EZB*.

MEDIDAS PARA CORREGIR LAS EXTERNALIDADES

¿Qué instrumentos puede utilizar el Estado para combatir la ineficiencia provocada por las externalidades? Las actividades más visibles son los programas públicos de lucha contra la contaminación que recurren a controles directos o a incentivos económicos para inducir a las empresas a corregir las externalidades. Otros enfoques más sutiles recurren a una mejora de los derechos de propiedad para dar al sector privado los instrumentos necesarios para negociar soluciones eficientes. En el presente apartado analizamos estos enfoques.

Programas públicos

Los controles directos. Por lo que se refiere a casi toda la contaminación, así como a otras externalidades relacionadas con la salud y la seguridad, los gobiernos recurren a los controles directos, que suelen denominarse *regulaciones sociales* (véase el Capítulo 17). Por ejemplo, en estados Unidos la Clean Air Act (ley sobre la contaminación del aire) de 1970 redujo un 90 por ciento las emisiones permitidas de tres importantes contaminantes. En 1977, se obligó a las empresas a reducir un 90 por ciento las emisiones de azufre de las nuevas fábricas. En una serie de disposiciones

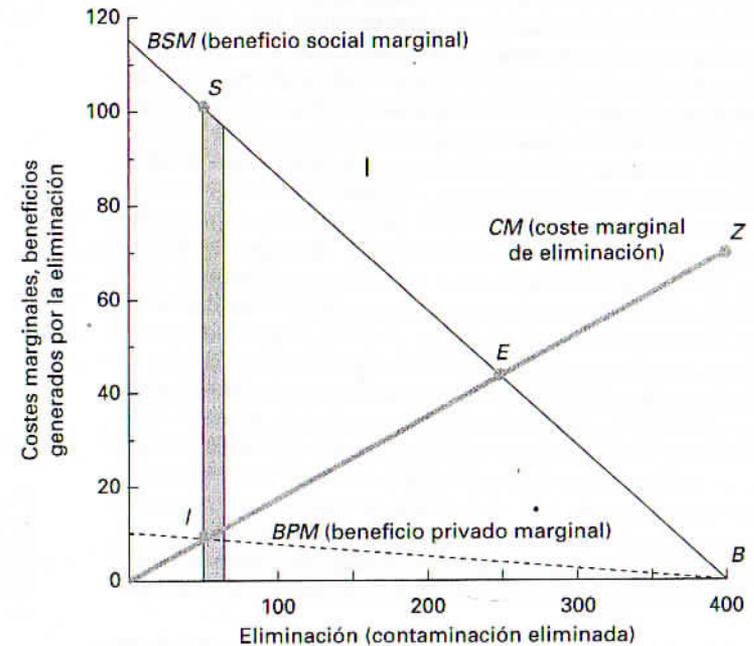


Figura 18.5. INEFICIENCIA PROVOCADA POR LAS EXTERNALIDADES

Cuando el beneficio social marginal (*BSM*) no es igual que el beneficio privado marginal (*BPM*), los mercados generan un equilibrio no regulado en el punto *I*, con excesivamente poca eliminación o reducción de la contaminación. El nivel eficiente se encuentra en el punto *E*, en el que *BPM* es igual a *CM*.

emitidas en las últimas décadas, se les ha obligado a eliminar gradualmente las sustancias químicas que reducen la capa de ozono, y así sucesivamente.

¿Cómo aplica un gobierno las normas sobre la contaminación? Continuando con el ejemplo de Luz Sucia, el Ministerio de Protección del Medio Ambiente del estado podría ordenarle que aumentara su reducción de la contaminación a 250 toneladas. Si se tratara de una *orden de dirección y control*, se ordenaría simplemente a la empresa que la cumpliera y se le darían detalladas instrucciones sobre la tecnología que debería utilizar para controlar la contaminación y dónde debería aplicarla. La empresa apenas tendría margen para aplicar métodos nuevos o negociar dentro de ella misma o con otras empresas. Si las normas están debidamente elaboradas —un gran «si»— el resultado podría aproximarse al nivel de contaminación eficiente descrito en la última parte de este apartado.

Aunque es posible que las autoridades decidan establecer unos niveles de contaminación que garanticen la eficiencia económica, en la práctica no es muy probable que eso suceda. De hecho, una gran parte de los programas de control de la contaminación tienen graves fallos del Estado. Por ejemplo, las normas sobre la contaminación suelen elaborarse sin comparar los costes marginales y los beneficios marginales, y sin esa comparación no es posible averiguar cuál es el nivel más eficiente de control de la contaminación. De hecho, en algunos programas la ley prohíbe específicamente comparar los costes y los beneficios para establecer los niveles.

Además, las normas son inherentemente un instrumento muy radical. Para que la reducción de la contaminación sea eficiente, es necesario igualar los costes marginales de la contaminación de todas las fuentes contaminantes. Las órdenes de dirección y control generalmente no permiten hacer distinciones entre las empresas, las regiones o las industrias. Por lo tanto, las normas suelen ser las mismas para las grandes empresas y para las pequeñas, para las ciudades y para las áreas rurales, para las industrias altamente contaminantes y para las poco contaminantes. Incluso aunque la empresa A fuera capaz de reducir una tonelada de contaminación con un coste muy inferior al que sufriría la B, las dos deben cumplir la misma norma; la empresa de bajo coste tampoco tiene incentivos para reducir la contaminación más de lo que indica la norma, aun cuando sea económico. Un estudio tras otro han confirmado que nuestros objetivos relativos al medio ambiente han resultado innecesariamente costosos porque hemos utilizado la regulación basada en órdenes de dirección y control.

Solución basada en el mercado: las tasas sobre las emisiones.

Para evitar algunos de los inconvenientes de los controles directos, muchos economistas han sugerido una política relacionada con el medio ambiente que se base más en incentivos económicos que en órdenes. Un método son las *tasas sobre las emisiones*, que obligarían a las empresas a pagar un impuesto sobre su contaminación igual a la cantidad de daños externos. Si Luz Sucia estuviera imponiendo unos costes marginales externos de 35\$ por tonelada a las áreas vecinas, el impuesto adecuado sería de 35\$ por tonelada. Se trata, de hecho, de *internalizar* la externalidad haciendo que la empresa afronte los costes sociales de sus actividades. Al calcular sus costes privados, Luz Sucia observaría que en el punto *E* una tonelada adicional de contaminación le costaría 5\$ de costes internos más 35\$ de tasas, lo que haría un coste marginal total de 40\$ por tonelada de contaminación. Igualando el nuevo beneficio *privado* marginal (el beneficio privado más la tasa sobre la emisión) y el coste marginal de la eliminación, la empresa reduciría su contaminación hasta el nivel eficiente. Si la tasa sobre la contaminación se calculara correctamente —otro gran «si»— las empresas maximizadoras del beneficio se verían llevadas como por una mano invisible enmendada hasta el punto eficiente en el que los costes sociales marginales y los beneficios sociales marginales de la contaminación son iguales.

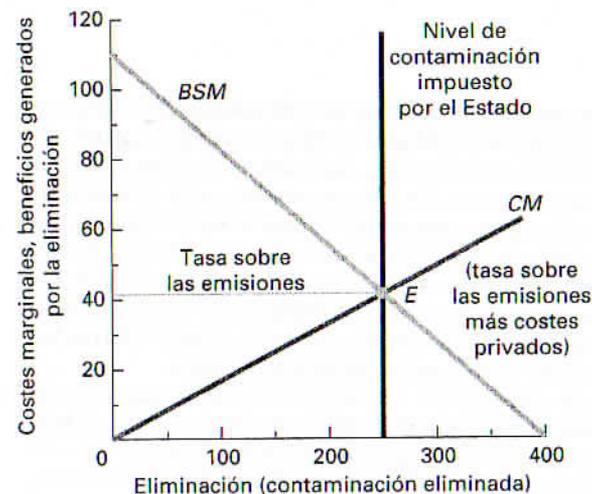


Figura 18.6. NIVELES MÁXIMOS DE CONTAMINACIÓN Y TASAS SOBRE LAS EMISIONES

Cuando los poderes públicos limitan la contaminación a 150 o exigen la eliminación de 250, se genera una contaminación eficiente en el punto *E*. Este resultado también se alcanza con una tasa sobre la contaminación de 35\$ por tonelada; con una tasa de 35\$ por tonelada más 5\$ por tonelada de daño privado marginal, la suma es igual al coste marginal y da lugar a una reducción eficiente de la contaminación en el punto *E*.

La Figura 18.6, similar a la 18.5, salvo en que la hemos simplificado eliminando la curva de beneficio privado marginal, muestra gráficamente otros métodos. En el caso del control directo, las autoridades se limitan a ordenar a la empresa que elimine 250 toneladas de sustancias contaminantes (o que no emita más de 150). En este caso, la norma fijaría un grado de contaminación correspondiente a la línea recta vertical negra. Si se fijara en el nivel correcto, la empresa llevaría a cabo el nivel de reducción socialmente eficiente. Por lo tanto, con una regulación eficiente, la empresa elige el punto *E*, en el que *CSM* es igual a *CM*.

¿Qué ocurre con las tasas sobre las emisiones? Supongamos que el Estado cobra a la empresa 35\$ por tonelada. En ese caso, el beneficio privado marginal de la eliminación pasaría de 5\$ a 40\$ por tonelada. Ante este incentivo, la empresa elegiría de nuevo el punto eficiente *E* de la Figura 18.6.

Solución basada en el mercado: los permisos transferibles de contaminación. Un nuevo método que no exige que los poderes públicos establezcan impuestos es la utilización de permisos transferibles para

contaminar. Con este método, en lugar de obligar a las empresas a pagar $x\$/$ por unidad de contaminación y permitirles elegir el nivel de contaminación, las autoridades eligen el nivel de contaminación y asignan el número adecuado de permisos. El precio de estos permisos, que representa la cuantía de la tasa sobre la contaminación, se establece en función de la oferta y la demanda existentes en el mercado de permisos. Suponiendo que se conoce la curva de costes, el método de los permisos transferibles da el mismo resultado que el de las tasas sobre las emisiones. Una importante diferencia entre los dos enfoques es que el gobierno a menudo asigna los permisos de contaminación a las empresas para conseguir su apoyo político. Eso significa que la industria obtiene los ingresos generados por los permisos, mientras que el Estado recauda los ingresos generados por las tasas.



Las innovaciones económicas: los permisos transferibles de contaminación. La mayoría de las reglamentaciones relacionadas con el medio ambiente se basan en el enfoque de las órdenes y el control que limita las emisiones de fuentes individuales, como las centrales de energía o los automóviles. Este enfoque no puede limitar las emisiones totales. Y lo que es más importante, casi garantiza que el programa global será sumamente ineficiente, ya que no satisface la condición de que las emisiones procedentes de todas las fuentes deben ser iguales a los costes marginales de reducción de la contaminación.

En 1990, Estados Unidos adoptó un nuevo y radical enfoque para controlar la contaminación en su programa de control del dióxido de azufre, que es uno de los agentes contaminantes más perjudiciales. En virtud de las enmiendas a la Clean Air Act (ley sobre la contaminación del aire) de 1990, el Estado emite una serie de permisos para emitir dióxido de azufre cada año para todo Estados Unidos. Se prevé que al final de la década las emisiones se habrán reducido un 50 por ciento en relación con los niveles de 1990. El aspecto innovador del plan es que los permisos podrán comerciarse libremente. Las empresas eléctricas reciben permisos para contaminar y pueden comprarlos y venderlos exactamente igual que las tripas de cerdo o el trigo. Las empresas que puedan reducir sus emisiones de azufre de la forma más barata las reducen y venden sus permisos; a las que necesitan más para nuevas plantas o porque no tienen mucho margen para reducir las emisiones les resulta económico comprar permisos en lugar de instalar un caro equipo contra la contaminación o cerrar.

Los economistas del medio ambiente creen que el aumento de los incentivos permite alcanzar ambiciosos objetivos con unos costes mucho más bajos que con las órdenes tradicionales de dirección y control. Los estudios del economista Tom Tietenberg, profesor del Colby College (Maine), han mostrado que los métodos tradicionales cuestan entre 2 y 10 veces más que las normas eficaces desde el punto de vista de los costes como el intercambio de permisos de contaminación.

La conducta de este mercado ha sido una gran sorpresa. Inicialmente, el gobierno preveía que los permisos se venderían en los primeros años por unos 300\$ por tonelada de dióxido de azufre. Sin embargo, en 1997 el precio de mercado había bajado a entre 60\$ y 80\$ por tonelada. Una de las

causas del éxito se halla en que el programa daba poderosos incentivos a las empresas para innovar y éstas observaban que podían utilizar carbón bajo en azufre de una forma mucho más fácil y más barata de lo que pensaban. Este importante experimento ha respaldado firmemente a los economistas que abogan por la adopción de una política de medio ambiente basada en el mercado.

Enfoques privados

No todas las soluciones implican la intervención directa del Estado. Hay dos enfoques privados que pueden dar un resultado moderadamente eficiente: las negociaciones privadas y las normas de responsabilidad.

La negociación y el teorema de Coase. Supongamos que el Estado decide no intervenir. Según un sorprendente análisis de Ronald Coase, profesor de la Universidad de Chicago, la celebración de unas negociaciones voluntarias entre las partes afectadas daría en algunas circunstancias un resultado eficiente.

Se dan estas condiciones cuando existen unos derechos de propiedad perfectamente definidos y los costes de las negociaciones son bajos. Supongamos, por ejemplo, que estoy vertiendo productos químicos y matando muchos peces de sus piscifactorías que se encuentran río abajo. Supongamos, además, que usted puede demandarme por dañar a sus peces. En ese caso, según Coase, los dos tendríamos un poderoso incentivo para reunirnos y acordar el nivel eficiente de vertidos. Este incentivo existiría sin ningún programa público de lucha contra la contaminación.

Algunos han tratado de llevar aún más allá la sugerencia de Coase, sosteniendo que se *llevará* a cabo una negociación eficiente. Pero esta conclusión es, sin duda, demasiado optimista. Afirmar que existe la posibilidad de llegar a un acuerdo eficiente y ahorrador de costes no significa que siempre se llegue, como lo demuestra sobradamente la historia de guerras y conflictos laborales y la teoría de los juegos ⁶.

No obstante, el análisis de Coase sí señala determinados casos en los que los acuerdos privados pueden ayudar a atenuar las externalidades, a saber, aquellos en los que los derechos de propiedad están bien definidos y

⁶ Quienes hayan estudiado el Capítulo 11 reconocerán que la teoría de los juegos es útil para analizar situaciones de negociación que implica este tipo de externalidad. ¿Qué lecciones pueden extraerse? A menudo los juegos acaban con un equilibrio que muestra un resultado claramente ineficiente. En el Capítulo 11 describimos el caso del «juego de la contaminación», en el que los intereses privados de los agentes que contaminaban los llevaban a verter elevados niveles de hollín y residuos. Ocurría cuando las empresas adoptaban el enfoque competitivo o no cooperativo (este resultado se denominaba equilibrio de Nash). Los expertos en la teoría de los juegos no han encontrado ningún teorema que indique que una mano invisible lleva a dos o más negociaciones al nivel de contaminación eficiente en el sentido de Pareto. Ni Coase ni ninguna otra persona demostraron nunca un resultado de ese tipo.

en los que son pocos los afectados y pueden reunirse para negociar una solución eficiente.

Sistema de responsabilidades. El segundo método se basa en el marco jurídico de leyes de responsabilidad o en el sistema de daños más que en reglamentaciones públicas directas. En este caso, el causante de las externalidades estaría obligado por ley a pagar los daños causados a otras personas.

En algunas áreas, esta doctrina está perfectamente establecida. Así, por ejemplo, en la mayoría de los estados de Estados Unidos, si una persona es lesionada por un conductor negligente, puede presentar una demanda por daños y perjuicios; o si se lesiona o enferma a causa de un producto defectuoso, puede demandar a la empresa.

Volviendo a nuestro ejemplo, ¿serviría un sistema perfecto de responsabilidades para frenar la externalidad? Si Luz Sucia causara daños externos por valor de 35\$ por tonelada de contaminación, las víctimas recuperarían estos daños en los tribunales. Así, lo que tendría que pagar la empresa sería 35\$ por tonelada, exactamente igual que si existiera una tasa sobre las emisiones de 35\$ por tonelada; esos costes darían a las empresas grandes incentivos para reducir la contaminación hasta alcanzar el nivel eficiente.

El sistema de responsabilidades es, en principio, un medio atractivo para internalizar los costes de producción ajenos al mercado. En la práctica, sus posibilidades de aplicación son bastante limitadas. Normalmente conllevan elevados costes judiciales, que se suman a la externalidad original. Por otra parte, muchos daños no pueden llevarse a juicio porque los derechos de propiedad son incompletos (por ejemplo, los que afectan al aire puro) o porque el número de empresas que contribuyen a generar la externalidad es alto (por ejemplo, en el caso de los residuos químicos vertidos a un río).

EL CAMBIO CLIMÁTICO: FRENAR O NO FRENAR

De todas las cuestiones relacionadas con el medio ambiente, ninguna preocupa tanto a los científicos como la amenaza de calentamiento de la atmósfera como consecuencia del efecto invernadero. Los climatólogos y otros científicos advierten de que la acumulación de gases como el dióxido de carbono (CO_2), producido en gran medida por la combustión de combustibles fósiles, probablemente provocará un calentamiento de la atmósfera y otros importantes cambios climáticos durante el próximo siglo. Basándose en modelos climáticos, los científicos prevén que de proseguir las tendencias actuales, el planeta podría calentarse entre 4 y 8° Fahrenheit durante el próximo siglo, lo que haría que su clima fuera totalmente diferente del que ha tenido la civilización del hombre durante toda su historia.

El efecto invernadero es el exponente por antonomasia de los problemas que plantean los bienes públicos; las actividades actuales afectarán al clima de todas las poblaciones de todos los países durante siglos. La disminución de las emisiones de CO_2 tiene unos costes a corto plazo al reducir los países su utilización de combustibles fósiles ahorrando energía y utilizando otras fuentes energéticas (la energía solar o quizá la energía nuclear), plantando árboles y adoptando otras medidas. A corto plazo, eso significa tener que aceptar una energía más cara, unos niveles de vida más bajos y un nivel de consumo menor. Los beneficios de las reducciones de las emisiones se dejarán sentir dentro de muchos años, cuando la disminución de las emisiones reduzca los futuros daños causados por el clima, lo que se traducirá en menos daños para la agricultura, las costas y los ecosistemas.

Los economistas han comenzado a estudiar los efectos económicos del cambio climático para comprender cómo podrían adoptar los países unas estrategias razonables. En primer lugar, los economistas señalan que en la larga marcha del desarrollo económico, la tecnología ha aislado cada vez más a los seres humanos y a la actividad económica de los caprichos del clima. Actualmente, gracias a la tecnología moderna, los seres humanos viven y prosperan en casi todos los climas de la tierra. En la mayoría de las actividades económicas, algunas variables como los salarios, la sindicación, las cualificaciones de los trabajadores y los factores políticos priman sobre las consideraciones climáticas.

Los sectores de la economía que dependen en gran medida de ecosistemas no administrados —es decir, de la lluvia, las crecidas o las temperaturas que ocurren naturalmente— serán, en general, los más sensibles al cambio climático. La agricultura, la silvicultura, las actividades recreativas al aire libre y las actividades costeras entran dentro de esta categoría. Algunos países como Japón y Estados Unidos están relativamente aislados del cambio climático, mientras que los países en vías de desarrollo, como la India y Brasil, son más vulnerables. Los estudios económicos sugieren que a finales de siglo el coste total del cambio climático para Estados Unidos probablemente representará como mucho un pequeño porcentaje de la producción total. El cambio climático quizá fuera beneficioso para algunos países como Rusia que tienen un clima muy frío, pero podría ser fácilmente catastrófico para los que se encuentran en un bajo nivel con respecto al mar.

Para que las estrategias destinadas a frenar el cambio climático sean eficientes, es necesario sopesar los costes marginales de la reducción de las emisiones de CO_2 y sus beneficios marginales. La Figura 18.7 muestra esquemáticamente el coste marginal de las reducciones por medio de la curva *CM* y el beneficio social marginal por medio de la curva *BSM*. El eje de ordenadas mide los costes y los beneficios en dólares, mientras que el de abscisas mide las reducciones de las emisiones en reducciones porcentuales del dióxido de carbono. El punto *E* del gráfico representa el punto

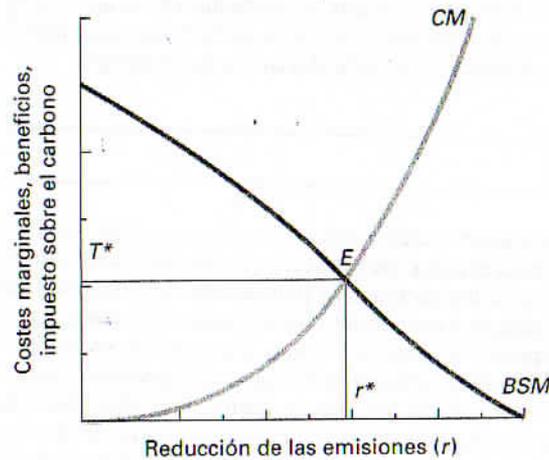


Figura 18.7. LOS IMPUESTOS SOBRE EL CARBONO PUEDEN FRENAR EL CAMBIO CLIMÁTICO PERJUDICIAL

Para frenar el cambio climático eficientemente, es necesario establecer unos impuestos sobre las emisiones nocivas de dióxido de carbono para equilibrar el coste marginal de las reducciones y los beneficios marginales de reducir los daños causados por la subida del nivel del mar y otras consecuencias del cambio climático.

eficiente en el que los costes marginales de eliminación son iguales a los beneficios marginales de frenar el cambio climático. Este es el punto que maximiza el valor del futuro consumo humano. En cambio, la solución basada en el mercado puro consiste en reducir las emisiones a 0; en este caso, el *BSM* es muy superior al *CM* nulo. La solución ecologista extrema, que intenta evitar cualquier perturbación de los ecosistemas naturales, se encuentra en el extremo derecho del gráfico, donde el *CM* es muy superior al *BSM*.

¿Cómo puede lograrse el punto *E*, que representa el nivel eficiente de reducción del CO_2 ? Dado que las emisiones de CO_2 son el resultado de la quema de combustibles que contienen carbono, algunos han sugerido que se establezca un impuesto sobre el contenido de carbono de los combustibles. Los que contengan más carbono, como el carbón, tendrían que pagar más impuestos que los que contengan menos, como el gas natural. Los economistas han calculado que el impuesto eficiente sobre el carbono oscilaría entre 5 y 10\$ por tonelada de carbono y se elevaría gradualmente en los próximos cien años. En su nivel más alto, sólo elevaría las facturas de electricidad un 2 por ciento y los precios de la gasolina 2 centavos por galón. Un impuesto de esta cuantía sobre el carbono aún permitiría que se registrara un cambio climático considerable. Por lo tanto, los ecologistas han propuesto un impuesto mucho más alto sobre el carbono

—del orden de 100\$ por tonelada— que tendría una repercusión mucho mayor en los seres humanos, a fin de impedir que el clima cambie significativamente en el futuro.

Aun así, los economistas y los ecologistas podrían no estar tan alejados como este análisis hace parecer. El cambio climático plantea graves dificultades a los poderes públicos, ya que sus efectos son sumamente inciertos y lejanos. ¿Cuáles son algunas de las principales incertidumbres? Los científicos amenazan con el espectro de un cambio de las corrientes que transforme el clima de Europa en el de Alaska, de una sequía que convierta las zonas cerealeras en desiertos, de la desaparición de grandes ríos al desaparecer las masas flotantes de nieve, de graves tormentas que barrerán poblaciones enteras de las regiones situadas en bajos niveles con relación al mar, de la migración hacia el norte de viejas o nuevas epidemias y enfermedades que diezmarían las regiones templadas y de la migración provocada por el medio ambiente que llevaría a la gente a traspasar las fronteras en busca de tierra habitable.

Ante este dilema, los economistas recurren a las técnicas de la teoría de la utilidad en condiciones de incertidumbre analizada en el Capítulo 11 para examinar diferentes estrategias. En este enfoque, un proceso de decisión razonado consiste en enumerar los acontecimientos que pueden suceder, estimar sus consecuencias, juzgar la probabilidades de que suceda cada uno, sopesar el valor esperado de las consecuencias y los costes esperados de diferentes cursos de acción y elegir el que maximice el valor o utilidad esperados del resultado.

Los estudios preliminares sugieren que como las incertidumbres son tan parciales, en el sentido de que existe una pequeña probabilidad de que se produzcan grandes daños, podría ser racional pagar una «prima por el riesgo» consistente en adoptar medidas adicionales hoy para frenar el cambio climático. De la misma forma que a los individuos les parece racional sacrificar una parte de su renta actual para instalar detectores de incendios con el fin de reducir las probabilidades de que se produzca un incendio catastrófico, así las sociedades podrían considerar prudente sacrificar una parte de su renta nacional actual para prevenir el calentamiento de la atmósfera en los próximos siglos.

Comenzamos este capítulo formulando algunos pesimistas interrogantes sobre el futuro de la humanidad. Una vez examinados, ¿qué conclusiones debemos extraer? Dependiendo de la perspectiva que adoptemos, es fácil mostrarse optimista o pesimista sobre nuestra capacidad para comprender y afrontar las amenazas que se ciernen sobre el medio ambiente global. Por un lado, es cierto que estamos entrando en aguas desconocidas, agotando muchos recursos y alterando otros irreversiblemente y jugando con nuestro universo. Los seres humanos parecen tan penden-cieros como en los albores de la historia escrita y han ideado armas que son impresionantemente eficaces para solventar sus peleas. Al mismo

tiempo, nuestra capacidad de observación y análisis también es formidable. Nuestra capacidad de control, medición, análisis y cálculo está aumentando aun más deprisa que nuestra capacidad para verter residuos, talar árboles y reproducirlos.

¿Qué prevalecerá en esta lucha entre nuestra tendencia a pelear y contaminar y nuestra capacidad para razonar y calcular? ¿Hay suficientes

recursos para que los pobres disfruten de los niveles de consumo de que disfrutaban hoy los países de renta alta o retirarán los países ricos la escalera una vez que hayan subido por ella? Estas profundas preguntas no tienen una respuesta definitiva, pero muchos economistas creen que si gestionamos sabiamente nuestros recursos naturales, el *homo sapiens* no sólo podrá sobrevivir sino también prosperar durante mucho tiempo.

RESUMEN

A. La población y las limitaciones de los recursos

1. La teoría de la población de Malthus se basa en la ley de los rendimientos decrecientes. Malthus sostenía que una población, si no había frenos que se lo impidieran, tendía a aumentar en progresión geométrica (o exponencial), duplicándose aproximadamente en cada generación. Pero cada miembro de esa población creciente tendría menos tierra y recursos naturales con los que trabajar. Como consecuencia de los rendimientos decrecientes, la renta podría aumentar, en el mejor de los casos, en progresión aritmética; la producción per cápita tendería a disminuir tanto que estabilizaría la población, la cual viviría con un nivel de subsistencia próximo a la inanición.
2. Malthus y sus seguidores han sido criticados en los últimos ciento cincuenta años por varias razones. Entre las principales críticas se encuentran el hecho de que los malthusianos no tuvieron en cuenta el progreso técnico y pasaron por alto la importancia del control de la natalidad para la reducción del crecimiento de la población.
3. Los estudios de la relación entre la contaminación, la población y la renta han llegado a la conclusión de que la demanda de calidad del medio ambiente aumenta rápidamente con la renta per cápita, por lo que en el caso de la mayoría de los indicadores la calidad del medio ambiente mejora en lugar de deteriorarse a medida que aumenta la renta per cápita.

B. Análisis económico de los recursos naturales

4. Los recursos naturales no son renovables cuando su oferta es esencialmente fija y no pueden regenerarse rápidamente. Los recursos renovables son aquellos cuyos servicios se reponen periódicamente y que si se gestionan debidamente, pueden prestar útiles servicios indefinidamente.
5. Desde el punto de vista económico, la distinción fundamental es la división entre recursos apropiables e inapropiables. Los recursos

naturales son apropiables cuando las empresas o los consumidores pueden recoger todos los beneficios de sus servicios; ejemplos son los viñedos o los yacimientos petrolíferos. Los recursos naturales son inapropiables cuando sus costes o sus beneficios no van a parar a los propietarios; en otras palabras, generan externalidades. Ejemplos son la calidad del aire y el clima, que generan externalidades afectadas por actividades como la quema de combustibles fósiles.

6. Importantes ejemplos de recursos naturales apropiables y no renovables son los combustibles fósiles, como el petróleo, el gas y el carbón. Los economistas sostienen que como los mercados privados pueden asignar sus servicios y fijar eficientemente su precio, esos recursos naturales deben recibir el mismo trato que cualquier otro activo de capital.

C. La limitación de las externalidades: la economía del medio ambiente

7. Un importante fallo del mercado cuya importancia está aumentando son las externalidades. Éstas se producen cuando los costes (o los beneficios) de una actividad se difunden a otras personas, sin que éstas sean compensadas (o paguen) por los costes (o los beneficios) de esos efectos.
8. El ejemplo más claro de externalidad es el caso de bienes públicos como la defensa, en el que todos los consumidores de un grupo comparten por igual el consumo y no pueden ser excluidos. Otros menos evidentes son la salud pública, los inventos, los parques y las presas que también tienen las propiedades de los bienes públicos. Contrastan con los bienes privados, como el pan, que pueden dividirse y suministrarse a un solo individuo.
9. Los problemas de medio ambiente se deben a externalidades generadas por la producción o el consumo. Una economía de mercado no regulada produce demasiada contaminación y excesivamente poca eliminación. Las empresas no reguladas deciden el grado de elimi-

nación (y otros bienes públicos) comparando los beneficios privados marginales con los costes privados marginales. La eficiencia exige que los beneficios sociales marginales sean iguales a los costes sociales marginales de la eliminación.

10. Existen numerosas medidas mediante las cuales los poderes públicos pueden internalizar o corregir las ineficiencias que crean las externalidades. Entre éstas se encuentran las soluciones descentralizadas

(como las negociaciones o los sistemas de responsabilidad) y los métodos impuestos por el gobierno (como la fijación de unos niveles de emisión de contaminación o las tasas sobre las emisiones). La experiencia de Estados Unidos indica que ningún enfoque es ideal en todas las circunstancias, pero muchos economistas creen que la mayor utilización de sistemas de regulación como el mercado mejorarían su eficiencia.

REPASO DE CONCEPTOS

Población y recursos naturales

teoría malthusiana de la población
recursos renovables y no renovables
recursos apropiables e inapropiables

Economía del medio ambiente

externalidades y bienes públicos
bienes privados y bienes públicos
ineficiencia de las externalidades
costes internos frente a costes externos, costes sociales frente a costes privados

soluciones para resolver las externalidades:

negociación
sistema de responsabilidades
normas
impuestos
permisos transferibles de contaminación

TEMAS DE DISCUSIÓN

- ¿Qué diferencia existe entre un recurso renovable y uno no renovable? Cite ejemplos de cada uno.
- ¿Qué se entiende por recurso natural inapropiable? Cite un ejemplo y explique por qué la asignación de este recurso basada en el mercado es ineficiente. ¿Qué método preferiría para mejorar el resultado de mercado?
- Muchos economistas creen que el Estado no debe interferir en un mercado en el que no haya externalidades importantes; esta es la tradición «liberal» o de *laissez-faire*. ¿Existen externalidades en el crecimiento de la población que generen efectos-difusión positivos o negativos? Considere aspectos como la educación, la defensa nacional, las carreteras, la contaminación y la creación de genios como Mozart o Einstein.
- Una *progresión geométrica* es una sucesión de términos ($g_1, g_2, \dots, g_i, g_{i+1}, \dots$) en la cual cada término es el mismo múltiplo de su predecesor, $g_2/g_1 = g_3/g_2 = \dots = g_{i+1}/g_i = \beta$. Si $\beta = 1 + i > 1$, los términos crecen exponencialmente como el interés compuesto. Una progresión aritmética es una sucesión ($a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, a_{i+1}, \dots$), en la cual la diferencia entre cada término y el que le precede es la misma constante: $a_2 - a_1 = a_3 - a_2 = \dots = a_{i+1} - a_i = \dots$. Dé ejemplos de cada una de ellas.

- Compruebe que toda progresión geométrica en la que $\beta > 1$ debe sobrepasar a la larga a una progresión aritmética. Relaciónelo con la teoría de Malthus.
- Recuerde que Malthus afirmó que si no se frenaba a la población, ésta crecería geoméricamente, mientras que las existencias de alimentos —limitadas por los rendimientos decrecientes— sólo crecerían aritméticamente. Muestre mediante un ejemplo numérico por qué la producción de alimentos per cápita debe disminuir si no se frena el crecimiento de la población, mientras que los rendimientos decrecientes hacen que la producción de alimentos crezca más despacio que la cantidad de trabajo.
- Los «bienes públicos locales» son aquellos que benefician principalmente a los residentes de una ciudad o de un estado, como las playas o las escuelas abiertas solamente a los residentes de la ciudad. ¿Existe alguna razón para pensar que las ciudades podrían actuar competitivamente para suministrar la cantidad correcta de bienes públicos locales a sus residentes? En caso afirmativo, ¿sugiere eso una teoría económica del «federalismo fiscal» según la cual los bienes públicos locales deben suministrarse localmente?
- Indique si cada una de las siguientes externalidades es lo suficiente-

mente grave como para justificar la acción colectiva. En caso afirmativo, ¿cuál de los cuatro remedios analizados en el capítulo cree usted que es el más eficiente?

- a) Las acerías que emiten óxido de sulfuro en el aire de Birmingham.
 - b) Las personas que fuman en los restaurantes.
 - c) Los estudiantes que fuman en su habitación y no la comparten con ningún otro.
 - d) Los conductores que provocan 25.000 accidentes al año bajo los efectos del alcohol.
 - e) Las personas de menos de 21 años que conducen bajo los efectos del alcohol.
8. Reúna a sus compañeros de clase para realizar un análisis del valor de lo siguiente basado en una valoración contingente: mantener immaculado Prince William Sound; impedir la extinción de los búhos durante otros 10.000 años; garantizar que haya al menos 1 millón de búhos durante otros 10.000 años; reducir la probabilidad de fallecer en un accidente de tráfico de 1 por 1.000 a 1 por 2.000 al año. ¿En qué medida cree usted que es fiable esta técnica para recoger información sobre las preferencias de las personas?
9. **Problema avanzado:** Los bienes públicos globales plantean problemas especiales porque ningún país puede recoger los beneficios de sus

intentos de controlar la contaminación. Para verlo, trace de nuevo la Figura 18.7 y llámela «Reducción de las emisiones de Estados Unidos». Ponga EE.UU. en todas las curvas para indicar que se refieren a los costes y los beneficios de Estados Unidos solamente. A continuación trace una nueva curva BSM que se encuentre en todos los puntos 3 veces más arriba que la $BSM_{EE.UU.}$ para indicar que los beneficios que obtiene el mundo son 3 veces mayores que los que obtiene Estados Unidos. Examine el equilibrio «nacionalista» de E en el que Estados Unidos maximiza sus propios beneficios netos. ¿Comprende por qué es ineficiente desde el punto de vista de todo el planeta? *Pista:* El razonamiento es exactamente igual que el de la Figura 18.5.

Examine esta cuestión desde el punto de vista de la teoría de los juegos. Se alcanzaría el equilibrio de Nash cuando cada país eligiera el equilibrio nacionalista que acabamos de analizar. Explique por qué es exactamente análogo al equilibrio de Nash ineficiente del juego de la contaminación del Capítulo 11; la única diferencia se halla en que en este caso los jugadores son países en lugar de empresas. Ahora examine el juego cooperativo en el que los países se reúnen para hallar el equilibrio eficiente. Describa este equilibrio por medio de las curvas globales de CM y BSM . ¿Comprende por qué el equilibrio eficiente exigiría un impuesto uniforme sobre el carbono en cada país?