

de garantizar esta sustentabilidad es asegurar que los modelos económicos tengan unas condiciones de sustentabilidad intrínsecas. Las creencias sobre lo que ocurriría si esto fuera así han sufrido grandes y notables variaciones a lo largo del tiempo: la escuela de pensamiento de «límites del crecimiento» diría que tal modelo económico-ecológico ampliado mostraría que el crecimiento económico, en su expresión más tradicional, no sería sustentable. Otros dirían que el crecimiento podría ser perfectamente factible, pero que la configuración del crecimiento, el modo en que se logra, seguiría unos esquemas distintos de los actuales. Por ejemplo, podría ser un crecimiento basado en el uso más sustentable de los recursos naturales renovables y menos explotador de los recursos no renovables, pero también podría ser una economía de «alta tecnología» en la que el crecimiento se basa en unos *inputs* de recursos muy bajos y un fuerte progreso tecnológico: la *presión* que aparece en gran parte de la literatura planteando que una economía ajustada a los límites ecológicos ha de ser necesariamente una economía marcada por la austeridad y el escaso crecimiento, no tiene por qué ser en absoluto cierta.

Nosotros creemos que sólo podremos evaluar estos temas más amplios si somos capaces de mejorar sustancialmente nuestra comprensión de las interacciones que tienen lugar entre la economía y el medio ambiente.

## 2. La economía circular

### 2.1. Visiones restringidas y políticas de la economía y el medio ambiente

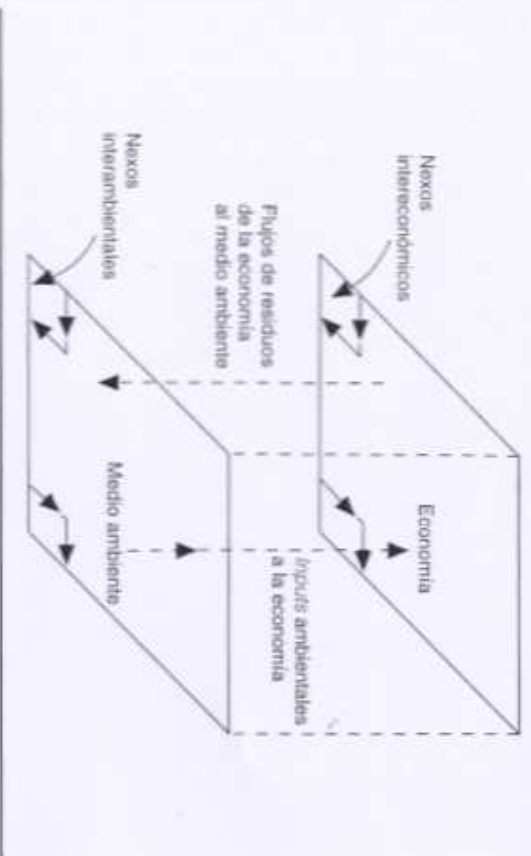
En la actualidad, los libros de texto de los estudiantes de economía contienen alguna referencia a la economía ambiental, pero normalmente la atención se limita a un capítulo «adicional» que ilustra cómo la teoría explicada a lo largo del libro se puede aplicar a cuestiones ambientales. El peligro de este enfoque reside en que no aclara las formas tan importantes en que la consideración de cuestiones ambientales afecta a nuestro pensamiento económico.

El gráfico 2.1 muestra una visión esquematizada de las interacciones de la economía y el medio ambiente. Por el momento, el diagrama es muy vago —lo convertimos en algo con mayor sentido en la pág. 62—. El cuadro superior, o «matriz», muestra la economía. Hacemos una breve consideración sobre lo que esta matriz debería incluir, pero, por ahora, nos interesa destacar que los libros de texto de economía están principalmente preocupados sólo por esa matriz. Por ejemplo, la teoría económica se preocupará tan sólo del modo en que interaccionan los distintos componentes: cómo afecta la demanda de consumo a la producción de acero, cómo afecta la producción de automóviles a la producción de acero y demás. El cuadro inferior muestra el medio ambiente. Este comprende todos los recursos *in situ*: recursos energéticos, recursos pesqueros, tierra, la capacidad del medio ambiente para asimilar residuos, etc. Obviamente también existen interacciones *dentro* de esta matriz: la dotación de agua afecta a los recursos pesqueros, los bosques regulan la provisión de agua y la calidad de la tierra, la cantidad de presas afecta al número de predadores, etc. Al igual que en la matriz económica se estudian las relaciones entre entes económicos, en la matriz ambiental los entes estudiados parecen no tener una dimensión económica.

La economía ambiental se preocupa de las dos matrices del gráfico 2.1. Más aún, se concentra en las interacciones entre las matrices: cómo afecta



GRÁFICO 2.1  
INTERACCIÓN GENERAL ECONOMÍA-MEDIO AMBIENTE



la demanda de acero a la demanda de agua, cómo afectan las variaciones de tamaño de la economía («crecimiento económico») a las funciones del medio ambiente, etc. La ecología ambiental tiende, entonces, a ser más *holística* que la tradicional: tiene una visión más amplia, más comprensiva del funcionamiento de una economía.

Al ser más holística existe la tentación de pensar que la economía ambiental es, de algún modo, «mejor» que la economía tal y como se enseña tradicionalmente, lo que ha llevado a algunos a pensar en la economía ambiental como una economía «alternativa», como algo que está en cierta medida en competencia con el cuerpo principal de la doctrina económica. Esta es una visión errónea. En este libro de texto mostramos cómo podemos *usar* el cuerpo central del pensamiento económico para obtener proposiciones importantes sobre las vinculaciones que existen entre la economía y el medio ambiente. Más que buscar una teoría económica «diferente» estamos tratando de ampliar los horizontes del pensamiento económico. Esto no quiere decir que no pueda existir una teoría económica «alternativa», pero tal teoría tendría que alejar los *paradigmas* del cuerpo central del pensamiento económico moderno. El capítulo 1 ha analizado tales paradig-

mas alternativos. Sin embargo, el punto de vista que mantenemos aquí es que tenemos mucho que aprender de nuestra aplicación de la teoría económica moderna con un horizonte ampliado y que la búsqueda de «alternativas» es prematura. Es más, diríamos que muchas de las preocupaciones de aquellos que están motivados para encontrar modos alternativos de pensamiento se pueden acomodar a los paradigmas que se usan en este libro.

Sin embargo, la economía neoclásica moderna está lejos de ser perfecta. Pretendemos intentar mostrar lo que creemos que es cierto y lo que creemos falso en muchas de las críticas disponibles.

## 2.2. La interacción entre medio ambiente y economía

Ahora tenemos que dar un mayor sentido al gráfico 2.1, ya que no habíamos especificado formalmente las interacciones que tienen lugar dentro de la economía, el medio ambiente y entre la economía y el medio ambiente. Empezamos por la economía para después aumentar la perspectiva para incluir el medio ambiente. El gráfico 2.2 describe la economía como una serie de relaciones entre *inputs* y *outputs*. El diagrama parece un poco complicado pero es bastante fácil de seguir. Es una gran matriz, compuesta por una serie de casillas o matrices más pequeñas. Hay que destacar que dos de las categorías que aparecen en el eje vertical —mercancías e industrias— lo hacen también en el eje horizontal.

Tenemos que definir los términos usados. Una mercancía es cualquier cosa que la economía procesa, intercambia o produce: una fábrica es una mercancía, como también lo son una máquina, un aparato de televisión o una comida para llevar a casa. El carbón que hay en la tierra no es una mercancía, ya que no ha sido procesado ni ha sido sujeto todavía a ningún intercambio en la economía. Las industrias tienen un significado conocido: son sencillamente aquellas instituciones que realizan una actividad económica, bien produciendo o proporcionando un servicio. El gráfico 2.2 también contiene una entrada para *inputs* «primarios». Estos son el capital y el trabajo, pero no incluye la tierra, que trataremos de forma separada al desarrollar más el gráfico 2.2. «Demanda final» se refiere al conjunto de demandas de los consumidores finales, por ejemplo, unidades familiares. Se supone que estas demandas están determinadas por factores externos al modelo: se dice que son exógenas. Los números que hay en cada matriz



GRÁFICO 2.2  
UNA TABLA INPUT-OUTPUT SIN MEDIO AMBIENTE

	Mercancías 1 2	Industrias 1 M	Demanda final 1 G	Totales
Mercancías 1 N		A	D	F
Industrias 1 M		B		G
Inputs primarios 1 P		C	E	H
Totales		K	L	M
				J

pequeña sencillamente nos recuerdan que cada matriz tiene un número de componentes, por ejemplo, hay M industrias, N mercancías, G demandas finales, etc. Para nuestro propósito no tenemos que preocuparnos más por esos números.

Se han denominado con una letra las matrices más relevantes. La matriz A muestra los *inputs* de mercancías que utilizan las industrias, de tal modo que, para una industria dada, digamos la del acero, esta matriz nos diría qué cantidad se requiere del resto de los bienes para la producción de acero. La matriz B muestra el *output* de cada mercancía producido por cada industria. La matriz C muestra cuánto gasta cada industria en *inputs* primarios: trabajo y capital. La matriz D muestra la demanda final de mercancías, esto es, qué cantidad de cada mercancía se necesita para cada tipo de demanda final. La matriz E muestra el gasto en cada *input* primario de acuerdo con cada categoría de demanda final.

Esto nos deja con la fila y la columna titulados «totales», que no son matrices en el sentido que hemos estado usando. Por ejemplo, la casilla F muestra la demanda total de mercancías y ésta se compone de la demanda

industrial de mercancías (matriz A) y la demanda final de mercancías (matriz D), pero aparecerá como un solo conjunto de demandas clasificadas por las N mercancías. Este conjunto se conoce como «vector», de tal modo que puede aparecer como x unidades de la mercancía 1, y unidades de la mercancía 2, z unidades de la mercancía 3, etc. La casilla G muestra los *outputs* totales de cada industria y también es un vector. El vector H muestra el gasto total en *inputs* primarios y se calcula sumando los elementos en C y E. El vector K es el *output* total de mercancías, el vector L muestra los *inputs* totales utilizados por industria y el vector M muestra el gasto total en todos los *inputs* por categoría de demanda final. La última casilla es la J y refleja el gasto total en todas las mercancías e *inputs* primarios, no es ni un vector ni una matriz sino un número: un «escalar».

¿Qué utilidad tiene una construcción como el gráfico 2.2? En primer lugar, se trata de un tipo especial de *tabla input-output*. Al mostrar las interacciones dentro de una economía, las tablas *input-output* tienen un considerable valor potencial para propósitos de planificación. Si, por ejemplo, el gobierno decide estimular la economía para incrementar la demanda final, resulta útil saber lo que esto implicará para la demanda de mano de obra, la demanda de acero, la demanda de carbón, etc. En segundo lugar, es posible, con métodos que no nos interesan para nuestro propósito actual, modificar las tablas *input-output* de tal modo que podamos estimar los efectos sobre los precios de los cambios de determinados factores clave en la economía. Por ejemplo, si decidimos elevar los precios del petróleo, podemos mostrar el efecto en los costes de industrias consumidoras de energía. Esto puede parecer no requerir una tabla *input-output*; por ejemplo, si el acero usa X toneladas de petróleo y elevamos el precio de éste, es casi seguro que el coste de producción de acero se incrementa en X veces el precio incrementado del petróleo. Sin embargo, en este razonamiento hemos obviado que existen otros *inputs* necesarios para la fabricación de acero, por ejemplo coque, que también necesita energía, por lo que sus precios también aumentarán. El análisis *input-output* (I-O) nos ayuda a encontrar esos efectos secundarios. Es incluso posible determinar en cuánto crecerá el coste de la vida de una familia media, etc.

Pero nuestro interés se centra en el medio ambiente. Se ha dicho suficiente como para sugerir la utilidad que el enfoque I-O puede tener en este contexto. Si fuera posible introducir funciones ambientales en el esquema podríamos ver la medida en que cada cambio económico afectaría al medio



GRÁFICO 2.3  
UNA TABLA INPUT-OUTPUT AMPLIADA CON BIENES AMBIENTALES

	Mercancías			Emisiones de residuos al medio ambiente		
	Industrias	Demanda final	Total			
Mercancías	A	D	F	N		
Industrias	B		G	O		
Inputs primarios		C	E	H		
Totales	K	L	M	J		
Bienes ambientales		R	S	P		

ambiente. El gráfico 2.3 amplía el gráfico 2.2 para mostrar esto. Básicamente, tomamos el gráfico 2.2, añadimos una fila y una columna más. La nueva fila es la de «bienes ambientales», que se refiere a todos los recursos naturales que aquí se clasifican como tierra, aire y agua. En tierra incluimos mercancías naturales tales como carbón, petróleo, peces y bosques. El flujo de bienes ambientales nos mostrará, básicamente, cómo el medio ambiente proporciona *inputs* a la economía. La columna que hemos señalado es la misma —tierra, agua y aire— pero ahora nos muestra cómo estos recursos actúan como *medio receptor* para los residuos que fluyen de la economía. Más tarde veremos más en profundidad algunas importantes relaciones entre el medio ambiente como *input* y como receptor de residuos (págs. 64 y 65).

Ahora tenemos algunas casillas más que explicar. Algo que hay que destacar es que todas nuestras casillas económicas del gráfico 2.2 contenían información en términos monetarios, esto es, si realmente construyéramos tal tabla, nos mostraría, por ejemplo, el valor monetario del acero como un *input*, expresado en dólares, libras o pesetas, del *output* de automóviles. Aunque se han hecho grandes avances a la hora de asignar valores mone-

tarios a algunas de las funciones del medio ambiente, en términos del gráfico 2.3 hay que admitir que la nueva fila y la nueva columna serán en términos *físicos*, es decir, toneladas de óxido sulfúrico, toneladas de carbón, etc. La matriz N muestra ahora la cantidad de residuos desechados como resultado de la demanda final de las mercancías medidas en la casilla F. La matriz O muestra la generación de residuos por cada industria. La casilla P será un vector y mostrará la cantidad total de residuos producidos por la economía, clasificados por tipo de desecho. La matriz Q muestra los *inputs* ambientales incorporados en las mercancías económicas, es decir, cuánta agua se usa, cuánta tierra, etc. La matriz R muestra los *inputs* ambientales utilizados por las industrias y la casilla S mostrará el *input* total de bienes ambientales incorporados en las demandas industrial y final.

Efectivamente, lo que hace el gráfico 2.3 es formalizar las relaciones generales que se introducían en el gráfico 2.1. Si fuera posible cuantificar las distintas relaciones entre los bienes ambientales y la economía, entonces tendríamos una idea más clara de cómo se produce la interacción de la economía y el medio ambiente. Se han hecho algunos esfuerzos para lograrlo y el tratamiento que damos aquí ha seguido el de Victor (1972) que muestra cómo tienen lugar las interacciones en la economía canadiense. Sin embargo, nuestro propósito al introducir la idea del análisis *input-output* es algo diferente. Nuestra preocupación fundamental no es hasta qué punto puede uno cuantificar en detalle las interrelaciones, aunque no cabe duda de que los avances en esta área serían muy provechosos. El objetivo básico ha sido mostrar que la economía y el medio ambiente están relacionados de distintas formas y que, al menos en principio, es posible modelizar estos nexos de unión ampliando un instrumento analítico —*input-output*— que inicialmente se desarrolló para propósitos muy alejados del medio ambiente. También nos permite reflexionar sobre las utilidades del medio ambiente para la economía.

### 2.3. La economía circular

La discusión anterior subraya algunas consecuencias importantes de la interacción medio ambiente-economía para nuestra concepción del funcionamiento de las economías. Si ignoramos el medio ambiente, la economía parece ser un *sistema lineal*. La producción, *P*, está enfocada a la produc-



ción de bienes de consumo,  $C$ , y de bienes de capital  $K$ . A su vez, los bienes de capital producen bienes de consumo en el futuro. El sentido del consumo es generar «utilidad»,  $U$ , o bienestar.



Dejando fuera  $U$  y  $K$ , por conveniencia, inmediatamente podemos añadir el flujo de *recursos naturales*,  $R$ , para dar una imagen más completa. Los recursos son un *input* del sistema económico, tal y como vimos en la sección 2.2. El añadir los recursos también produce un sistema lineal:



Este sistema, sin embargo, refleja la primera función de los entornos naturales, que es la provisión de *inputs* al sistema productivo.

Esta imagen sigue estando incompleta porque no dice nada sobre los *residuos*. Un momento de reflexión nos mostrará que los ambientes naturales son los receptores últimos de residuos: el dióxido de carbono y el dióxido sulfúrico van a la atmósfera, las aguas residuales tanto urbanas como industriales se vierten a los ríos y al mar, los residuos sólidos se acumulan en el subsuelo, los clorofluorocarbonados van a la estratosfera, etc. Los residuos proceden del sistema económico, pero esto no debe llevarnos a creer que los sistemas naturales no tienen sus propios residuos. Los árboles se deshacen de sus hojas, por ejemplo. Esto es un residuo. Sin embargo, la principal diferencia entre los sistemas naturales y los económicos es que los sistemas naturales tienden a reciclar sus residuos. Las hojas se descomponen y se convierten en fertilizante orgánico para las plantas y para el propio árbol que generó el residuo en primer lugar. Las economías no tienen tal tendencia intrínseca a reciclar. Por tanto, parece justo concentrarnos en los residuos de la economía para ampliar nuestra imagen de la interacción economía-medio ambiente.

Los residuos aparecen en cada etapa del proceso productivo: el proce-

samiento de recursos genera desechos, como los cúmulos superficiales en las minas de carbón; la producción genera residuos bajo la forma de emisiones industriales, contaminación del aire y residuos sólidos; los consumidores finales generan residuos del tipo de aguas residuales, basuras y residuos sólidos urbanos. Así pues, podemos tomar el sistema lineal y ampliarlo un poco más.



Ahora vemos una relación interesante entre  $R$  y la cantidad de flujos de residuos generados en cualquier período de tiempo. Si nos olvidamos por un momento de la producción que se destina a la creación de bienes de capital, entonces la cantidad de residuos en cualquier período de tiempo es igual a la cantidad de recursos naturales empleados. Esto es

$$R = W_r + W_p + W_c$$

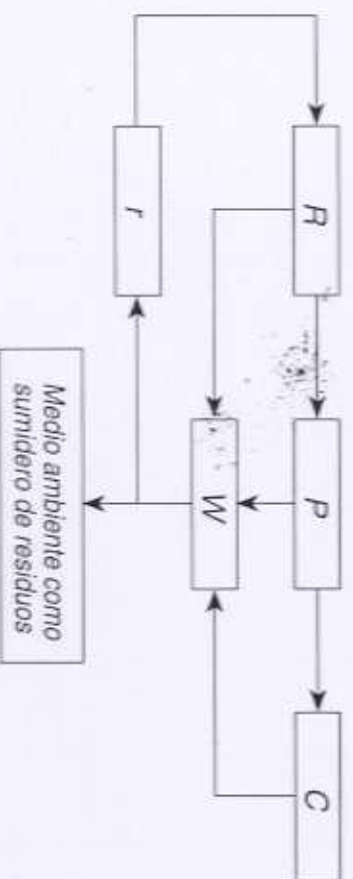
La razón para esta equivalencia es la *Primera Ley de la Termodinámica*. Esta ley establece, esencialmente, que no podemos ni crear ni destruir energía ni materia. Sean cuales sean los recursos usados, deberán terminar en algún lugar del sistema ambiental. No se pueden destruir; pueden ser convertidos y disipados. Por ejemplo, el consumo de carbón en un año debe ser igual a la cantidad de gases residuales y residuos sólidos producidos por la combustión de carbón. Parte aparecerá como escorias, parte como dióxido de carbono, etc. Esta equivalencia no es fácil y rápida una vez que consideramos la formación de capital, puesto que entonces parte de los flujos de recursos naturales pasan a estar incorporados en los bienes de capital, pero, al mismo tiempo, el equipo capital construido en tiempos pasados estará desgastándose, por lo que aparecerá como un flujo de residuos. En cualquier período dado, entonces, tendremos una relación más complicada entre  $R$  y  $W$ .

Se dio preeminencia a la relevancia de la Primera Ley de la Termodinámica en uno de los ensayos más celebrados y justamente famosos del si-



glo XX: «The Economics of the Coming Spaceship Earth» («La economía de nave espacial Tierra») fue escrito por Kenneth Boulding en 1966. La concepción de Boulding era la del planeta Tierra como una «nave espacial». Si pensamos en una nave espacial que parte a realizar un largo viaje sólo tendrá una fuente externa de energía: la energía solar. Tendrá unas existencias de recursos, dependiendo de lo que se pusiera a bordo antes de partir, pero, a medida que disminuyan las existencias, también lo hará la esperanza de vida de aquellos que están a bordo de la nave, de no ser, claro está, que encuentren algún modo de reciclar el agua y los materiales y generar su propio alimento. La nave espacial es, por supuesto, la Tierra y el trabajo de Boulding estaba destacando la necesidad de ver la Tierra como un sistema económico cerrado, en el que la economía y el medio ambiente no se caracterizan por relaciones lineales, sino por una relación *circular*. Todo es un *input* para todo lo demás. Decir sencillamente que el propósito final de la economía es crear utilidad y organizar la economía bajo este supuesto supone ignorar que, en última instancia, un sistema cerrado establece límites o fronteras a lo que se puede hacer para conseguir esa utilidad.

Con la perspectiva que nos da la contribución de Boulding, el sistema lineal se puede convertir ahora en un sistema circular. Ahora tenemos:



La casilla *r* representa el reciclaje. Podemos tomar parte de los residuos, *W*, y convertirlos de nuevo en recursos. Todos estamos acostumbrados a ver contenedores para el reciclaje de botellas de vidrio; el plomo de las baterías de coches en desguace normalmente se recicla, así como otros muchos metales; parte del papel usado se vuelve a convertir en pulpa para convertirse de nuevo en papel, etc. Sin embargo, gran cantidad de resi-

duos, la mayor parte de ellos, no se reciclan. Como muestra el diagrama, vuelven al medio ambiente.

¿Por qué no se reciclan todos los residuos? Aquí es donde cobra importancia la *Segunda Ley de la Termodinámica*. Boulding hizo mención de la *Segunda Ley* de la Termodinámica, pero otro economista, Nicholas Georgescu-Roegen, ha sido el defensor más prolífico y poderoso de la relevancia económica de la segunda ley. En los términos del diagrama circular anterior hay una razón fundamental para la falta de reciclado, al margen, por supuesto, de oportunidades perdidas. En la economía los materiales se suelen usar de forma *entrópica*: se disipan dentro del sistema económico. De los cientos de componentes de un coche sólo se pueden reciclar parte: quizá el aluminio de algunos componentes, el acero del chasis y el plomo de la batería. Normalmente, es imposible extraer la madera y los plásticos sin incurrir en unos gastos que no tendrían sentido. En otros casos, el reciclado es técnicamente imposible. Pensemos, por ejemplo, en el plomo de la gasolina con plomo: no se puede recoger del tubo de escape del coche y devolverlo al sistema económico. Más aún, hay toda una categoría de recursos que no se pueden reciclar: los recursos energéticos. Aunque fuéramos capaces de recoger el dióxido de carbono de la combustión de combustibles sólidos, no daría lugar a otro combustible. Podemos recoger algunos de los óxidos sulfúricos y reciclar el sulfuro, pero la energía no se puede reciclar. Por tanto, la entropía impone un obstáculo *físico*, otra «frontera» a la hora de rediseñar la economía como un sistema cerrado y *sustentable*.

Pensemos ahora en lo que ocurre con la parte del flujo de residuos que no podemos reciclar. Vuelve al medio ambiente y éste tiene capacidad para tomar los residuos y reconvertirlos en productos no dañinos o ecológicamente útiles. A esto lo denominamos *capacidad de asimilación* y es la segunda función importante del medio ambiente. En tanto que nos desahagamos de los residuos en cantidades (y calidades) de acuerdo con la capacidad de asimilación del medio ambiente, el sistema económico circular funcionará como un sistema natural, aunque, por supuesto, seguirán disminuyendo las existencias de recursos que no se renuevan (recursos «no renovables»). Por tanto, el sistema seguirá teniendo una vida limitada, determinada por la disponibilidad de los recursos naturales no renovables y otras consideraciones que introduciremos en breve. Sin embargo, si nos deshacemos de los residuos de tal modo que dañamos la *capacidad* del medio ambiente para asimilarnos, entonces se deteriorará la función económica del



medio ambiente como sumidero de residuos. Esencialmente, habremos convertido lo que habría podido ser un recurso renovable en uno no renovable. La capacidad de asimilación del medio ambiente es, por tanto, un recurso finito, pero, siempre que nos mantengamos dentro de sus límites, el medio ambiente asimilará los residuos y los devolverá al sistema económico.

La casilla de recursos, R, del diagrama, se puede ampliar para tener en cuenta dos tipos de recursos naturales:

- Recursos no renovables (RNR), que no tienen la capacidad de renovarse por sí mismos e incluyen recursos naturales como el carbón, el petróleo y los minerales.
- Recursos renovables (RR), que tienen la capacidad de renovarse por sí mismos.

Un bosque produce un «rendimiento sustentable», de tal modo que, si talamos X metros cúbicos de madera por año, las existencias de árboles no variarían, siempre que los árboles hayan crecido X metros cúbicos. Lo mismo ocurre con los peces. Algunos recursos son mezcla de renovables y no renovables, de los que un ejemplo sería la Tierra. Algunos recursos renovables crecen deprisa, otros despacio. Obviamente, si utilizamos un recurso renovable a un ritmo mayor al de su crecimiento, las existencias se van mermando y estaremos optando por una estrategia «minera» en el aprovechamiento de un recurso renovable, convirtiéndolo en no renovable. Si deseamos mantener los recursos renovables debemos tratar de utilizarlos a un ritmo no superior al de su capacidad de regeneración natural. El subsector de recursos aparece ahora como:

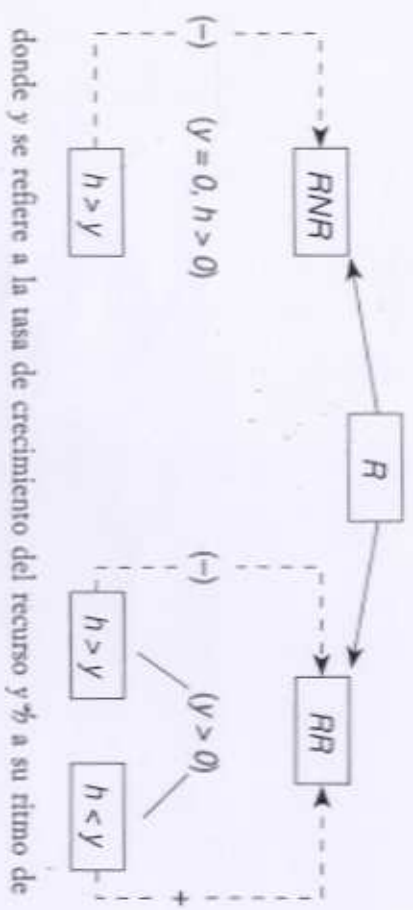
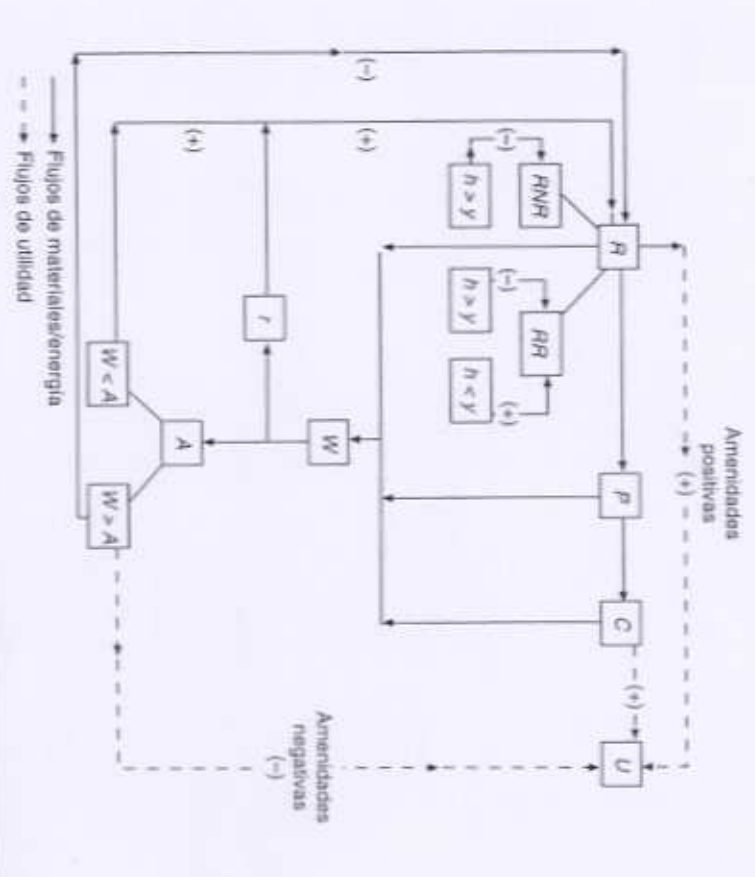


GRÁFICO 2.4  
LA ECONOMÍA CIRCULAR



aprovechamiento (extracción, explotación). El signo positivo nos dice que si  $h < y$  crecen las existencias de recursos y si  $h > y$ , las existencias se reducen (signo negativo).

Ahora estamos en condiciones de completar nuestra imagen de la economía circular: en lugar de ser un sistema abierto, lineal, es un sistema cerrado y circular y las leyes de la termodinámica aseguran que esto debe ser así. El gráfico 2.4 muestra la imagen completa. Hemos vuelto a unir el flujo de consumo a la utilidad, con objeto de destacar la tercera función del medio ambiente: proporcionar utilidad directamente en la forma de disfrute estético y bienestar espiritual (amenidades). Hay que recordar que si nos deshacemos de residuos, W, por encima de la capacidad de asimilación del

medio ambiente, *A*, dañemos esta tercera función. Los ríos contaminados desvirtúan esta función económica.

Considerando este flujo circular, a veces denominado modelo de *balance de materiales*, hemos podido identificar claramente tres funciones económicas del medio ambiente: provisión de recursos; asimilación de residuos y generación de utilidad directa. Son funciones económicas porque todas tienen un valor económico positivo: si las vendiéramos y compráramos en el mercado, todas tendrían precios positivos. *Los peligros vienen del mal uso del medio ambiente porque no reconocemos los precios positivos de estas funciones económicas*. Esto no es culpa de la economía ni de los economistas (aunque la literatura ambiental a veces se la eche). De hecho, los economistas ambientales han hecho un gran esfuerzo por señalar estas tres funciones económicas y demostrar su precio positivo. La ignorancia de estas funciones económicas tampoco es intrínseca de la teoría económica moderna, sino que su ignorancia está en algún otro ámbito de los objetivos personales y sociales de los individuos, grupos, comunidades, grupos de presión y políticos. Sin embargo, hay un problema con respecto a la percepción de los sistemas económicos del que nos ocupamos a continuación.

#### 2.4. Los teoremas de existencia

Las tres funciones económicas: provisión de recursos, asimilación de residuos y generación de utilidad estética, se pueden ver como componentes de una función general de los ambientes naturales: la función de *sustento de la vida*. Aun faltando gran parte de los recursos naturales se puede imaginar algún tipo de vida, pero no si faltan todos ellos. Para un futuro deseable no sólo necesitamos sobrevivir, necesitamos de los recursos naturales para satisfacer también muchos otros valores humanos. El problema al que nos enfrentamos es que el diseño de las economías, sean de mercado libre, planificado o mixto, no nos ofrece ninguna garantía de persistencia de las funciones de sustento de la vida de los ambientes naturales. La economía moderna pasa gran cantidad de tiempo tratando de determinar si existen equilibrios dentro del sistema económico: por ejemplo, si podemos tener equilibrio entre la oferta y la demanda en los mercados monetarios, mercados de bienes y mercados de trabajo y si existe algún sistema de precios que vacíe los mercados y asegure todos estos equilibrios.

Pero no parece que tengamos un análisis comparable que demuestre cuándo una economía en concreto es consistente con el medio ambiente al que está necesariamente ligada. Son consistentes en un sentido: tanto las economías como el medio ambiente existen. Lo que no sabemos es lo que tiene que pasar para que *coexistan* en equilibrio. No tenemos un *teorema de existencia* que relacione la escala y la configuración de una economía con el conjunto de interrelaciones economía-medio ambiente subyacentes. Al no tener tal teorema, nuestra planificación del modo de funcionamiento de los sistemas económicos —y aquí «planificar» incluye permitir a la economía operar en mercados libres— posibilita el riesgo de degradación, de depreciación de las funciones del medio ambiente. Las economías pueden sobrevivir incluso durante mucho tiempo en tales estados de desequilibrio, pero si estamos interesados en una economía *sustentable* es importante establecer algunas condiciones para la compatibilidad de las economías y su medio ambiente. Este es un tema que consideramos en el capítulo 3.



## 3. La economía sustentable

### 3.1. Reglas para la sustentabilidad de economías cerradas

El capítulo 2 mostraba la necesidad de revisar la construcción económica lineal «abierta» de los actuales libros de texto de economía para que tengan cabida las funciones económicas del medio ambiente y las equivalencias termodinámicas entre la extracción de recursos y el desecho de residuos. El desarrollo de este modelo «cerrado» de la economía con medio ambiente inmediatamente hizo que se planteara una amplia pregunta sobre la capacidad del medio ambiente para sustentar a la economía. Sustentar algo quiere decir hacer que dure, hacer que siga siendo y que dure. Sustentar una economía implica no sólo que siga existiendo; comparativamente puede resultar algo sencillo tener una economía duradera en la que el nivel de vida vaya cayendo a lo largo del tiempo. Pocas personas estarían en desacuerdo con la idea de que la economía necesita cambiar a lo largo del tiempo para poder mejorar ese nivel de vida. La definición de «nivel de vida» es discutible: obviamente, no puede ser algo que refleje tan sólo un valor, como ingresos reales per cápita *e*, igualmente, no podemos negar el importante papel que juegan los ingresos reales a la hora de mejorar la felicidad de las personas. Por tanto, podemos pensar en el nivel de vida como un conjunto o «vector» de componentes: las utilidades que proporcionan los ingresos reales, la educación, el estado de salud, el bienestar espiritual, etc. Algunos darían más importancia a un componente que a otro, pero precisamente el modo en el que interpretemos nuestro objetivo de nivel de vida no es relevante para los temas que se van a discutir en este capítulo. La cuestión es, entonces, *cómo deberíamos tratar el medio ambiente para que pueda jugar su papel de sustento de la economía como una fuente de nivel de vida mejorado.*

El capítulo 2 ya ha sugerido algunas de las pautas que podemos usar. Vimos que las dos primeras funciones del medio ambiente —provisión de recursos y recepción de residuos— implicaban ciertas reglas de



gestión de los recursos y del medio ambiente si quieramos pensar que estas funciones se mantendrán durante largos periodos de tiempo. Estas reglas eran:

1. Usar siempre los recursos renovables de tal modo que el ritmo de extracción (ritmo de uso) no sea mayor que el ritmo de regeneración natural.
2. Mantener siempre flujos de residuos al medio ambiente al mismo nivel, o por debajo, de su capacidad de asimilación.

Expresadas con símbolos, las reglas son:

- (1)  $b < y$
- (2)  $w < A$

Si cumplimos con las reglas (1) y (2) sabemos que las dotaciones de recursos renovables y la capacidad de asimilación ambiental no disminuirán. Estos recursos estarán, por tanto, disponibles en cualquier tiempo futuro para sustentar aún más a la economía. En las reglas que hemos usado está implícita, pues, la idea de que *las dotaciones de recursos deben mantenerse constantes a lo largo del tiempo*.

En la sección 3.3, analizamos con más detalle esta idea de mantener constantes las dotaciones de recursos. De momento, señalemos cuántas advertencias hay que hacer aún en esta fase. En primer lugar, hemos obviado los recursos no renovables, *es decir*, existencias sólo podrían mantenerse estables, en términos físicos, si no los usamos! En segundo lugar,  $y$  y  $A$  no son estáticos. Podemos administrar los recursos naturales para mejorar la producción sustentable y la capacidad de asimilación de residuos: se pueden aumentar los cauces de los ríos, se pueden administrar los bosques para obtener un mejor rendimiento de leña, las tierras de pasto y pastoreo se pueden abonar y sembrar, etc. En tercer lugar, las reglas de gestión del medio ambiente parecen hacer crecer el papel de los recursos naturales y la capacidad de asimilación del medio ambiente. La consecuencia es que, de algún modo, no podemos estar sin ellos o, en cualquier caso, sólo podremos existir durante un periodo de tiempo limitado (no sustentable). Es cierto que la economía ambiental pone el énfasis en las funciones económicas del medio ambiente —el tema no existiría si esto no fuera así—, pero, ¿son esenciales los recursos naturales? Las contestaciones a este interrogante y sus implicaciones se consideran más adelante.

### 3.2. Complementariedad e intercambio

Las reglas de gestión sintetizadas más arriba tienden a subrayar que no deberíamos permitir que descendieran las existencias de recursos renovables y la capacidad de asimilación ambiental. Es más conveniente pensar en la capacidad de asimilación como otro recurso renovable más, el recurso de la capacidad de degradación de residuos. Así, las reglas se reducen a la afirmación de la necesidad de que no disminuyan las dotaciones de recursos renovables a lo largo del tiempo. Como los recursos no renovables, por propia definición, un día se agotarán, tenemos que pensar cómo se pueden modificar las reglas de gestión para que tengan cabida. Las dos formas de integración posibles son las siguientes:

1. Asegurar que, a medida que meremen los recursos no renovables, la reducción de sus existencias se vea compensada con el aumento de los recursos renovables.
2. Hacer posible el mantenimiento de un nivel de vida dado, a partir de unas existencias de recursos en *disminución*.

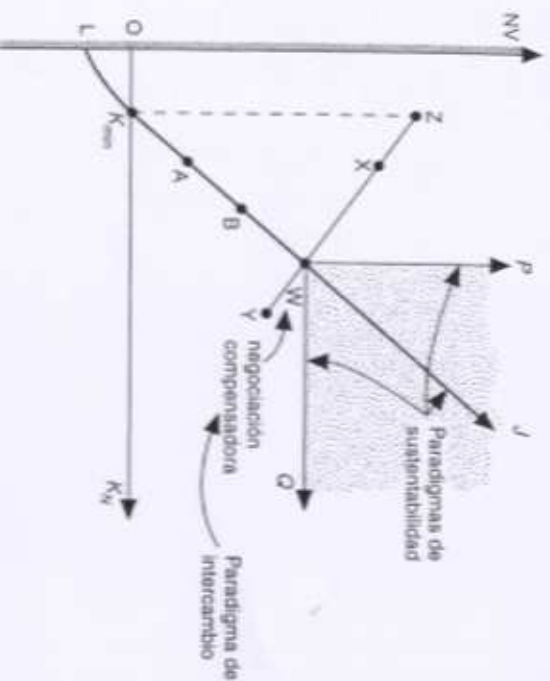
La primera modificación permite la sustituibilidad entre recursos renovables y no renovables. Un ejemplo podría ser la sustitución de la energía procedente de combustibles fósiles por fuentes de energía solar, eólica, de mareas y de olas. La segunda modificación permite alcanzar una *mayor eficiencia* en el uso de recursos. En efecto, es cierto que la mayor parte de las economías avanzadas usan ahora menos energía de la que utilizaban hace cien años para producir una unidad de Producto Interior Bruto.

Obviamente, nuestras sencillas normas de gestión se están haciendo ya más complejas. La idea de mantener unas existencias de recursos renovables por lo menos constantes a lo largo del tiempo para asegurar la sustentabilidad debe ser modificada para permitir la existencia de influencias compensatorias: *a*) la necesidad de incrementar los recursos renovables para compensar el descenso de las existencias de recursos no renovables y *b*) la reducción de los requerimientos de *todos* los recursos para mantener un nivel de vida dado (ya que es probable que la consideración de eficiencia sea también aplicable a los recursos renovables). No hay modo de saber qué influencia es más importante sin realizar previamente una investigación empírica detallada.



GRÁFICO 3.1

PARADIGMAS DE LAS RELACIONES MEDIO AMBIENTE-NIVEL DE VIDA



Sin embargo, hay todavía un factor con una influencia determinante sobre la ecuación: el crecimiento de la población. Un determinado nivel de vida puede ser soportable con menos *inputs* de recursos a lo largo del tiempo, pero, si la población crece rápidamente, el efecto de la demanda incrementada de recursos puede «aplastar» muy rápidamente tales mejoras de eficiencia. Como la población mundial está creciendo muy deprisa y como hay pocas perspectivas para aminorar su ritmo de crecimiento sobre la base de una gestión deliberada, es probable el agotamiento de los recursos. Nótese que no tenemos que aferrarnos a conceptos de «catástrofe» ni de «día del juicio final» al considerar las consecuencias del agotamiento de recursos. Nuestro interés reside en ver si se pueden conseguir mejoras del nivel medio de vida si decrecen las existencias de recursos naturales.

El gráfico 3.1 muestra cómo se puede representar el tema. El eje vertical muestra el nivel de vida (NV), mientras que el eje horizontal muestra las existencias de recursos naturales, o «capital natural» (K<sub>N</sub>). La mejor interpretación del origen, O, consiste en considerarlo como un nivel de vida

de subsistencia positivo, tal que reducciones hacia la parte negativa del eje vertical implican serias disminuciones en la esperanza de vida, declive de la nutrición, pobreza extrema y quizá hambruna en el punto L; K<sub>min</sub> corresponde a un nivel mínimo de las dotaciones de capital natural necesarias para mantener un nivel de vida de subsistencia. Ahora se pueden ilustrar dos puntos de vista extremos sobre la relación entre las dotaciones de capital natural y el NV.

El primer punto de vista sugiere que, para economías con bajos niveles de K<sub>N</sub>, las mejoras del nivel de vida sólo se pueden lograr sobre la base de elevar el capital natural. El crecimiento del capital natural y el NV se consideran *complementarios*. Entonces, una senda a través de la cual tales economías pobres podrían desarrollarse se ilustra en K<sub>min</sub> WJ, a la que nosotros nos referimos como «paradigma de sustentabilidad». Una vez que la economía ha «despegado» y alcanza, digamos, el punto W, entonces puede sea posible mejorar el NV sobre la base de operar en cualquier lugar de la sección sombreada PWQ, esto es, ampliando las existencias de capital natural o al menos manteniéndolas constantes. Sin embargo, mientras una senda de desarrollo (elevación del NV) en el que el capital natural *decrece* podría ser posible, sólo podría serlo temporalmente. El desarrollo y el medio ambiente son complementarios.

El segundo punto de vista es el más tradicional y se conoce como «paradigma de intercambio». Lo que ocurre aquí es que la economía está siempre en un punto como W y el desarrollo sólo se puede asegurar sacrificando parte del K<sub>N</sub> a cambio de mejoras en el NV. La senda es algo como XWY: si queremos más medio ambiente, el NV tal y como lo hemos definido aquí deberá descender y, si queremos más NV, se deberá reducir el capital natural. Bajo este prisma, existe siempre la misma situación en A o B, esto es, la situación de cesión «a cambio de» es siempre relevante.

Dentro de estos extremos hay una serie de variaciones. Asumiendo un mundo global en el concepto K<sub>min</sub>, la situación de «cesión a cambio de» puede no ser importante hasta que se alcance un punto como W. Entonces se pueden lograr mejoras del NV pasando de W a X y a Z, punto en el cual se vuelven a alcanzar existencias mínimas de capital natural. En esta variante el medio ambiente y el desarrollo son complementarios sólo en las primeras fases del desarrollo. Una vez que se ha conseguido que la economía despegue, se convierten en sustitutivos pero sólo hasta cierto punto y



sólo para determinadas funciones ambientales. Así, es fácil ver cómo las *amenidades ambientales* se intercambian por desarrollo, pero las funciones ambientales de asimilación de residuos y de sustentación de la vida no son sustituibles. Esta visión compuesta se puede considerar relevante para temas de desarrollo modernos. En el Sahel, por ejemplo, es difícil prever desarrollo sin un incremento de los recursos naturales, mientras que en los países ricos de Occidente el desarrollo y algunos servicios ambientales pueden intercambiarse entre sí. Sin embargo, la importancia de  $K_{min}$  podría ser significativa, como en el caso de los efectos de la emisión de ciertos gases sobre la capa de ozono, los efectos de la quema de combustibles fósiles en el dióxido de carbono de la atmósfera (el «efecto invernadero»), etcétera.

El gráfico 3.1 pretende ser sólo ilustrativo, pero plantea la pregunta de cómo una senda como la WXXZ, en la cual el capital natural desciende, es posible si nuestro interés es una economía *sustentable*. Ya hemos sugerido un modo en el que tal senda podría ser consistente con la sustentabilidad: incrementando la eficiencia con la que se usan los recursos. La fuente primaria de tales cambios de eficiencia es el progreso tecnológico, pero no debemos pensar en él como un «bien libre»: también el progreso tecnológico tiene efectos colaterales. El consumo de combustibles fósiles fue un avance tecnológico extraordinario, pero también nos ha traído problemas de contaminación. También destacamos que el crecimiento de la población podía afectar a las posibilidades de movernos en una senda como la WXXZ del gráfico 3.1.

En este contexto es necesario considerar otro tipo de sustitución. Los economistas hablan de sustituir capital construido por el hombre ( $K_H$ ) —máquinas, fábricas, carreteras— por capital natural. De hecho, el crecimiento económico tradicional ha tenido lugar sobre esta base: las máquinas han sustituido a la tracción animal, la electricidad a la leña, los abonos artificiales a los naturales, etc. Si esto es cierto, el capital natural puede *no ser esencial* a la hora de elevar el NV. En los términos del gráfico 3.1, la senda WXXZ se puede lograr a base de ceder  $K_N$  por  $K_H$ . Si los dos tipos de capital fueran igualmente productivos en el incremento del NV, seríamos indiferentes ante ellos, o podríamos estar más a favor de  $K_N$  por otras atribuciones, como podrían ser sus cualidades estéticas, pero si se puede demostrar que  $K_H$  es más productivo, entonces puede que la balanza se inclinará a favor del  $K_H$ .

### 3.3. El mantenimiento de las existencias de capital natural

La discusión surgida más arriba sugería dos razones por las que la idea de mantener las existencias de capital natural puede no ser, después de todo, esencial para una economía sustentable: el cambio tecnológico que mejora la eficiencia del uso de recursos y la sustitución de capital natural ( $K_N$ ) por capital construido por el hombre ( $K_H$ ) más productivo. Hay que adentrarse un poco más en estos temas en el contexto de una racionalidad más general para la conservación y el aumento del capital natural.

#### La sustitución entre $K_N$ y $K_H$

El primer problema que surge al analizar la distinción entre  $K_H$  y  $K_N$  es que el capital construido por el hombre no es independiente del capital natural, ya que normalmente este último es necesario para la construcción del primero. Recordemos la Primera Ley de la Termodinámica del capítulo 2; esta ley nos recordaba que para producir *cualquier bien* tenemos que consumir algunos recursos naturales. Quizá se pueda rescatar la idea de la sustitución si podemos demostrar que la productividad extra de  $K_H$  recompensa los recursos naturales suplementarios que se consumen en la producción de  $K_H$ . En este momento todo lo que podemos decir es que esto no es obvio.

La segunda cuestión relativa a la sustitución entre  $K_H$  y  $K_N$  es que el capital natural desempeña *otras funciones económicas*. El capital natural del que estamos hablando incluye los bosques tropicales del mundo, los hábitats oceánicos, las zonas húmedas, las pesquerías, la atmósfera, la estratosfera, etc. En todos los casos hay funciones de sustentación de la vida que no son ofrecidas por el capital construido por el hombre. Estas comprenden la regulación del clima, la protección del agua y el mantenimiento de unas existencias de recursos biológicos. Decir que  $K_H$  es más «productivo» que  $K_N$  simplifica un poco la cuestión, ya que es importante considerar la *multifuncionalidad* del capital natural, cosa que no ocurre con el capital artificial. A este factor debemos añadir diferencias en el *perfil contaminante* de los dos tipos de capital: usar electricidad originada en combustibles fósiles es más contaminante que usar energía solar; incluso la que un día se



soñaba como limpia y barata energía nuclear ya no es considerada del mismo modo.

La tercera prevención es que la sustituibilidad puede no ser relevante en todos los recursos naturales. La economía neoclásica tiende a trabajar con la idea de una sustitución relativamente fácil entre los *inputs* y es gracias a esta sustitución por lo que es posible, al menos de un modo analítico, obtener resultados que reducen el énfasis que quisiéramos poner en los recursos naturales. Sin embargo, los recursos naturales no son como otros recursos en el sentido de que entre sus muchas funciones incluyen, por ejemplo, el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos del medio ambiente de los cuales depende la humanidad. Sólo si podemos sustituir estas funciones a gran escala podremos mantener la idea de la sustituibilidad entre  $K_H$  y  $K_N$ .

### El progreso tecnológico

Aun cuando se cuestione que los distintos tipos de capital sean sustituibles, seguimos considerando el progreso tecnológico como un modo de reducir el *input* de recursos naturales en la mejora del NY. No hay duda sobre la importancia de esta fuente de mayor eficiencia. Visiones pasadas de un futuro en el cual la comunicación no necesita de medios de transporte intensivos en recursos como el automóvil, el avión o el tren son ahora una realidad de los avances tecnológicos de la información. Las advertencias al respecto tienen que ser en doble sentido. En primer lugar, las nuevas tecnologías no son necesariamente menos contaminantes y, en segundo lugar, ¿el progreso tecnológico será indefinido, o al menos perdurará durante un largo período de tiempo? La inventiva de la humanidad parece no detenerse; si algo ha ocurrido es que ha crecido a lo largo del siglo XX, pero la visión más optimista del papel que juega la tecnología a la hora de independizarnos de los recursos naturales dependerá de un recurso renovable casi imposible de identificar que, eventualmente, tome el relevo una vez hayan desaparecido los recursos no renovables. En la literatura esto se ha venido llamando «tecnología sustitutiva» (*backstop technology*) y esta etiqueta se le ha dado a algunas tecnologías como la energía proveniente de reactores de «generación rápida» (*fast-breeder*), la energía de los reactores de fusión y la energía

de la conversión de petróleo procedente de esquistos. A este respecto se puede observar que por lo menos en un país (Reino Unido) la tecnología *fast-breeder* se ha dado por concluida debido a su alto coste y falta de expectativas. Los reactores de fusión no parecen estar más cerca de la tecnología sustitutiva de lo que lo han estado antes y se han expresado serias dudas sobre su coste ambiental. Este punto no es categórico, ya que puede que existan tecnologías sustitutivas que nos liberrarían de los recursos naturales, pero no pueden considerarse disponibles por la simple presunción de que están ahí.

### La sustentabilidad, la incertidumbre y la irreversibilidad

Uno de los problemas de llegar a conclusiones definitivas sobre el papel que juega el medio ambiente como apoyo y elemento sustentador de los sistemas económicos es que nos encontramos con una importante incertidumbre científica sobre ese papel. No entendemos aún por completo cómo funcionan los gases residuales en la atmósfera y la estratosfera; la química de la lluvia ácida todavía se está desarrollando; el papel de las corrientes oceánicas en la determinación del clima sigue siendo un debate abierto y el modo en el que los bosques protegen las tierras, los ríos y los microclimas todavía necesita más investigación. Si pudiéramos estar seguros de los beneficios de la sustitución del capital artificial por capital natural el intercambio entre ellos no sería un problema crucial. Sin embargo, no estamos seguros de cómo funciona el medio ambiente, ni interiormente, ni en sus interacciones con la economía. Mas aún, si decidimos sacrificar el capital natural hay a menudo un problema: la irreversibilidad. Si nos equivocamos, a menudo no podemos corregir después. Los bosques tropicales no se pueden crear, de modo factible, por lo menos. Una tierra desertizada es muy difícil de recuperar. Una vez que se ha extinguido, una especie se ha perdido para siempre.

La presencia simultánea de la incertidumbre y la irreversibilidad deberían hacernos un poco más juiciosos a la hora de deshacernos de capital natural; a medida que crezcan la información y la comprensión, la decisión de intercambio se podrá hacer con mayor certeza sobre las consecuencias. Hasta entonces, la orden del día debería ser la precaución. En términos del gráfico 3.1, la curva de intercambio ZXWY tendría menor pendiente; las



reducciones de  $K_N$  sólo pueden lograr incrementos sustentables limitados de  $NV$ . Este aspecto de valoración de los servicios ambientales reaparecerá varias veces a lo largo del libro.

### *La capacidad de adaptación*

En los últimos años se ha prestado bastante atención a los problemas a los que se enfrentan los países más pobres del mundo. En todos los casos dependen más de los recursos naturales que los que nos encontramos en economías avanzadas. Combustible normalmente quiere decir leña; el agua viene directamente de fuentes en superficie o subterráneas sin tratamiento alguno; el cobijo requiere madera; las provisiones de comida dependen de agriculturas de subsistencia y merman la calidad del suelo. La sustentabilidad de estas sociedades depende del mantenimiento de las existencias de estos recursos naturales, pero se pueden mantener unas existencias y la sociedad puede seguir siendo no sustentable, dado el bajo *margen* de flexibilidad. Pueden bastar unos años de sequía, una guerra, una crisis dramática para que la sociedad se vea atrasada en muchos años en sus perspectivas de desarrollo. Si las existencias de recursos fueran mayores, habría un mayor margen de flexibilidad para ajustarse a estos avatares externos. Como frecuentemente el capital artificial no está disponible en estas sociedades, no podemos decir si el capital construido por el hombre aseguraría la misma o más capacidad de recuperación. Puede que sí, pero la opción no está ahí. En estas circunstancias, más capital natural puede implicar mayor resistencia a las perturbaciones externas y, por tanto, una sociedad más sustentable.

### *La equidad intergeneracional*

Otra razón para mantener las dotaciones de recursos es asegurar un acceso más o menos equitativo a ellos para las generaciones futuras. La equidad intergeneracional se relaciona con la idea de justicia entre diferentes generaciones. Si ésta se acepta como un objetivo social —un aspecto que se discute en el capítulo 14—, hay razones adicionales para mantener el  $K_N$ . Una vez más hay que recordar que podemos crear y destruir  $K_N$ , pero las posi-

bilidades de hacerlo con  $K_N$  son mucho menores. Podemos plantar más árboles, retirar tierra y preservarla para que vuelva a ser salvaje, volver a llenar los océanos de peces, pero en muchos casos las pérdidas ambientales son irreversibles. Cualquier irreversibilidad actual significa la eliminación de una opción para generaciones futuras —éstas no pueden asegurarse el acceso al recurso si éste se ha hecho extinguir.

### *Los derechos de la naturaleza*

Nadie duda de que los seres humanos tienen derechos, pero ¿no los tienen otros seres sensibles? El movimiento en pro de los derechos de los animales puede no atraer a todo el mundo, pero aboga por unos derechos para seres sensibles con argumentos que no se pueden considerar banales. Pero si aceptamos que los animales tienen derechos, uno de estos derechos debe ser el de existir para poder ejercer otros derechos. Cuando destruimos capital natural estamos siempre, invariablemente, destruyendo hábitat, el ambiente que los animales salvajes necesitan para existir. Entonces, probablemente la reducción de  $K_N$  entrará en conflicto con los derechos de los animales y esto merece una consideración como un argumento más a favor de la protección de  $K_N$ . Este tema se trata con profundidad en el capítulo 14.

### *3.4. El significado de las existencias de capital constantes*

Nuestra discusión hasta ahora ha sugerido que la sustentabilidad se puede analizar en términos de la necesidad de mantenimiento de las existencias de capital natural. Este requerimiento asegura que tenemos presentes los «lazos» establecidos por el funcionamiento del medio natural en su papel de sistema de soporte para la economía. Hasta dónde se puede relajar este requerimiento depende de lo que creamos sobre el grado de sustituibilidad entre el capital artificial y el capital natural. También depende del comportamiento del progreso tecnológico para reducir el *input* de recursos para una ganancia unitaria en nivel de vida y de los efectos del crecimiento de la población sobre el consumo de las existencias de capital. Aquí no puede haber una conclusión firme y rápida, pero los temas deben sugerirse si



pretendemos entender mejor la importancia de parte del movimiento ambientalista contemporáneo. Más aún, debemos expresar estos argumentos sobre *desarrollo sostenible* en términos de los conceptos económicos subyacentes.

Hemos hablado sobre la necesidad de que el capital natural sea constante. No hemos explicado lo que esto debería significar. Hay varias interpretaciones. Primero, podríamos decir que las existencias de capital son constantes si no varía su *cantidad física*, pero no hay forma de sumar las distintas cantidades físicas (toneladas de carbón, metros cúbicos de madera, litros de agua, etc.). El enfoque económico habitual consistiría en valorar cada tipo de recurso en términos monetarios y hacer un cómputo total del agregado de valor monetario. Si esto se pudiera hacer, del mismo modo que hacemos estimaciones de la «riqueza nacional» —esto es, las existencias de capital artificial construido por el hombre— entonces podríamos replantear el requerimiento de  $K_N$  en términos de un valor real constante de las existencias de activos naturales.

En segundo lugar, podríamos pensar en términos de valor unitario de los *servicios* proporcionados por el  $K_N$ . Esto es, podríamos observar los *precios* de los recursos naturales y tratar de mantenerlos constantes en términos reales. Siempre que estemos de acuerdo con que estos precios reflejan la escasez total (tema que se aborda en el capítulo 16), los precios reales constantes implicarán unas *existencias* de capital natural constantes en este sentido modificado. Un problema obvio en este punto es que no tenemos precios observables; necesitaríamos encontrar de algún modo precios implícitos o «precios sombra».

En tercer lugar, podríamos pensar en un *valor constante* de los flujos de recursos procedentes de las dotaciones del capital natural. Esto es diferente de los precios constantes porque permitiríamos que descendiera la cantidad pero que el precio se elevara, permaneciendo el valor constante.

### 3.5. Existencias de capital reales y óptimas

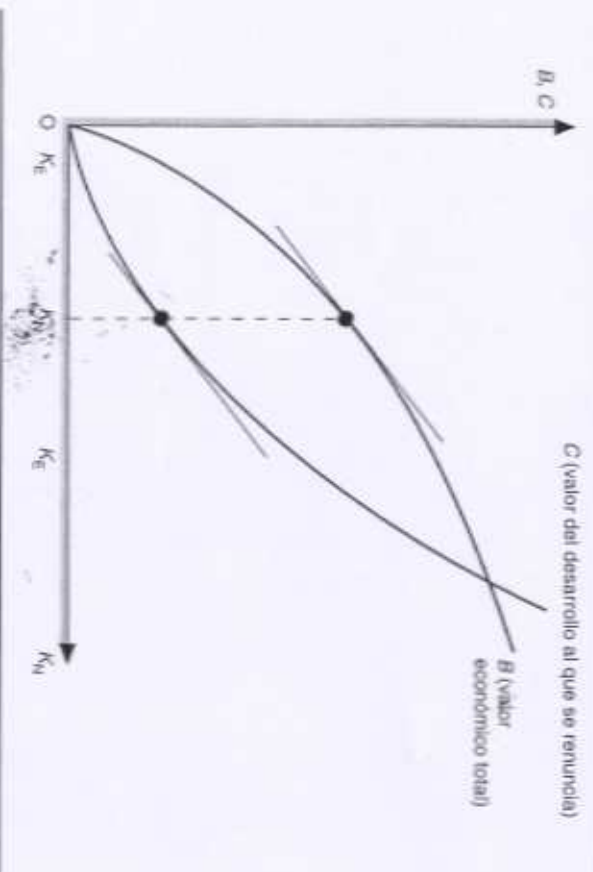
La conservación de las existencias de capital natural es consistente con distintas situaciones. Su cuantía puede ser aquella que exista en el momento del tiempo en el que se están tomando las decisiones —las existencias ac-

*tuales*— o pueden ser las existencias que *debería haber*. Esto último es claramente correcto en términos de aplicación de los principios de la economía neoclásica a los temas de recursos. La economía diría que hay costes y beneficios derivados de la variación de las existencias de capital natural. Si se reducen será por algún motivo. Por ejemplo, una gran parte de la tala de bosques tropicales tiene lugar por motivos agrícolas; del mismo modo se drenan las zonas pantanosas para ganar tierra fértil para el cultivo; los hábitats naturales se reducen para facilitar el desarrollo urbano, etc. Así pues, cada acto destructivo tiene beneficios en términos de las ganancias derivadas del uso que se da a la tierra. De igual manera, usar la atmósfera o los océanos como «sumideros de residuos» reporta beneficios en el sentido que métodos alternativos de desecho son mucho más caros. El medio ambiente como sumidero de residuos reduce los gastos de producción y consumo en comparación con lo que éstos habrían sido. La destrucción ambiental también tiene unos costes, ya que muchas personas usan los entornos naturales (para la observación de la vida salvaje, recreación, estudios científicos, caza, etc.). Estos «beneficios de uso» se pierden (esto es, hay costes de destrucción) si la tierra se destina a otro uso. De forma similar, uno de los beneficios de mantener la atmósfera sin contaminación es que evitamos el daño que la contaminación produce, por ejemplo, sobre la salud y, globalmente, evitar efectos tales como el calentamiento global a través de emisiones de gases residuales. El medio ambiente no tiene sólo «valores de uso». A muchas personas les gusta pensar en la preservación del medio ambiente porque ellos así lo quieren, un «valor de existencia». Estos valores «de no uso» tienen que sumarse a los valores de uso para llegar al *valor económico total* del recurso o medio ambiente conservado (véase capítulo 9).

El gráfico 3.2 destaca la comparación coste-beneficio. Las existencias de activos naturales se muestran en el eje horizontal y los costes y beneficios se muestran en el eje vertical. La curva de costes muestra que a medida que crecen las existencias de capital natural ( $K_N$ ) crecen los costes en la forma de beneficios futuros perdidos por *no* conservar el medio ambiente. La curva de beneficios capta los beneficios para usuarios y no usuarios del ambiente natural. El análisis económico identificaría  $K_N^*$  como las existencias óptimas de medio ambiente. Si las existencias disponibles se encuentran a la derecha de  $K_N^*$ , entonces será beneficioso reducir las existencias en términos netos, esto es, comenzar la destrucción y la degradación ambien-



GRÁFICO 3.2  
 LOS COSTES Y LOS BENEFICIOS DEL CAMBIO AMBIENTAL.  $K_1$  SON LAS EXISTENCIAS DE CAPITAL NATURAL. B MUESTRA LOS BENEFICIOS DE INCREMENTAR LOS BENEFICIOS QUE SE REPRESENTAN COMO VALORES DE USO Y DE NO USO. C ES EL COSTE DE INCREMENTAR LAS EXISTENCIAS DE CAPITAL NATURAL Y ESTAS EXISTENCIAS SON LOS BENEFICIOS OBTENIDOS DEL USO DE LOS ACTIVOS NATURALES PARA ALCUN OTRO PROPOSITO.  $K_2$  SON LAS EXISTENCIAS ÓPTIMAS



tal. Si las existencias de las que se dispone quedan a la izquierda de  $K_2$  entonces se requieren mejoras de la calidad ambiental.

Si nuestra visión general del significado del desarrollo sustentable es correcta parece ser inconsistente con la idea de mantener existencias óptimas de activos naturales, o, al menos, ésta sólo será lógica si estamos a la izquierda del óptimo dibujado en el gráfico 3.2 (ya que la sustentabilidad es consistente con activos ambientales crecientes) o exactamente en ese punto.

Proceden varias observaciones. En primer lugar, las existencias disponibles normalmente se sitúan por debajo de las existencias óptimas en muchos países en vías de desarrollo. Para algunos países saharianos están significativamente por debajo del óptimo en cuanto que la desertización y la deforestación de hecho amenazan la supervivencia de los colectivos humanos. No hay evidencia de que una mayor reducción de la calidad de la

tierra, de la superficie arbolada o de los suministros de agua darían lugar a algún tipo de excedente que se pudiese reinvertir en otros activos de capital artificial construido por el hombre. Así pues, hasta cierto punto, las deliberaciones sobre qué constituye precisamente un óptimo son redundantes en el contexto de estos países.

La segunda observación está relacionada con la identificación del «óptimo» del gráfico 3.2. Decir que las existencias de capital «deberían» ser óptimas es una tautología. El aspecto interesante de la optimalidad es cómo se calculan los beneficios de aumentar el capital natural. Aquí el factor crítico es que la *multifuncionalidad* de los recursos naturales necesita ser reconocida, incluyendo el papel como sistemas integrados de sustento de la vida. Así pues, un análisis de coste-beneficio que compare el «valor» de, digamos, la pérdida de terreno forestal con el coste de oportunidad de la tierra en términos de pérdida de valores para posibles desarrollos futuros necesita una ejecución más cuidadosa de lo que a primera vista pudiera parecer. Hasta dónde se pueden evaluar funciones de sustento de la vida como las contribuciones a los ciclos geocquímicos por medio del análisis coste-beneficio es una pregunta que queda por contestar. Frente a la incertidumbre y la irreversibilidad, conservar lo que hay podría ser una estrategia sólida frente al riesgo. Dicho de otro modo, aun en países donde parezca que *nos podemos permitir* reducir aún más las existencias de capital natural, esto implica riesgos a causa de: a) nuestra imperfecta comprensión de las funciones de sustento de la vida del medio ambiente, b) nuestra capacidad para sustituir estas funciones aun si su pérdida es irreversible en teoría y c) el que las pérdidas son a menudo irreversibles. Hay, por tanto, una cierta racionalidad en términos de *incertidumbre e irreversibilidad* para la conservación de las existencias, al menos hasta que tengamos una comprensión más clara de cuáles son las existencias óptimas y cómo se pueden identificar.

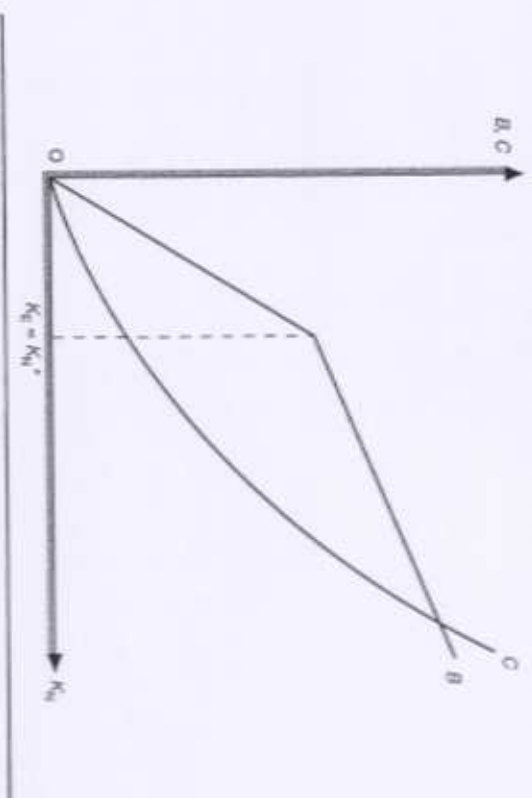
Una tercera observación es que la optimalidad tiende a definirse en términos de eficiencia económica, mientras que la conservación del capital natural atiende a otros objetivos sociales. Esto es, el gráfico 3.2 es útil en lo que es, pero no incluye los beneficios «no eficientes» de las existencias de capital natural. Estos comprenden también ciertos objetivos de distribución, tanto dentro de las generaciones presentes como entre las actuales y las futuras. Por supuesto, tenemos que estar seguros de que estos objetivos «no eficientes» no se puedan lograr mejor sobre la base de convertir el capital natural en capital artificial, un aspecto sobre el que volveremos.



Una cuarta razón para suponer que las existencias disponibles en el momento actual son importantes surge de un reciente estudio sobre el uso de la disposición a pagar y disposición a ser compensado como medida del beneficio (ver Knetsch y Sinden, 1984). Una base conceptual sencilla para la estimación de un beneficio es encontrar lo que las personas estarían dispuestas a pagar para asegurarlo. Entonces, si tenemos un activo ambiental y existe la posibilidad de hacerlo crecer, una medida del valor económico del incremento en tamaño serían las cantidades que las personas están dispuestas a pagar para asegurar que la tierra necesaria u otro activo se obtengan. Si existe o no un verdadero mercado para ese activo no es relevante, ya que siempre podemos descubrir lo que la gente pagaría si hubiera tal mercado (véase el capítulo 10). Del mismo modo, si hay una reducción del tamaño del activo, podemos preguntar a las personas cuánto estarían dispuestas a recibir en compensación por cederlo. La teoría económica predice que la diferencia entre estas medidas de disposición a pagar y disposición a ser compensado (las medidas de «variación equivalente y compensadoras» de la ganancia de bienestar) no tendrán importantes diferencias. Esto es, una medida de disposición a pagar por una pequeña ganancia será aproximadamente igual al requerimiento compensatorio por ceder una pequeña parte de un activo. El trabajo empírico muestra otra cosa, registrando grandes discrepancias entre la disposición a pagar y la disposición a ser compensado. La teoría ofrece un razonamiento de por qué son mayores las compensaciones que se requieren. Esencialmente, lo que existe se ve como un punto de referencia y las actitudes hacia ceder algo de lo que ya se posee son distintas de las que entran en juego cuando existe la perspectiva de una ganancia. Dicho de otro modo, la función de valoración  $B$  del gráfico 3.2 cambia de dirección en las existencias de activos reales. El resultado de modificar el gráfico 3.2 se muestra en el gráfico 3.3. La existencia de la desviación implica que es probable que el nivel óptimo de  $K_N$  se localice en el punto justo en el que se produce la desviación: allí donde son iguales las existencias de capital natural reales y las óptimas. En términos de la idea de «capital constante» del desarrollo sustentable, implica que debería darse una alta valoración a las reducciones de las dotaciones de capital existentes, apoyando así la visión que dice que la conservación de las existencias en sí mismas tiene una alta prioridad.

En general, mientras que la economía analítica tiene importantes razones para pensar en términos de mantener el óptimo más que las existen-

GRÁFICO 3.3  
COSTES Y BENEFICIOS DE LA CONSERVACION CUANDO LA FUNCION DE VALORACION CAMBIA DE DIRECCION. LA FUNCION DE BENEFICIO DEL GRÁFICO 3.2 AHORA CAMBIA DE DIRECCION EN LAS DISTANCIAS DE CAPITAL NATURAL REALES. HACIENDO QUE LAS EXISTENCIAS REALES Y LAS ÓPTIMAS INCORPORATIVAMENTE CONVINDAN



cias de capital reales como la condición básica para la sustentabilidad, también hay importantes razones para conservar al menos el capital existente. Para los países pobres que dependen de la dotación de recursos naturales, las existencias óptimas estarán en cualquier caso por encima de las existencias de las que disponen. En otros casos hay un razonamiento en términos de información incompleta sobre los beneficios de la conservación (el fallo a la hora de apreciar y medir la multifuncionalidad), incertidumbre e irreversibilidad para la conservación de las existencias. Adicionalmente, la conservación de los recursos sirve a objetivos no eficientes, mientras que la optimalidad suele definirse sólo en términos de eficiencia. Finalmente, aun en términos de eficiencia, la existencia de una función de valoración que se desvíe al alcanzar la dotación de recursos naturales reales añade énfasis a la conservación de las existencias disponibles.