

Hacia una economía de materiales sostenible

Gary Gardner y Payal Sampat

Publicado en: R. BROWN, Lester (dir.). *La Situación del Mundo 1999. Informe de Worldwatch Institute sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, Madrid: FUHEM, 1999, pp. 91-123.

El Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial) es un espacio de reflexión que analiza los retos de la sostenibilidad, la cohesión social, la calidad de la democracia y la paz en la sociedad actual, desde una perspectiva crítica y transdisciplinar.

Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial)
C/ Duque de Sesto 40, 28009 Madrid
Tel.: 91 576 32 99 - Fax: 91 577 47 26 - cip@fuhem.es - www.cip.fuhem.es

Hacia una economía de materiales sostenible *

Gary Gardner y Payal Sampat

Imagine que cada mañana un camión le entrega en su casa todos los materiales que utiliza en un día, salvo la comida y el combustible. Apilados frente a la puerta están la madera de su periódico, los productos químicos de su champú y el plástico de las bolsas con las que lleva la compra a casa. También se incluye el metal de sus aparatos y electrodomésticos y de su automóvil —sólo la parte que usa en un día de la vida total de dichos objetos—, al igual que su fracción diaria de materiales compartidos, como la piedra y la grava de las paredes de su oficina y de las calles por las que camina. En la parte de abajo del montón están los materiales que usted nunca ve, como el nitrógeno y la potasa empleados para cultivar sus alimentos, y la tierra y las rocas bajo las que estuvieron enterrados sus metales y minerales.

Si es usted un estadounidense medio, esta entrega diaria será pesada: 101 kg, el peso aproximado de un varón de talla grande. Pero la cuenta de sus materiales sólo acaba de empezar. Mañana llegarán otros 101 kg, y al día siguiente, otros tantos. A final de mes, usted habrá utilizado tres toneladas de material, y al cabo de un año, 37 toneladas. Y sus 270 millones de compatriotas hacen lo mismo, día sí y día también; todos juntos, devoran casi 10.000 millones de toneladas de material en un año.¹

* Una versión ampliada de este capítulo apareció como Worldwatch Paper 144, *Mind Over Matter: Recasting the Role of Materials in Our Lives*.

Los estadounidenses, los europeos y los japoneses utilizan hoy día cantidades muy superiores de material que sus antepasados en el siglo XIX; y mucho más material que los habitantes de los países en desarrollo de la actualidad. Desde que comenzó el siglo se ha utilizado más metal, vidrio, madera, cemento y productos químicos que en ninguna época anterior. Los países industrializados son responsables de la mayor parte de este consumo: solamente los estadounidenses utilizan cerca de un tercio de los materiales que produce toda la economía mundial. Aunque este consumo excesivo no es necesario para prestar los servicios que la gente quiere, el modelo económico basado en el uso intensivo de materiales sigue empleándose o reivindicándose en la mayor parte del mundo. De hecho, el apetito humano generalizado por los materiales define este siglo de un modo muy similar a como la piedra, el bronce y el hierro definieron eras anteriores.²

El uso de material durante el presente siglo es característico por otras dos razones. Los materiales se han ido haciendo cada vez más complejos: por ejemplo, todos los materiales de hoy día proceden de 92 elementos naturales de la tabla periódica, en comparación con los 20 aproximadamente de principios de siglo. Esto ha permitido que los científicos de los materiales vayan mucho más allá de las formas materiales clásicas de la madera, la cerámica y los metales, pero también ha dificultado el reciclado e introducido una toxicidad sin precedentes en los hábitats humanos y naturales. Además, se han generado residuos a un ritmo mucho más rápido que en cualquier época anterior. Incluso a finales de este siglo, cuando el interés por el reciclado ha aumentado vertiginosamente, la mayoría de los materiales que se mueven por las economías industriales se utilizan sólo una vez y luego se tiran.³

Las características que hacen que este siglo sea único materialmente también han causado daños sin precedentes a la salud humana y medioambiental. Sólo en Estados Unidos, la minería ha contaminado miles de kilómetros de ríos y arroyos, y la tala de árboles constituye una amenaza para el hábitat vital de las especies, muchas de ellas en peligro de extinción. La contaminación del aire y del agua procedente de las fábricas ha provocado enfermedades a millones de personas, y muchas veces ha acortado su vida. Algunas de las 100.000 sustancias químicas sintéticas introducidas este siglo son bombas de relojería que afectan a los sistemas reproductivos de los animales y de los seres humanos incluso una generación después de la exposición original. Y el esfuerzo para

hacer desaparecer los residuos —enterrándolos, incinerándolos o vertiéndolos en el océano— ha generado gases invernadero, dioxina, escapes tóxicos y otras amenazas para la salud del medio ambiente y del hombre.⁴

Teniendo en cuenta la historia de este siglo, un observador extraterrestre podría llegar a la conclusión de que el auténtico propósito de la actividad económica humana es la conversión de materias primas en residuos, a menudo tóxicos. Por suerte, este arcaico derroche ofrece un amplio margen para introducir reducciones radicales del uso de materiales. De hecho, investigadores y políticos están explorando vías para reducir en un 90% o más los materiales que circulan en las economías industriales, así como la carga que esta circulación ha impuesto al medio ambiente natural. Esto exigirá replantearse con imaginación la forma de suministrar los servicios que la gente quiere, pero también ofrece la posibilidad de hacer que las economías estén en armonía con el mundo natural en las que se apoyan.

La formación de un siglo material

El uso intensivo de materiales de este siglo tiene profundas raíces históricas. Desde la Revolución Industrial, los avances tecnológicos y los cambios que han sufrido la sociedad y las prácticas empresariales se han alimentado mutuamente y han creado economías capaces de extraer, procesar, consumir y deshacerse de cantidades enormes de materiales. Aunque las raíces de esta evolución se remontan varios siglos, la mayor parte de estas tendencias sólo han madurado en los últimos 100 años.⁵

La producción de hierro, el material emblemático de la Revolución Industrial, ilustra cómo los avances tecnológicos fomentaron el uso de los materiales. En 1879, un agente de policía británico y su primo, de profesión químico, inventaron un proceso para fabricar acero de alta calidad —una aleación de hierro más dura y duradera— a partir del mineral de hierro, con independencia de la calidad de éste, eliminando así la necesidad de disponer de mineral metalífero sin fósforo. Este proceso redujo los costes de la fabricación de acero entre un 80% y un 90 % e hizo que la demanda se disparase: entre 1870 y 1913, la producción de mineral de hierro en Gran Bretaña, Alemania y Francia se multiplicó por 83. La aparición de otras innovaciones y la fuerte demanda

sextuplicaron la producción mundial entre 1913 y 1995. El hierro y el acero representan hoy el 85% de los metales del mundo, y, por peso, una décima parte de la producción mundial de materiales.⁶

De modo similar, las nuevas tecnologías de extracción permitieron obtener metal de filones relativamente pobres o de baja calidad. En 1900, por ejemplo, no era factible extraer cobre de un mineral que contuviera menos del 3% de metal. Pero los avances tecnológicos han rebajado el umbral de extracción a menos del 0,5%, aumentando así el número de lugares donde es viable la minería. La obtención de metal a partir de filones de baja calidad es uno de los motivos por los que la industria del cobre pudo satisfacer la demanda de cobre de la industria del automóvil, la eléctrica y otras desde 1900, que se multiplicó por 22. De la misma manera, los modernos equipos de minería y tala han hecho más fácil convertir en unas horas grandes extensiones de bosques en un montón de madera cortada o rebanar montañas para llegar a los yacimientos de mineral.⁷

Mientras tanto, los cambios en el transporte y en la energía engrasaban las ruedas del auge de los materiales. La finalización del Ferrocarril Canadiense del Pacífico en 1905, por ejemplo, abrió las ricas provincias occidentales a la explotación del mineral, del mismo modo que, más adelante, las locomotoras contribuirían a vaciar las minas liberianas de mineral de hierro para enviarlo a Europa. Y a lo largo de todo este siglo, la disponibilidad de petróleo a bajo precio —un combustible más eficiente que el carbón o la madera— hizo que la producción de materiales fuera más económica que nunca. La disminución de los costes de la energía y de las materias primas fomentó la expansión de la escala industrial y mantuvo el ciclo de exploración y producción en constante movimiento.⁸

Quizá el estímulo más poderoso para la extracción de materiales durante este siglo hayan sido los incentivos económicos que ofrecen los gobiernos a los productores. Por ejemplo, una ley estadounidense de 1872 —que por desgracia sigue en vigor— concede a los mineros la propiedad de terrenos mineros federales por sólo 12 dólares la hectárea, y no grava con cuota alguna los metales extraídos de estas tierras. El derecho de propiedad permite asimismo que los mineros construyan viviendas, críen ganado, obtengan madera y desvíen el agua en sus tierras sin pagar ninguna cantidad adicional. Durante este siglo, gobiernos de todos los

países del mundo —como los de Indonesia, Ghana y Perú— han introducido incentivos similares, incluidas las exenciones fiscales, para atraer a las compañías mineras y madereras. Una de las características de estas medidas es su carácter antieconómico: el gobierno estadounidense sigue invirtiendo más dinero en la construcción de carreteras destinadas a la tala de árboles que el que obtiene de la venta de la madera.⁹

El acceso subvencionado a los materiales y a la energía, combinado con los avances tecnológicos, aumentó la magnitud de la industria y propició nuevas formas de organizar y gestionar la producción. Inspirado por la utilización de piezas de serie e intercambiables para facilitar la producción a gran escala de mosquetes a principios del siglo XIX, Henry Ford adoptó la idea de la producción masiva en sus fábricas de automóviles. La cadena de montaje móvil y los componentes en serie de Ford redujeron drásticamente el tiempo de producción por chasis, que pasó de 12,5 horas en 1913 a 1,5 horas en 1914. Los costes también disminuyeron: en 1912, un Ford T costaba 600 dólares, pero sólo 265 dólares en 1923, lo que puso los automóviles al alcance de muchos más consumidores. Y la producción total de Ford pasó de 4 millones de automóviles en 1920 a 12 millones en 1925, cifra que representaba casi la mitad de todos los vehículos que se fabricaban en el mundo en esa época. Estos principios de producción masiva fueron adoptados en seguida por los fabricantes de frigoríficos, aparatos de radio y otros bienes de consumo, con resultados similares.¹⁰

A medida que aumentaba la escala de la producción, los desplazamientos demográficos y las nuevas estrategias empresariales fueron creando un mercado a su medida. La mano de obra estadounidense y europea se hizo cada vez más urbana, de clase media y asalariada en el primer tercio del siglo, características que facilitaron la formación de una clase consumidora. Las iniciativas empresariales fomentaron y capitalizaron estas tendencias, siendo Henry Ford, una vez más, el pionero. En 1914, Ford introdujo un salario diario de 5 dólares —más del doble que el salario normal de la época—, aumentando así la capacidad adquisitiva de sus trabajadores. También redujo las horas de trabajo, por considerar, en palabras de un analista, que «un aumento del tiempo de ocio fomentaría un aumento del gasto de consumo, entre otras cosas, de automóviles y de viajes en automóvil». Otros empresarios se opusieron frontalmente a la reducción de la jornada laboral, pero acep-

taron los aumentos salariales por el mismo motivo que Ford: para fomentar el gasto de los consumidores.¹¹

Los trabajadores que prosperaban y sus familias se convirtieron rápidamente en el objetivo de complejas iniciativas de comercialización. Los grandes almacenes y los catálogos de venta por correo encauzaron una abundancia de productos asequibles: a finales del decenio de 1920, el 60% de los automóviles, aparatos de radio y muebles se compraba a plazos. También se utilizaron ingeniosas estrategias para fomentar las ventas: en la década de 1920, General Motors introdujo cambios anuales en sus modelos de automóviles, jugando así con los deseos de los consumidores de ascender de categoría social y con su ansia de novedad. Mientras, los publicistas utilizaban ideas basadas en el nuevo campo de la psicología para garantizar que los consumidores no estuvieran «nunca satisfechos», en palabras de un vicepresidente de DuPont, vinculando la identidad del consumidor con los productos. La capacidad de la publicidad para influir en las decisiones de compra ha impulsado los gastos de publicidad globales a lo largo del siglo, gastos que alcanzaron los 435.000 millones de dólares en 1996. En los últimos años, a medida que los habitantes de los países en desarrollo han ido progresando, también han aumentado rápidamente los gastos de publicidad en esos países: más del 1.000% en China entre 1986 y 1996, un 600% en Indonesia y un 300% en Malaysia y Tailandia.¹²

Los países industrializados, cada vez más ricos, han invertido grandes cantidades en la investigación de materiales, impulsando así el desarrollo de materiales nuevos y versátiles. Durante la Segunda Guerra Mundial se subvencionó la fusión del aluminio para la fabricación de tanques, bombarderos y aviones de combate. Después de la guerra, su empleo se difundió con rapidez a los productos de consumo, incluso para artículos de uso doméstico de bajo valor como las latas de refrescos, lo que ha disparado la producción de aluminio de este siglo multiplicándola por 3.000. También el plástico se hizo popular en seguida, y su producción se ha multiplicado por seis en todo el mundo desde 1960, a medida que se iba encontrando una gama aparentemente infinita de usos para él. Y el aumento del uso de productos químicos sintéticos durante este siglo ha sido asimismo espectacular: desde la década de 1930, se han desarrollado más de 100.000 compuestos químicos nuevos, muchos de ellos para su empleo durante la Segunda Guerra Mundial, lo que ha multiplicado por mil la producción de sus-

tancias químicas sintéticas en los últimos 60 años solamente en Estados Unidos.¹³

Estos nuevos materiales han sustituido a menudo a los tradicionales —el plástico al metal, por ejemplo—, lo que ha desembocado en la aparición de productos más ligeros. Pero el ahorro de material derivado de la reducción de peso casi siempre ha quedado anulado por el aumento del consumo, especialmente cuando los proveedores militares volcaron su energía en los bienes de consumo después de la Segunda Guerra Mundial. Por ejemplo, en el decenio de 1960, las viviendas japonesas que disponían de refrigerador habían pasado del 5% al 93%. Y entre 1950 y la actualidad, la propiedad global de automóviles se ha multiplicado por 10. El automóvil es un producto cuya fabricación exige una cantidad excepcional de materiales, y es el responsable nada menos que de la tercera parte del consumo de hierro y acero en Estados Unidos, la quinta parte del de aluminio y dos terceras partes del de plomo y caucho.¹⁴

El uso de automóviles se vio facilitado —y propiciado— por la expansión de las carreteras, de las viviendas y de otras infraestructuras en la segunda mitad del siglo. Este auge de la construcción hizo que entre 1957 y 1995 se multiplicase por ocho la producción mundial de cemento, y que desde 1950 se haya triplicado la de asfalto. Una tercera parte de este asfalto se vertió en la gigantesca red de autopistas estatales estadounidenses. En los lugares donde esta infraestructura sirvió de base para un desarrollo más extensivo que intensivo, como en los suburbios de Estados Unidos, surgió la necesidad de hacer más redes de alcantarillado, puentes, cimientos de edificios, viviendas y cables telefónicos para dar servicio a un determinado número de personas.¹⁵

A finales de la década de 1960, comenzó a desarrollarse una tendencia contraria en relación con los materiales —el reciclado—, al mismo tiempo que aumentaba la conciencia ecológica. La práctica no era nueva: durante la Segunda Guerra Mundial se reciclaban los materiales estratégicos, y hace siglos que se convierte en abono la materia orgánica. Pero la tentativa de implantar esta práctica de una forma más generalizada se topó con dificultades porque las economías industriales llevaban mucho tiempo concebidas para depender de materias vírgenes y los mercados no podían absorber con facilidad los materiales reciclados. A pesar de estos obstáculos profundamente arraigados, el aumento del reciclado ha sido constante: en los países industriales, la proporción de papel y car-

tón reciclado ha pasado de una media del 30% en 1980 al 40% a mediados de la década de 1990. En el mismo periodo, los niveles de reciclado de vidrio aumentaron desde menos del 20% hasta alrededor del 50%. Y el consumo de metales en Estados Unidos que cubre el reciclado ha aumentado del 33% en 1970 a casi el 50% en 1998.¹⁶

Sin embargo, este aumento del reciclado no ha frenado el incremento del uso de materiales en el mundo. Los países en desarrollo siguen industrializándose, y los países más prósperos no muestran señales de reducir el consumo global de materiales. En 1995, entraron en la economía global casi 10.000 millones de toneladas de material en forma de minerales para la industria y la construcción, metales, productos derivados de la madera y materiales sintéticos. Esto supone más del doble que en 1963, el primer año del que se dispone de datos globales para las principales categorías (véanse la Tabla 3-1 y el Gráfico 3-1). Las cifras globales del total real de material usado —incluidos los miles de millones

Tabla 3-1. Crecimiento de la producción mundial de materiales, 1960-1995

Material	Producción en 1995 ¹	Aumento sobre 1961-1963 ²
	(millones de toneladas)	(factor (de cambio))
Minerales ³	7.641	x 2,5
Metales	1.196	x 2,1
Productos madereros	724	x 2,3
Productos sintéticos ⁴	252	x 5,6
Todos los materiales	9.813	x 2,4

¹ Sólo producción comercializable; no incluye los flujos ocultos.

² Los datos de minerales y total de materiales son de 1963; los de productos forestales son de 1961.

³ No combustible.

⁴ Basados en combustibles fósiles.

Fuente: Véase nota 17 de este capítulo.

de toneladas que nunca han entrado en la economía, sino que se han quedado en las minas o en las fundiciones— representarían más del doble de este total.¹⁷

Las tendencias de la producción en la segunda mitad de este siglo varían en función del material y de la región del mundo. Desde 1960, los materiales basados en los combustibles fósiles, el principal de los cuales es el plástico, han aumentado a más del doble de velocidad que otras categorías de materiales importantes, en gran medida debido a su ligereza, versatilidad y bajo coste. Los metales aumentaron a un ritmo más lento, aunque de forma sustancial: en todo el mundo, la producción de metales se duplicó entre 1920 y 1950, y se ha cuadruplicado desde mediados de siglo. El uso de productos derivados de la madera ha crecido constantemente desde 1961 (véase también el Capítulo 4), pero en los países industrializados la tendencia es más compleja: en muchos casos, la madera ha sido sustituida por otros materiales, pero se ha disparado la producción de papel.¹⁸

Quizá las mayores variaciones de este siglo se encuentren en las diferentes regiones del mundo. Estados Unidos es el mayor consumidor de materiales de este siglo, y se alza por encima de cualquier otro país en su apetito de materias primas de todo tipo (véase la Tabla 3-2). El aumento multiplicado por 18 de su consumo de material desde 1900 es importante globalmente por dos motivos.

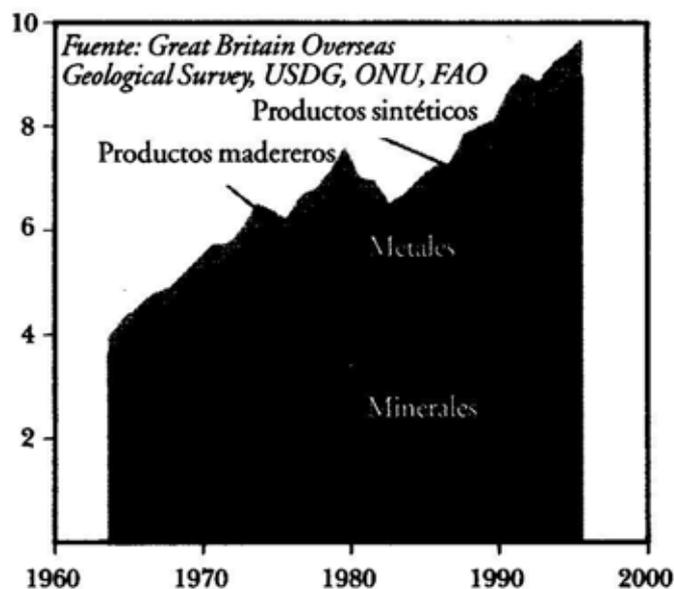


Gráfico 3-1. Producción mundial de materiales, 1963-1995

En primer lugar, Estados Unidos representa la mayor parte del total mundial, alrededor de un 43% en 1963 y el 30% en 1995. Y su poder económico e ideológico ha convertido el modelo económico de consumo elevado e intensivo de material en la vía de desarrollo que desean decenas de países y miles de millones de personas de todo el planeta.¹⁹

Hoy, los habitantes de Brasil, Chile y Corea del Sur compran nuevos aparatos de televisión a un ritmo comparable con el de los países industriales: aproximadamente entre 4 y 6 aparatos por cada 100 personas al año. En China, las compras de neveras, lavadoras y aparatos de televisión aumentaron entre 8 y 40 veces entre 1981 y 1985, lo que recuerda la demanda de bienes de consumo del Japón del decenio de 1960. Sin embargo, en conjunto, los países industriales, en los que vive aproximadamente el 20% de la población mundial, siguen devorando muchos más materiales y productos que los países en desarrollo y, por ejemplo, consumen al año el 84% del papel del mundo y el 87% de los automóviles.²⁰

Tabla 3-2. Crecimiento del consumo de materiales en EE UU, 1900-1995

Material	Crecimiento (factor de cambio)	Consumo 1995 (millones de toneladas)
Minerales	x 29	2.410
Productos madereros ¹	x 3	170
Metales	x 14	132
Productos sintéticos ²	x 82	131
Todos los materiales	x 18	2.843

¹ No combustible.

² Basados en combustibles fósiles

Fuente: Datos suministrados por Grecia Matos, Sección de Análisis de Minerales y Materiales, Estudio Geológico de Estados Unidos, Reston Va, 27 de julio de 1998.

La cara oculta del consumo

A principios de la década de 1990, los investigadores de la Universidad de la Columbia Británica comenzaron a medir la superficie de tierra necesaria para proporcionar recursos a las poblaciones nacionales (incluidos los importados) y la superficie necesaria para absorber sus residuos, y bautizaron esta superficie combinada con el nombre de «huella ecológica» de una población. En algunos países, Estados Unidos entre ellos, esta huella es mayor que la superficie del país, debido a su dependencia neta de las importaciones o a la sobreexplotación de los recursos o de la capacidad de absorción de residuos. De hecho, los investigadores determinaron que sostener el mundo entero en un nivel de uso de recursos estadounidense o canadiense exigiría la superficie de tres Tierras. El uso de materiales influye enormemente en el tamaño de la huella de una población: en el caso de Estados Unidos, según cálculos conservadores, los materiales representan más de una quinta parte de la superficie total de la huella (el consumo de combustibles fósiles y la producción de alimentos son otros elementos principales). Y otra investigación confiere aún mayor influencia a los materiales: si se toma como medida su peso, los materiales representan el 44% de los recursos que se consumen en Estados Unidos, el 58% en el caso de Japón y hasta el 68% en Alemania.²¹

En los daños medioambientales causados por la extracción, tratamiento y eliminación de materiales encontramos pruebas más directas de lo insostenible de la circulación actual de materiales. La demanda de productos de madera y papel —desde la madera para la construcción hasta el material para embalaje, pasando por la impresión de periódicos— sigue destruyendo bosques, lo que acarrea graves consecuencias para el medio ambiente. De hecho, el World Resources Institute calcula que la tala de bosques destinada a la obtención de productos de madera amenaza a más del 70% de los grandes bosques vírgenes intactos del mundo. Y en muchos lugares del planeta, las plantaciones de madera de una sola especie han sustituido a bosques centenarios, lo que tiene por consecuencia el empobrecimiento de la diversidad de especies, la introducción de insecticidas tóxicos y el desplazamiento de los habitantes locales.²²

Unos bosques saludables proporcionan servicios vitales al ecosistema, como el control de la erosión, el suministro de agua tanto en las estaciones lluviosas como en las secas y la regulación de la lluvia. La pérdida de estos servicios puede devastar las cuencas lo-

cales, como aprendió China en 1998, cuando la deforestación redujo la capacidad para retener el agua de las laderas de las colinas, lo que dejó la cuenca del río Yangtsé a merced de la peor inundación en más de 40 años. Los bosques también proporcionan el hábitat a una diversa selección de vida vegetal y animal; los bosques tropicales, por ejemplo, albergan a más del 50% de las especies del mundo. El impacto de la pérdida de estos ecosistemas vitales quedó de manifiesto en 1998, cuando la mayoría de los biólogos encuestados en Estados Unidos coincidía en que el mundo padece una extinción masiva, la primera desde que desaparecieron los dinosaurios, hace 65 millones de años. La relación entre estas catástrofes medioambientales y el aumento vertiginoso de la demanda de productos de madera y papel —especialmente en los países industriales— es cada vez más difícil de ignorar.²³

La extracción de minerales y metales también deja una huella medioambiental duradera y dañina. La minería exige sacar de la tierra tanto las rocas que llevan metal, lo que se conoce como mineral metalífero, como los terrenos de recubrimiento: la tierra y las rocas que lo cubren. Se utiliza muy poco de este material: para producir sólo una tonelada de cobre se excavan unas 110 toneladas de «terrenos de recubrimiento» y una cantidad equivalente de mineral metalífero (véase la Tabla 3-3). Por tanto, no resulta sor-

Tabla 3-3. Producción mundial de minerales y residuos, metales seleccionados, 1995

Metal	Mineral extraído (millones de toneladas)	Proporción de mineral que se convierte en residuos ¹ (porcentaje)
Hierro	25.503	60
Cobre	11.026	99
Oro ²	7.235	99,99967
Plomo	1.077	97,5
Aluminio	856	70

¹ No incluye sobrecarga.

² Datos de 1997.

Fuente: Véase nota 24 de este capítulo.

prendente que las cantidades de residuos que se generan sean enormes: en Canadá, los residuos de la minería son 58 veces superiores a sus residuos urbanos. De hecho, pocos recién casados podrían adivinar que sus dos alianzas de oro son responsables de seis toneladas de residuos en una mina de Nevada o del Kirguistán. Estos inconcebibles movimientos de material superan actualmente los de los sistemas naturales: solamente la minería erosiona anualmente más la superficie de la Tierra que la erosión natural provocada por los ríos.²⁴

Las minas utilizan sustancias químicas tóxicas como el cianuro, el mercurio y el ácido sulfúrico para separar el metal del mineral metalífero. Los desechos, el mineral lleno de toxinas que queda una vez separado el metal, se arrojan casi siempre directamente a lagos o ríos, lo que acarrea consecuencias devastadoras. Los desechos de la mina de Ok Tedi, en Papúa Nueva Guinea, por ejemplo, han diezmado la población de peces, cocodrilos, crustáceos y tortugas que un día habitaban en la corriente del río, que ahora anega los campos de sus márgenes con aguas ponzoñosas. Y los daños en las cuencas de los ríos han causado trastornos a la salud y a los medios de vida de los indígenas wopkamin.²⁵

Incluso cuando los residuos se almacenan en lugar de ser vertidos pueden producirse derrames tóxicos. En 1998, en España, la rotura de un depósito de desechos provocó el vertido de 5 millones de metros cúbicos de sedimentos de minería sobre 2.000 hectáreas de tierras de cultivo y acabó con la vida de peces y otros animales del vecino parque nacional de Doñana, patrimonio de la humanidad. En Estados Unidos, la minería contribuye a la contaminación de más de 19.000 kilómetros de ríos y arroyos, algunos de forma casi permanente. La mina de Iron Mountain, en el norte de California, sigue filtrando sustancias contaminantes a los arroyos vecinos y al río Sacramento más de 35 años después de su clausura. El agua río abajo de la mina tiene una acidez 10.000 veces superior a la de una batería de un automóvil. La zona está actualmente clasificada como lugar de alta prioridad para limpieza, pero si ésta fracasa, los expertos calculan que, con el ritmo actual, las filtraciones continuarán como mínimo durante 3.000 años antes de que se agote la fuente de contaminación. El Centro de Política Mineral, con sede en Estados Unidos, calcula que el gobierno estadounidense tendrá que invertir entre 32.000 y 72.000 millones de dólares para limpiar los daños tóxicos que han dejado miles de minas abandonadas en todo el país.²⁶

La actividad industrial de este siglo ha causado la emisión de millones de toneladas de plomo, zinc y cobre al medio ambiente; las emisiones industriales globales de plomo superan actualmente 27 veces los índices naturales. Las repercusiones de esta contaminación son graves: toda la zona situada a 15 kilómetros a la redonda de los antiguos altos hornos en la ex Unión Soviética, por ejemplo, está totalmente desprovista de vegetación debido a la contaminación de metales. La exposición al mercurio, que utilizan casi todos los mineros de la cuenca amazónica y del África occidental, aumenta el riesgo de padecer cáncer y puede dañar los riñones y el sistema nervioso. Y se sabe que el plomo, una neurotoxina, atrofia el desarrollo intelectual de los niños.²⁷

La extracción y el tratamiento de recursos degradan el medio ambiente también de forma indirecta. En Estados Unidos, solamente el tratamiento y la fabricación de materiales representaba el 14% del consumo de energía del país en 1994. La mayor parte de esta energía se genera con la quema de combustibles fósiles, lo que hace que productos cotidianos estén implicados en el cambio del clima global. Además, la producción de cemento aporta alrededor del 5% de las emisiones de carbono del mundo, lo que contribuye asimismo al cambio climático.²⁸

A lo largo de este siglo, la química moderna ha introducido nuevas sustancias químicas sintéticas, a menudo con consecuencias desconocidas, en los rincones más remotos del mundo. En 1995, un grupo de científicos que estudiaban el alcance global de los pesticidas organoclorados informaron de que casi todos los que estudiaron eran «ubicuos a escala global». Otras pruebas respaldan esta conclusión: unos investigadores que buscaban métodos de control de la población humana libres de contaminación química estudiaron a los pueblos nativos del Ártico canadiense, para encontrarse con que hasta estos pueblos remotos eran portadores de contaminantes químicos a niveles superiores a los de los habitantes de St. Lawrence, Canadá, núcleo original de la investigación. Las sustancias químicas habían llegado a los indígenas a través del viento, del agua y de los alimentos.²⁹

Parte de la causa de este preocupante hecho es que muchos productos químicos no pueden controlarse una vez emitidos al medio ambiente. Los clorofluorocarbonos, por ejemplo, que se han utilizado durante mucho tiempo como refrigeradores y disolventes, han contribuido a la desaparición del ozono de la estratosfera. Una gran proporción de los pesticidas que se utilizan en la agricultura

—aproximadamente entre el 85 y el 90%— nunca llega a sus objetivos, sino que se dispersa por el aire, el suelo y el agua, y a veces se fija en los tejidos adiposos de los animales y las personas.³⁰

Muchos productos químicos sintéticos no son sólo ubicuos, sino que además tienen una larga vida. Los agentes contaminantes orgánicos persistentes, como los que se utilizan en los cables eléctricos o los pesticidas, permanecen activos en el medio ambiente mucho después de haber servido a su propósito original. Dada la lentitud con que se degradan, estos contaminantes se acumulan en los tejidos adiposos al entrar en la cadena alimentaria. Se ha demostrado que provocan trastornos en los sistemas endocrino y reproductor —por ejemplo, han aparecido en los diminutos genitales de las tortugas de Florida—, muchas veces una generación o más después de la exposición. La tardanza en la aparición de los efectos sobre la salud de estos contaminantes suscita interrogantes sobre la prudencia de depender tanto de decenas de miles de productos químicos sintetizados nuevos cuyos efectos apenas se comprenden. Y la larga lista de incógnitas que rodean a los agentes contaminantes orgánicos persistentes sólo es un pequeño indicio de nuestra ignorancia en el campo de la química. Según la Academia Nacional de la Ciencias estadounidense, no existe información suficiente ni siquiera para realizar una evaluación parcial de las consecuencias para la salud del 95% de las sustancias químicas que existen en el medio ambiente.³¹

El espectacular aumento desde mediados de siglo de otro material muy difundido, los fertilizantes nitrogenados, junto con el aumento de la quema de combustibles fósiles, ha convertido al ser humano en el principal productor de nitrógeno fijado (la forma en que pueden utilizarlo las plantas) del planeta, lo que eleva de forma sustancial la fertilidad de la Tierra. Pero esta fertilidad imprevista favorece a algunas especies a expensas de otras. Los pastos de Europa y Norteamérica, por ejemplo, tienen actualmente una menor diversidad biológica, ya que la sedimentación del nitrógeno ha permitido que unas cuantas variedades —a menudo especies invasivas— superen en número en detrimento de muchas otras. Y las floraciones de algas en aguas tan diversas como el mar Báltico, la bahía de Chesapeake y el golfo de México —como resultado de los residuos de fertilizantes— han provocado la muerte de peces y camarones, ya que las algas privan a otras especies de las existencias de oxígeno del agua, que son limitadas. Los científicos apenas empiezan a comprender todos los efectos que con-

lleva la perturbación de la circulación global de nitrógeno, uno de los cuatro elementos principales (junto con el carbono, el azufre y el fósforo) que lubrican los sistemas planetarios fundamentales.³²

Durante este siglo se han desechado montañas de materiales, normalmente de la forma más barata posible. En una encuesta sobre residuos de la Organización Marítima Internacional realizada en 1991 en más de 100 países, más del 90% de los que respondieron afirmaron que el vertido incontrolado de residuos industriales era un problema. Casi dos terceras partes declararon que arrojaban residuos industriales peligrosos en lugares incontrolados, y casi una cuarta parte respondió que vertía residuos industriales en el océano. El tratamiento despreocupado de los residuos industriales ha tenido terribles consecuencias para el medio ambiente, la salud y la economía en gran parte del mundo. Los informes indican que la cuarta parte de la población rusa, por ejemplo, vive en zonas donde las concentraciones de contaminación superan 10 veces los criterios de calidad. En Estados Unidos, hay alrededor de 40.000 emplazamientos de residuos peligrosos cuya limpieza tiene alta prioridad, y la Agencia de Protección Ambiental calcula que la limpieza de sólo los 1.400 más prioritarios costará 31.000 millones de dólares.³³

Por último, los residuos sólidos urbanos —una cantidad relativamente pequeña, pero destacada, de los residuos— provocan sus propios problemas. En los países en desarrollo, este material se vierte muchas veces en terrenos situados cerca de las ciudades, a veces en barriadas superpobladas, donde atrae a ratas y otras alimañas que suponen un peligro para la salud de los habitantes más próximos. En los países industriales, lo habitual es que el material sea llevado a los vertederos o incinerado, en cualquier caso con consecuencias para el medio ambiente. Por ejemplo, a menos que estén revestidos, los vertederos filtran a menudo jugos ácidos al terreno, contaminando así las aguas subterráneas. Y la materia orgánica en descomposición de los vertederos genera muchas veces metano, un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global 21 veces superior al anhídrido carbónico. El metano se aprovecha a veces para usos energéticos, pero ésta no es la práctica habitual. Los vertederos son responsables de la tercera parte de las emisiones de metano en Estados Unidos, y del 10% de las emisiones de metano de origen humano del mundo.³⁴

La incineración, un método común de eliminación de residuos, también conlleva una larga cadena de desventajas. Las incine-

Tabla 3-4. Consumo mundial hipotético de materiales en 1995, basado en los niveles de consumo per cápita de EE UU

Material	Aumento si el mundo consume según los niveles de EE UU (factor de cambio)
Minerales ¹	x 7
Metales	x 2
Productos madereros ¹	x 5
Productos sintéticos ²	x 11
Total	x 6

¹ No combustible.

² Basados en combustibles fósiles.

Fuente: Grecia Matos, Sección de Análisis de Minerales y Materiales, USGS, Reston Va, 27 de julio de 1998; Naciones Unidas, *World Population Prospects: Tje 1996 Revision*, Nueva York, 1996; Oficina del Censo de EE UU, *International Data Base*, base de datos electrónica, Suitland, MD, actualización del 15 de junio de 1998.

radoras de residuos urbanos son la mayor fuente de emisiones de mercurio en el nordeste de Estados Unidos y generan casi la mitad de todas las emisiones inducidas por el ser humano de dicha región. Y aunque este método reduce una gran cantidad de residuos, aumenta las emisiones de dioxina, un agente contaminante orgánico persistente, y generalmente concentra la toxicidad en los peligrosos residuos restantes.³⁵

A medida que aumenten los países que aplican de forma agresiva el modelo económico de consumo intensivo de materiales, se multiplicarán los episodios de destrucción del medio ambiente. De hecho, si todo el mundo consumiera materiales con la misma intensidad que el estadounidense medio, el uso de éstos se multiplicaría y los daños al medio ambiente aumentarían cuando menos de forma proporcional (véase la Tabla 3-4). En algunos casos, el aumento de los daños podría superar el del uso de materiales. Por citar un solo ejemplo, a medida que disminuya la calidad del mineral metalífero en el siglo XXI, se generarán más residuos por tonelada de metal obtenido que hace 100 años.

Una revolución material

Los problemas medioambientales asociados al uso intensivo de materiales desembocaron, a principios de la década de 1990, en diversos llamamientos a la «desmaterialización» de los países industriales, es decir, a reducir los materiales necesarios para prestar los servicios que la gente desea. Utilizando cálculos que muestran que los flujos globales de materiales inducidos por el hombre duplican los flujos naturales, unos investigadores alemanes recomendaron en 1993 que se redujeran a la mitad los flujos globales de materiales. Pero teniendo en cuenta que la mayoría de los países en desarrollo necesitan aumentar los flujos de material sólo para satisfacer las necesidades básicas de la gente, los investigadores llegaban a la conclusión de que la reducción global del uso de material tendría que depender de los mayores consumidores del mundo, es decir, de los países industrializados. De hecho, según los cálculos de estos investigadores, esta responsabilidad implica una disminución del 90% del uso de materiales en los países industrializados en los próximos 50 años.³⁶

Este alentador cálculo no pretende servir de receta para introducir reducciones en todos los tipos de material. Puede que algunos materiales, especialmente los tóxicos, tengan que ser eliminados del todo, mientras que otros podrán utilizarse de forma sostenible con niveles de reducción inferiores al 90%. Pero los cálculos son lo suficientemente verosímiles como para que muchas autoridades los tomen en serio, especialmente en Europa. Austria ha incorporado a su Plan Nacional de Medio Ambiente una reducción «Factor 10» (del 90%), y los gobiernos holandés y alemán, junto con la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) han expresado asimismo su interés por lograr reducciones radicales.³⁷

¿Cómo pueden alcanzarse unos niveles tan gigantescos? Hay quien sostendrá que las reducciones de material se producirán de forma natural a medida que la economía madure. De hecho, desde 1970, cuando se hizo el primer seguimiento del uso global de materiales, el uso de materiales por dólar de producto bruto mundial ha disminuido en un 18%. Aunque la disminución es bastante pequeña —y quedó totalmente anulada por los aumentos del uso total de materiales y del uso de materiales por persona—, los factores que lo propiciaron sí ofrecen una base para introducir reducciones radicales en las próximas décadas.³⁸

Tabla 3-5. Ganancias en la eficiencia de materiales de productos seleccionados y factores que reducen las ganancias

Producto	Ganancias de eficiencia	Factores que reducen las ganancias de eficiencia
Plásticos en automóviles	El uso de plásticos en automóviles de EE UU aumentó un 26% entre 1980 y 1994, sustituyendo al acero en muchos usos y reduciendo el peso del automóvil en un 6%.	Los automóviles contienen 25 plásticos químicamente incompatibles que, a diferencia del acero, no puede ser reciclados fácilmente. Por tanto, la mayoría de los plásticos de los vehículos acaban en los vertederos.
Botellas y latas	Las latas de aluminio pesan actualmente un 30% menos que hace 20 años.	Las latas sustituyeron a un producto ambientalmente superior: las botellas rellenables; el 95% de los envases de soda de los Estados Unidos eran rellenables en 1960.
Baterías de plomo	Una batería de automóvil típica usaba 12 kg de plomo en 1974, pero sólo 8 kg en 1994, con mejor rendimiento.	Las ventas interiores de baterías en EE UU aumentaron un 76% en el mismo periodo, contrarrestando con creces las ganancias en eficiencia.
Neumáticos radiales	Los neumáticos radiales son un 25% más ligeros que los neumáticos de pliegue sesgado, y duran el doble.	Los neumáticos radiales son más difíciles de recauchutar. Las ventas de neumáticos recauchutados para automóviles de pasajeros descendieron un 52% en los Estados Unidos entre 1977 y 1997.
Teléfonos móviles	El peso de los teléfonos móviles se redujo en un 1.000% entre 1991 y 1996.	Los abonados del servicio de telefonía celular se multiplicaron por más de 8 en el mismo periodo, casi contrarrestando las ganancias derivadas del menor peso. Además, los teléfonos móviles no sustituyeron típicamente a los viejos teléfonos, sino que se añadieron al inventario telefónico de una familia.

Fuente: Véase nota 40 de este capítulo.

Al igual que ha sucedido con la mayoría de los incrementos de rendimiento en las economías industriales desde la Revolución Industrial, la modesta disminución de la intensidad en el uso de los materiales a partir de 1970 fue en gran medida una consecuencia no prevista de otros cambios económicos y sociales. En los países industriales, se habían terminado de construir la mayoría de las carreteras, viviendas, puentes y otras obras importantes de infraestructura; los materiales pesados fueron sustituidos por otros más ligeros; comenzaron los programas de reciclado y las empresas de servicios como bancos, restaurantes y compañías de seguros —cuyos «productos» utilizan de forma menos intensiva los materiales que los que salen de las fábricas— pasaron a dominar una gran parte de la economía.³⁹

Sin embargo, dado que el objetivo de estas iniciativas no era el ahorro de material, los beneficios incidentales obtenidos hasta la fecha sólo ofrecen una muestra indirecta de las posibilidades de la reducción. La infraestructura no está diseñada para que dure siglos, como lo fueron en su época los castillos y las catedrales, y había que sustituirlas con más frecuencia. Los beneficios materiales de la utilización de productos más ligeros se vieron contrarrestados muchas veces por otros factores, especialmente el aumento del consumo (véase la Tabla 3-5). El reciclado se limitaba a materiales en su mayoría puros y de fácil recogida y para los que ya existía un mercado. Y las empresas de servicios, aunque no son grandes productoras de materiales, a menudo fomentan el uso de materiales, ya sea mediante su comercialización o mediante su financiación —como es el caso de los minoristas y de las instituciones financieras— o mediante el propio consumo voraz de materiales: la industria de la construcción y los servicios de suministro de agua, por ejemplo, utilizan enormes cantidades de materiales. En resumen, aunque aumentó el rendimiento, el uso total de materiales siguió incrementándose.⁴⁰

De hecho, desde una perspectiva medioambiental, lo que importan son los niveles absolutos de uso de materiales. A los escarabajos y a los monos araña de los bosques de Sudamérica les da igual que los árboles que pierde su hábitat se conviertan en millones o en miles de periódicos. Desde su punto de vista, la pérdida del hábitat no se amortigua con una mayor eficiencia del uso del material. Las reducciones en la intensidad del uso, aunque importantes, son siempre insuficientes si el aumento del consumo es superior y exige la tala continua de bosques, la apertura de nuevas minas y la contaminación del aire y del agua.

Así pues, no parece probable que la «desmaterialización natural» conlleve reducciones globales del uso de materiales. Pero incluso las iniciativas deliberadas podrían ser insuficientes si no se hace nada por cambiar las estructuras industriales existentes. La OCDE calcula que, en las condiciones actuales de mercado y con las políticas ambientales vigentes, las empresas de los países industrializados pueden hacer reducciones rentables en el uso de material (y de energía) de entre el 10 y el 40%. La organización cita un estudio de 150 empresas en Polonia, por ejemplo, que demuestra que sólo la modernización de los equipos podría reducir los residuos en un 30%. Estas reducciones, aunque bienvenidas, dejarían esencialmente intactos los sistemas industriales, con su dependencia de materiales vírgenes y la generación masiva de residuos. Teniendo en cuenta el pronóstico de un 150% de expansión de la economía global en el año 2020 y la necesidad de los países en desarrollo de salir de la pobreza, se precisará de ideas revolucionarias para lograr reducciones de conjunto en el uso de materiales y no sólo beneficios relativos en eficiencia.⁴¹

Por este motivo, algunos analistas predicen un cambio total de las economías industriales. Muchos utilizan como modelo el mundo natural y prevén economías que funcionan con poco material virgen, que no introducen materiales dañinos en el aire, el suelo o la tierra y que no generan residuos que no puedan utilizarse en otra parte de la economía o no puedan ser absorbidos sin riesgos y fácilmente por el medio ambiente. No está claro si puede lograrse del todo una puesta a punto sistemática de este calibre, pero existen una serie de iniciativas que podrían aproximar mucho más un mundo así a la realidad.⁴²

Un factor clave para las reducciones radicales en el uso de materiales es cortar sus lazos con la actividad económica. Quizá el paso más revolucionario en esta dirección sea cambiar a una auténtica economía de servicios. A diferencia de las empresas de servicios actuales, que a menudo fomentan los excesos de materiales, la baja producción de materiales sería el núcleo de una economía de servicios rediseñada. Las empresas obtendrían sus beneficios no con la venta de productos (como lavadoras o automóviles), sino facilitando los servicios que actualmente proporcionan dichos productos (un cómodo lavado de ropa o transportes). Serían responsables de todos los materiales y productos utilizados para proporcionar sus servicios, así como del mantenimiento de dichos productos y de recuperarlos al término de su vida útil. Las empre-

sas de servicios tendrían, por tanto, un gran incentivo para hacer productos que duren y que sean fáciles de reparar, mejorar, desmontar y reutilizar o reciclar.⁴³

De hecho, muchas empresas proveedoras de servicios se convertirían en arrendadoras de productos en lugar de vendedoras. La compañía Xerox es uno de los ejemplos más conocidos. La empresa alquila actualmente la mayoría de sus fotocopiadoras para oficinas como parte de un nuevo plan: proporcionar servicios de documentación en lugar de vender fotocopiadoras. Este proyecto ha dado a Xerox un fuerte incentivo para potenciar al máximo el uso de sus máquinas; entre 1992 y 1997, Xerox duplicó el número de copadoras que se refabricaban —hasta un 28%—, una estrategia que, afirma, evitó que 30.000 toneladas de material procedente de máquinas devueltas terminasen en los vertederos, solamente en 1997. Cada máquina refabricada reúne los mismos requisitos y tiene la misma garantía que una nueva. La compañía apenas acaba de empezar a implantar el programa; las previsiones son de aumentar en último término la proporción de máquinas refabricadas hasta un 84%, y la proporción de material reciclado al 97%.⁴⁴

Algunos servicios ahorrarían materiales eliminando productos que pasan la mayor parte del tiempo inactivos. Un estudio calcula que en un periodo de tiempo determinado, el uso de los servicios de lavandería en lugar de las lavadoras domésticas podría reducir entre 10 y 80 veces los recursos consumidos por lavado, dependiendo de cómo se elimine el material. Si acaba en un vertedero, por ejemplo, las lavadoras domésticas serían 80 veces más intensivas en material que las máquinas de las lavanderías; si se desmontan perfectamente y se reciclan, las lavadoras domésticas seguirían utilizando 10 veces más material por lavado. El ejemplo también ilustra el poder de los esfuerzos realizados en la fase inicial, y no en la final, que es algo que ha venido caracterizando el reciclado hasta ahora. Aunque puede que la colada sea una tarea que los consumidores prefieran seguir haciendo en casa (una opción que aún podría asumir una empresa de servicios, si la máquina fuese alquilada), hay multitud de otros productos de uso infrecuente —cortacéspedes, por ejemplo— que podría proporcionar una empresa de servicios.⁴⁵

En esencia, los proveedores de servicios sustituyen algunos materiales por inteligencia o mano de obra. A medida que se desarrolle la revolución informática, podrá utilizarse la tecnología digital —básicamente inteligencia incorporada— para dar nueva

vida a productos que en seguida se quedan obsoletos, como cámaras y televisores. Mejorando las capacidades del producto con la sustitución de un microprocesador, puede evitarse que cajas, lentes, tubos de imagen y otros componentes que están en perfecto estado acaben prematuramente en el vertedero. De forma similar, se puede utilizar la mano de obra para ampliar la vida útil de los productos: los proveedores de servicios necesitan trabajadores para desmontar, reparar y reconstruir los bienes que alquilan, lo que ahorra material y aumenta el empleo al mismo tiempo.

Sin embargo, quizá haya que resolver algunas cuestiones antes de pasar a una economía de servicios. Podría haber efectos sociales imprevistos. ¿Qué ocurriría con las personas de ingresos bajos, por ejemplo, cuando se agoten los productos de segunda mano a medida que se alquilen más bienes? Una economía de servicios podría arrebatarnos una estrategia de supervivencia fundamental, obligándonos a pagar alquileres mensuales o eliminando del todo el uso de productos duraderos. Pero podrían utilizarse las subvenciones que reciben actualmente poderosos productores de materiales —lo que alienta el derroche de materiales— para financiar el acceso a los servicios esenciales. Otro motivo de preocupación es que el alquiler de productos pueda marginar a las empresas más pequeñas en favor de las que integran de forma vertical el diseño, la fabricación y la reparación de productos. Prevenir estas desigualdades será un desafío para las sociedades que vayan a dar el salto a una economía de servicios.⁴⁶

La puesta al día de los esfuerzos encaminados al reciclado ofrece la posibilidad de reducir aún más la cantidad de materiales de una economía de servicios. Por ejemplo, el ámbito del reciclado se está ampliando más a medida que los productos se diseñan teniendo en cuenta el reciclado. Ahora muchas cajas de ordenadores se fabrican con un solo material, y no se utilizan pegamentos, pinturas ni amalgamas que puedan obstaculizar el reciclado. Los fabricantes de automóviles y de aparatos de televisión hacen cada vez más que sus productos sean fáciles de desmontar. El ambicioso plan de Xerox de refabricar el 84% de sus copiadoras es posible porque en 1997 la compañía comenzó a utilizar máquinas de nuevo diseño, fáciles de desmontar. La adopción general de estas iniciativas de «diseño para el medio ambiente» podría fomentar los índices de reciclado en toda la economía: en la actualidad, en Estados Unidos, sólo se recicla el 17% de estos productos duraderos.⁴⁷

Con los incentivos adecuados, son posibles reducciones de materiales aún mayores. En Alemania, una revolucionaria ordenanza sobre residuos de embalaje que entró en vigor a principios de 1993 hace a los fabricantes responsables de casi todo el material de embalaje que generan. La nueva ley hizo aumentar de forma espectacular el índice de reciclado de embalajes, que pasó del 12% en 1993 al 86% en 1997. La recogida de plásticos, por ejemplo, aumentó casi 19 veces, pasando de las 30.000 toneladas en 1991 a 567.000 toneladas en 1997. Y lo que es aún mejor, la ley dio a los fabricantes un fuerte incentivo para reducir el uso de embalajes, que entre 1991 y 1997 disminuyó un 17% en familias y pequeñas empresas. El uso de embalajes secundarios —envases exteriores como la caja que envuelve el tubo de pasta dentífrica— ha disminuido especialmente. Varios países, como Austria, Francia y Bélgica, han adoptado leyes similares.⁴⁸

Otras iniciativas creativas podrían ampliar el reciclado en las propias fábricas. Un pequeño grupo de industrias de Kalundborg, Dinamarca, defiende el concepto de la simbiosis industrial, según el cual los vertidos inutilizables de cada fábrica se convierten en aportes para otras. El agua caliente de la central eléctrica de Kalundborg es utilizada por una piscifactoría vecina, los fangos de la piscifactoría fertilizan tierras de cultivo, y las cenizas volantes de la central eléctrica se utilizan para fabricar cemento. El plan hace que las empresas se ahorren millones de coronas en costes de materias primas, y evita el depósito de más de 1.300.000 toneladas de residuos anuales en los vertederos o su vertido en el océano, así como unas 135.000 toneladas de emisiones de carbono y azufre en la atmósfera. Lo alentador es que esta idea no se limita al mundo industrial. Un sistema similar de Fiji une una fábrica de cerveza, una granja de champiñones, un criadero de pollos, estanques de peces, jardines hidropónicos y una unidad de producción de gas metano, todos ellos a pequeña escala. También se han puesto en marcha otros esfuerzos para reducir los residuos en lugares tan diferentes como Namibia y Carolina del Norte.⁴⁹

Del mismo modo que los residuos pueden reciclarse y reutilizarse, también se puede replantear con imaginación la eficiencia de los materiales. Si la eficiencia se mide no sólo en la puerta de la fábrica, sino a lo largo de toda la vida del producto, cobran repentina importancia características como la durabilidad y la capacidad de reutilización. Por ejemplo, puede que duplicar la vida útil de un automóvil no suponga ningún aumento de la eficiencia de

los materiales en la fábrica, pero reduce a la mitad tanto los recursos empleados como los residuos generados en cada desplazamiento durante toda la vida del vehículo, lo que supone un evidente incremento de la eficiencia de los recursos. Reconociendo esto, muchas empresas están aumentando la durabilidad de los productos que emplean. Toyota, por ejemplo, empezó a utilizar en 1991 contenedores para el transporte totalmente reutilizables, cada uno de los cuales puede durar 20 años. Una iniciativa similar de Xerox hace que la compañía ahorre todos los años entre 2 y 5 millones de dólares. Avances como éstos, ampliados a toda la economía, reducirían enormemente los desperdicios de envases y embalajes, que representan cerca del 30% de los residuos de los vertederos estadounidenses.⁵⁰

La vida de los productos también se prolonga con la refabricación, la reparación y la reutilización de los bienes utilizados. En casi todos los casos, estas estrategias son más eficientes en material y energía, y generan menos residuos que la producción de materiales vírgenes. Y las opciones de la refabricación y la reparación de productos crean más empleo que su eliminación. El Instituto para la Independencia Local, con sede en Washington D.C. calcula que la reparación y renovación de ordenadores crean aproximadamente 68 veces más puestos de trabajo que la gestión de un vertedero. Sin embargo, los costes de la mano de obra también encarecen la reparación y la refabricación; si este enfoque va a afectar a toda la economía, probablemente será necesaria una reestructuración de los costes relativos de capital y mano de obra.⁵¹

La adopción generalizada de estas medidas «3R» sería una medida nostálgica para algunos consumidores. La mayoría de los abuelos de los países industriales pueden recordar una economía en la que se reutilizaban las botellas de leche y otros envases de bebidas, se ponían suelas a los zapatos y se remendaba la ropa, y se reconstruían las máquinas. Puede que algunos recuerden que se recuperaron todos los barcos estadounidenses que se hundieron en Pearl Harbor menos dos, y se volvieron a poner en servicio, en parte debido al ahorro de tiempo y material que esta opción ofrecía. El hecho de que estas prácticas les parezcan revolucionarias a las nuevas generaciones de consumidores es un reflejo de lo mucho que se han alejado las economías industriales del uso cuidadoso de los recursos materiales.⁵²

La sustitución de materiales puede hacerse más segura introduciendo estrictos criterios medioambientales en las estrategias de sus-

titución. Dado que el uso de materiales no renovables —especialmente petroquímicos— es en última instancia insostenible, algunos analistas mantienen que deberían ser reemplazados por materiales derivados de la biomasa, lo que haría que las economías se desplazasen desde una base de «hidrocarburos» a otra de «carbohidratos». Los materiales biodegradables fabricados con almidón vegetal, aceites y enzimas pueden sustituir a los materiales sintéticos y eliminar consecuencias tóxicas. Las enzimas han reemplazado a los fosfatos en el 90% de todos los detergentes en Europa y Japón, y en la mitad de los de Estados Unidos. Los aceites vegetales pueden sustituir a los minerales en pinturas y tintas: tres de cada cuatro diarios estadounidenses utilizan ahora tintas biodegradables derivados de la soja. Y el almidón o la caña de azúcar puede sustituir al petróleo en la fabricación de plásticos.⁵³

Sin embargo, la viabilidad de este cambio sigue siendo cuestionable, especialmente debido a las necesidades de tierras en un mundo donde escasean cada vez más las tierras de cultivo. Algunos analistas sostienen que los residuos agrícolas y derivados de la fabricación de pasta pueden proporcionar forrajes secos suficientes para desplazar a los materiales petroquímicos. Como mínimo, los materiales vegetales son una forma prometedora de reducir muchos de los peligros para el medio ambiente y la salud asociados con los materiales fabricados a partir del petróleo.⁵⁴

Al igual que ya ha ocurrido en el pasado, el aumento del rendimiento de una economía ligera de materiales podría verse anulado por un incremento del consumo, lo que haría que continuase el deterioro del medio ambiente. Por tanto, hay que implicar a los consumidores si se quieren introducir reducciones reales en el uso de materiales. Otra idea que podría limitar el consumo de materiales, fomentar el espíritu comunitario, ahorrar dinero y satisfacer las necesidades de las personas es la utilización compartida de bienes. Los planes de utilización compartida de vehículos de Berlín, Vancouver y otras ciudades ponen los automóviles a disposición de personas que no poseen ninguno. Los participantes utilizan el transporte público, las bicicletas o caminan para cubrir la mayor parte de sus necesidades de transporte, pero recurren al automóvil cuyo uso comparten para desplazamientos especiales. En Suiza, donde la utilización compartida de automóviles ha aumentado de manera exponencial en los últimos diez años, miles de personas han renunciado a sus vehículos y recorren ahora menos de la mitad de la distancia que recorrían anualmente antes del cam-

bio. Quienes utilizan estos planes afirman que han mejorado su nivel de vida y que su movilidad personal es más flexible, sin la tensión de poseer un automóvil. Se calcula que si se cubren todas las posibilidades del mercado del uso compartido de automóviles, se eliminarían 6 millones de vehículos de las ciudades europeas.⁵⁵

Otra iniciativa imaginativa de uso compartido son las «bibliotecas de herramientas» patrocinadas por los ayuntamientos de Berkeley (California) y Takoma Park (Maryland), en Estados Unidos. Los participantes tienen acceso a una amplia gama de herramientas eléctricas y manuales, lo que supone una alternativa ligera en material a ser propietario de las mismas, especialmente útil para personas que sólo las utilizan de forma ocasional.⁵⁶

Cambio de marcha

Poner a punto las prácticas respecto de los materiales exigirá adoptar medidas que alejen las economías de los bosques, las minas y los yacimientos de petróleo como fuente primaria de material, y de los vertederos e incineradoras como opciones baratas para deshacerse de los residuos. Por el contrario, hay que animar a empresas y consumidores a que reduzcan su dependencia de materiales vírgenes y aprovechen el rico flujo de recursos que actualmente se derrochan mediante la reutilización, la refabricación o el uso compartido, o mediante el reciclado de materiales.

Probablemente la medida política más importante en este sentido sea la supresión de las subvenciones que hacen que los materiales vírgenes parezcan baratos. Ya sea en forma de pagos directos o de regalos de recursos, la ayuda que se presta a las empresas mineras y madereras hace que los materiales vírgenes sean artificialmente atractivos para los fabricantes. En Estados Unidos, la Ley Minera de 1872 de infausta memoria sigue dando a las empresas mineras acceso a terrenos públicos por sólo 12 dólares la hectárea, sin exigir el pago de regalías ni la limpieza de los emplazamientos mineros. Su efecto es que se fomenta el uso de materiales vírgenes a expensas de alternativas como el reciclado. Si cierran el grifo de las subvenciones para las actividades de extracción, los políticos podrán obtener un doble beneficio: Los beneficios para el medio ambiente serían sustanciales, dado que la mayor parte de los daños provocados por los materiales al medio ambiente se producen en la fase de extracción. Y las arcas públi-

cas se enriquecerían con los pagos que deberán hacer las explotaciones mineras y madereras que siguieran abiertas.⁵⁷

Al igual que la extracción de materiales vírgenes, la generación de residuos también puede reducirse sustancialmente, e incluso de forma casi total en algunas industrias y ciudades. Según algunas compañías, se han logrado niveles de residuos casi nulos en ciertas instalaciones. El ayuntamiento de Canberra, en Australia, sigue una estrategia para llegar a la meta de «cero residuos en el año 2010». Y los Países Bajos se han fijado como objetivo nacional la reducción de entre un 70 y un 90% de los residuos. Un instrumento fundamental para alcanzar estos objetivos tan ambiciosos es gravar los residuos en todas sus formas, desde las emisiones de humo de las fábricas hasta los residuos sólidos de los vertederos. Los impuestos por contaminación en los Países Bajos, por ejemplo, fueron los principales responsables de una reducción de entre el 72 y el 99% de los vertidos de metales pesados en los ríos entre 1976 y mediados de la década de 1990. En Dinamarca, los elevados impuestos sobre el uso de los vertederos han hecho que, en ocho años, la reutilización de los residuos procedentes de la construcción haya aumentado del 12 al 82%, un porcentaje bastante más elevado que el 4% de la mayoría de los países industriales. Este impuesto podría inducir enormes ahorros de material en Estados Unidos, por ejemplo, donde se prevé que entre los años 2000 y 2020 se utilizarán materiales en cantidad superior al total empleado el siglo anterior.⁵⁸

En cuanto a los consumidores, los impuestos por residuos pueden adoptar la forma de un aumento de las tasas por recogida de basuras o, aún mejor, de cuotas que se calculen basándose en la cantidad de basura generada. Las ciudades que han introducido este sistema se han beneficiado de una reducción sustancial de la generación de residuos. Los programas «Paga lo que tiras», en los que se grava a los ciudadanos por la bolsa o el volumen de basura, ilustran el efecto directo de los impuestos sobre los residuos. Dover, en Nueva Hampshire, y Crockett, en Texas, por ejemplo, redujeron las basuras domésticas cerca del 25% en cinco años tras la introducción de estos programas. Estas iniciativas son más efectivas cuando van unidas a programas de reciclado «en aceras»: la gente recicla más si se gravan las basuras. De las 17 comunidades estadounidenses con mayores índices de reciclado, once tienen este tipo de sistema.⁵⁹

Una variante de los impuestos por residuos es la fianza reem-

bolsable: en esencia, un impuesto temporal que se reembolsa al ciudadano cuando se devuelve el material gravado. En Dinamarca, las elevadas fianzas por las botellas de vidrio reutilizables han dado enormes beneficios: los índices de devolución están alrededor del 98-99%, lo que significa que las botellas podrían reutilizarse entre 50 y 100 veces.⁶⁰

Algunos residuos son tan peligrosos que, para garantizar su control, puede que sea necesario regularlos en lugar de gravarlos. La prohibición en Estados Unidos de las emisiones de plomo, que dañan el desarrollo intelectual de los niños, es uno de estos casos. De forma similar, la retirada progresiva internacional de las sustancias perjudiciales para el ozono ha reducido sustancialmente su uso; un 88% en el caso de los clorofluorocarbonos, sustancias químicas que eran habituales en neveras y aparatos de aire acondicionado hace tan sólo unos años. También se está negociando una supresión paulatina internacional de 12 agentes contaminantes orgánicos persistentes. Cuando los costes humanos y medioambientales del uso de materiales concretos son demasiado elevados, puede que la prohibición sea la única forma de reducir efectivamente la amenaza que suponen.⁶¹

A medida que se vaya frenando la extracción de materiales, la eliminación de residuos y la emisión de sustancias tóxicas, comenzarán a aumentar los incentivos para cambiar a nuevos modos de producción y de consumo. Pero existen otras iniciativas gubernamentales que también pueden facilitar el cambio. Si, por ejemplo, se considerase a los fabricantes legalmente responsables de los materiales que utilizan durante toda la vida de esos materiales, tendrían un fuerte incentivo para reducir el uso al mínimo y hacer que los materiales que siguen utilizando sean duraderos y reciclables. Unos 28 países han introducido leyes para la «recuperación» de los materiales de embalaje, 16 lo han hecho para la recuperación de pilas y 12 tienen previstas medidas similares para los componentes electrónicos. De todas ellas, la mejor documentada es la ordenanza alemana sobre embalajes de 1991. No sólo produjo reducciones sustanciales en los embalajes, sino que también incentivó la fabricación de productos de larga duración. La Organización Internacional de Embalajes de Frutas, creada con la ley de 1991, se convirtió en el principal fabricante y arrendador de embalajes reutilizables para el transporte y actualmente transporta el 75% de toda la producción que se envía a Alemania. La ampliación del concepto de responsabilidad del productor a toda

la economía podría tener profundas repercusiones sobre el uso de los materiales.⁶²

Además de aumentar el reciclado, las economías pueden fijarse objetivos más elevados para reciclar el contenido de los productos. Esto aliviaría la presión sobre los materiales vírgenes y también incrementaría el valor de los materiales reciclados. En el Reino Unido, el quinto consumidor de papel del mundo, se está debatiendo un proyecto de ley que aumentaría el contenido reciclable de los periódicos del 40 al 80%. Y con la fabricación de paneles de madera con un 70% de contenido reciclable, el Reino Unido podría reducir hasta un 20% el uso de madera primaria en los paneles.⁶³

Además, se podrían revisar las normas de construcción para permitir el uso de material reciclado en la edificación. Es frecuente que las normas de construcción no actualizadas exijan el uso de determinados materiales para una obra, en lugar de especificar un nivel concreto de rendimiento. Hay innovaciones, como por ejemplo las tuberías de desagüe fabricados con plástico reciclado, que no se adoptan de forma generalizada en Estados Unidos porque no se han fijado unas normas de seguridad y rendimiento para su uso. La revisión de estas normas —tras realizar las adecuadas pruebas para garantizar la seguridad— podría abrir las puertas al uso seguro y extensivo de materiales de construcción reciclados y de métodos de construcción alternativos.⁶⁴

También se pueden fomentar los centros de información de intercambio de residuos, en los que se pone en contacto a proveedores de material de desecho con posibles compradores, como una forma de aumentar los índices de reciclado de materiales diversos. Las autoridades de Canberra han creado en Internet un centro regional para el intercambio de recursos como parte de su campaña para eliminar los residuos antes del año 2010. El gobierno anima a las empresas locales a utilizar el intercambio, que afecta a materiales tan diversos como los residuos orgánicos y las cajas de cartón. Una iniciativa privada de la región de la frontera entre Estados Unidos y México, con centro en Matamoros, México, y Brownsville, Texas, es más ambiciosa aún: utiliza un modelo diseñado por ordenador para analizar los movimientos de residuos y las necesidades de material de cientos de empresas de la región, y determina los posibles emparejamientos que las empresas desconocen.⁶⁵

Mientras tanto, algunos investigadores se cuestionan la propia

finalidad del consumo de materiales. Un nuevo estudio de la Universidad de Surrey, en el Reino Unido, indica que entre 1954 y 1994, los consumidores británicos trataron de satisfacer necesidades no materiales como el afecto, la identidad, la participación y la creatividad con bienes materiales, a pesar de las pocas pruebas de que esto sea posible. Esta cuestionable pauta de consumo representa, por tanto, un uso sumamente ineficiente de los recursos. Entidades cívicas como los grupos religiosos o las organizaciones ecologistas están en condiciones de articular los costes sociales y medioambientales de estos excesos.⁶⁶

Las organizaciones comunitarias y de barrio pueden ayudar a desarrollar estrategias para reducir el consumo de materiales. Un enfoque especialmente logrado es el Programa Eco-Team, de la organización internacional Plan de Acción Global para la Tierra (GAP). Más de 8.000 equipos de barrio en Europa y 3.000 en Estados Unidos, cada uno de los cuales integrado por cinco o seis familias, se reúnen periódicamente para debatir formas de reducir los residuos, utilizar menos agua y energía y comprar productos «verdes». El GAP informa que las familias que completan el programa han reducido los residuos que van a parar a los vertederos en un 42%, el consumo de agua en un 25%, las emisiones de carbono en un 16% y el combustible para transporte en un 15%. También afirman haber logrado un ahorro anual de 401 dólares por familia.⁶⁷

Los grupos religiosos podrían reflexionar sobre la relación entre un consumo excesivo y el declive moderno de la salud espiritual, pues están bien situadas para advertir de los peligros de convertir los bienes en dioses, y su influencia en muchas sociedades es enorme. También están capacitados para transmitir el lado positivo del mensaje sobre el consumo: que un consumo sano —moderación en la compra, haciendo hincapié en productos y servicios que fomenten el crecimiento personal— alimenta el espíritu y ayuda a la gente a realizar todo su potencial.

Además de estos cambios en políticas y conductas —cada uno de los cuales podría tener una repercusión inmediata sobre el uso de los materiales—, los políticos deben prestar mucha atención a las consecuencias de otras decisiones que tienen un impacto profundo, si bien indirecto, sobre el uso de los materiales. De hecho, estas opciones sociales —desde la forma en que se utiliza la tierra hasta el precio de la energía, la mano de obra y los materiales— pueden afectar a los niveles del uso de materiales durante décadas.

Considérese, por ejemplo, la cuestión del uso de la tierra. Las deshilachadas zonas residenciales de Estados Unidos utilizan más kilómetros de acera, más redes de alcantarillado, suministro de agua y líneas de teléfono, y más escuelas y policías y parques de bomberos para atender a una determinada población que si las pautas de urbanización fueran más densas. El Centro para la Tecnología de Barrio de Chicago ha estudiado hace poco siete condados que rodean la ciudad, descubriendo que las urbanizaciones de baja densidad utilizaban el material de una forma aproximadamente 2,5 veces más intensiva por habitante que las urbanizaciones de alta densidad.⁶⁸

Aunque las grandes extensiones de terreno que rodean muchas ciudades de Estados Unidos permiten la expansión, son las opciones políticas las que activan este modelo de urbanización que utiliza de forma intensiva los recursos. Las leyes de zonificación y las normas de construcción, por ejemplo, fomentan las urbanizaciones de baja densidad. Y, como ya se ha señalado, las subvenciones a los combustibles fósiles hacen que los productos de construcción derivados del petróleo, desde el asfalto hasta las tuberías de plástico para agua, sean artificialmente baratos. Más de 100.000 millones de dólares en subvenciones encubren lo que cuesta conducir un vehículo en Estados Unidos, reduciendo un factor que disuade, de forma natural, el vivir lejos del trabajo y de otros destinos importantes. Todas las implicaciones que estas decisiones políticas y subvenciones tienen sobre los materiales van mucho más lejos que las grandes demandas de infraestructura: con frecuencia, las distantes urbanizaciones residenciales hacen que dos automóviles sean una necesidad, mientras que las grandes viviendas y los jardines fomentan la compra de más productos para llenarlos.⁶⁹

La mayoría de los urbanistas, autoridades encargadas de la zonificación y políticos desconocen la repercusión que sus decisiones sobre el uso de la tierra tienen sobre los materiales y todo su impacto medioambiental. Pero esta es sólo una de las muchas decisiones políticas que influyen enormemente en los niveles del uso de materiales. Los precios relativos de la mano de obra y del capital también son importantes. Muchos elementos fundamentales de una economía sostenible de los materiales, como la clasificación del material reciclable y el desmontado de productos destinados al reciclaje, exigen mucha mano de obra y, por tanto, son prohibitivos en una economía basada en salarios elevados y materias primas baratas. En una encuesta realizada en 1998 entre los consu-

midores estadounidenses, la mitad de quienes se deshacían de sus aparatos mencionaba el elevado coste de su reparación y un tercio citaba el bajo coste de la sustitución como motivos principales de la decisión de tirar los productos.⁷⁰

Hay otras opciones políticas que también tienen repercusiones de largo alcance: por ejemplo, el hecho de que una sociedad elija los automóviles o una combinación bicicleta/tren como centro de su sistema de transportes afecta al uso de los materiales. El precio de la energía también es pertinente, ya que la energía barata amplía la base material de casi todo en la economía. Y a algunos analistas les preocupa el hecho de que la limitada libertad de los trabajadores para elegir entre trabajar menos y/o beneficiarse de aumentos salariales fomenta una mentalidad de consumo, que incrementa el uso de materiales. De hecho, la mayoría de las actividades económicas tienen profundas consecuencias para el uso de materiales.⁷¹

Reconocer el sin sentido de nuestro pasado basado en el uso intensivo de materiales es un primer paso para dar el salto a una economía de los materiales sostenible y racional. Una vez comprendido esto, las oportunidades para desmaterializar nuestras economías están a nuestro alcance. Las sociedades que aprenden a liberarse de su apego a los objetos y a centrarse, por el contrario, en dar lo que las personas necesitan podrán ser recordadas dentro de 100 años como creadoras de la civilización más duradera de la historia.