

Precisamente, los movimientos en contra de los embalses (como el del Narmada en la India, o el incipiente movimiento contra la enorme represa de las Tres Gargantas, en la China, o los movimientos de los *atingidos pelas barragens* en Brasil), plantean en la práctica otros criterios de valoración, distintos de los habitualmente admitidos por ingenieros y economistas.

VIII. EL DEBATE SOBRE LA SUSTENTABILIDAD

EL CONCEPTO DE SUSTENTABILIDAD (O SOSTENIBILIDAD)

LA ECONOMÍA ecológica se preocupa por la equidad intergeneracional, por los efectos que la actividad económica tiene sobre el medio natural y por las consecuencias que ello tendrá para el futuro. La economía se caracterizaría por la sustentabilidad, si no degradase el medio natural en sus diversas funciones.

Una definición de *sustentabilidad* en estos términos es la que hizo famosa el informe Brundtland de 1987: "satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".¹ La definición parece, en principio, muy clara, pero lo es menos si profundizamos en el concepto.

La idea central es la de mantener el "patrimonio natural", considerar a la naturaleza como un legado que hay que conservar, que hay que usufructuar de modo que mantenga la capacidad de cumplir sus diferentes funciones. De entrada aparece una *primera objeción*. Si se tratase de mantener el patrimonio natural en todos sus elementos, cualquier uso de recursos no renovables, por pequeño que fuese, sería incompatible con la sustentabilidad. De hecho, algún autor, como Georgescu-Roegen (uno de los padres de la economía ecológica),² explicó que si la actividad económica humana degrada recursos de baja entropía (combustibles fósiles o materias), no sólo existirá un límite a la capacidad de sustentación de cada periodo, sino también a la vida humana total que la Tierra puede mantener.

¹ G. H. Brundtland, *Our common Future*, Oxford University Press, Oxford (*Nuestro futuro común*, Alianza, Madrid, 1988).

² Georgescu-Roegen, "Energía y mitos económicos", *El Trimestre Económico*, vol. 42, núm. 4, 1975, pp. 779-836.

Si la población de cada periodo es P_t , la degradación de recursos per cápita a_t , y el total de recursos disponibles S , entonces la restricción sería que

$$\sum P_t a_t \leq S.$$

La argumentación de Georgescu-Roegen es que, si S es finito y a_t positivo, no sólo existe un límite a la población humana que puede sustentarse en un determinado momento —la preocupación malthusiana—, sino a la vida humana total, $\sum P_t$, que la Tierra puede sustentar, aunque el límite dependería del nivel de degradación de recursos per cápita.

Las ideas de economía estacionaria o de crecimiento cero como supuestas panaceas para mantener de forma indefinida la actividad humana serían erróneas. Esta crítica recuerda algo importante: la sustentabilidad es sobre todo una *cuestión de grado* y de *perspectiva temporal*. En sentido estricto, sólo una economía humana basada únicamente en fuentes energéticas renovables y en los ciclos cerrados de la materia puede potencialmente ser sostenible de manera indefinida (dejando de lado, por supuesto, que un día muy lejano incluso la energía solar dejará de fluir). Dicho tipo de economía corresponde al esquema básico de funcionamiento de la humanidad durante la mayor parte de su existencia (tanto en las sociedades llamadas de cazadores-recolectores como en las economías agrícolas tradicionales), pero difícilmente puede pensarse en un retorno total a tal situación. Georgescu-Roegen destaca el uso entrópico de la materia, en el sentido de que se utilizan materiales que, al menos en parte, acaban como residuos más dispersos que en las fuentes originales, y presenta esta realidad como prácticamente una ley que entra en contradicción con la propia idea de sustentabilidad; contra lo que él llamaba el "dogma energético", argumentó que "la materia también está sometida a una disipación irrevocable" y que "el punto final es que la Tierra es un sistema termodinámico abierto sólo respecto a la energía".³ Sin embargo, como se ha señalado, tampoco se debería ser demasiado pesimista ya que "la energía y la baja entropía asociada que recibimos del

³ Georgescu-Roegen, "Energía y mitos económicos", *op. cit.* también publicado en *Información Comercial Española*, mayo de 1975, pp. 97 y 100.

sol ofrecen un potencial creativo para la construcción de estructuras cada vez más complejas. La economía, como un todo, debería ser vista como un sistema abierto",⁴ de hecho, el propio funcionamiento de la economía humana durante la mayor parte de su evolución es buena prueba de ello. La disipación de los materiales es inevitable, pero la energía del sol que se degrada, y que de todas formas se degradaría, permite reorganizar los materiales, y ésta es la base de los ecosistemas. Desde el punto de vista teórico, incluso en el caso de las "economías industriales", se ha argumentado que el problema último es de disponibilidad de energía, porque en el peor de los casos nos podríamos imaginar una situación de máxima entropía, de "sopa entrópica", y la energía necesaria para obtener los diferentes materiales dispersos a partir de dicho estado sería inmensa, pero no infinita.⁵

Dejemos, sin embargo, estas discusiones teóricas y las perspectivas a tan extremadamente largo plazo, y pensemos en la posibilidad de definir *criterios prácticos* de sustentabilidad, lo que tampoco es tarea fácil.

En primer lugar, podríamos fijarnos en la conservación del "patrimonio natural" como proveedor de recursos de las actividades económicas. En los *recursos renovables*, aunque potencialmente agotables, puede definirse —como hemos visto— un criterio claro de uso sostenible: usarlos sólo al ritmo de su renovación. Ello no resuelve, sin embargo, cuál ha de ser el *stock* óptimo de recurso y, además, se plantea el problema del nivel de agregación y espacial de referencia. Desde luego, no se trata, por ejemplo, de mantener inalterado cualquier bosque (aunque alguna área determinada sí puede tener un valor especial "único" que haga prioritaria su conservación) o campo de cultivo, sino de no disminuir en conjunto la superficie forestal (no se trata sólo de "número de árboles") o el área fértil.

⁴ M. Faber, R. Mansuetten y J. Proops, *Ecological Economics. Concepts and Methods*, Edward Elgar, 1996, p. 133.

⁵ R. U. Ayres, "Eco-thermodynamics: economics and the second law", *Ecological Economics*, vol. 26, núm. 2, 1998, pp. 189-209. Véanse los cálculos de lo que costaría disponer de las concentraciones que se hallan en las minas desde ese estado de "sopa entrópica" en el libro de José Manuel Narredo y Antonio Valero, *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Fundación Argetaria-Visor, Madrid, 1999.



Por lo que se refiere a los *recursos no renovables*, la ya citada imposibilidad de definir un nivel de uso sostenible de forma indefinida, por pequeño que sea, obliga a un criterio mucho menos preciso.⁶ No utilizar en absoluto tales recursos no sólo puede considerarse una recomendación prácticamente inviable a partir de la situación actual sino que tampoco se derivaría del principio de equidad intergeneracional: no usar un recurso que tampoco se podrá utilizar en el futuro en nada ayuda, en principio, a las generaciones futuras.

En el caso de los combustibles fósiles se trataría, desde la perspectiva de su dotación limitada (otra perspectiva complementaria, y quizá más importante, es la de los efectos ambientales de su uso), de que el ritmo de extracción y el de introducción de fuentes renovables de energía fuesen suficientemente lento el primero y suficientemente rápido el segundo como para que se asegurase que en el futuro no se produciría una disminución de la disponibilidad de energía o, mejor, de servicios energéticos (una mejora en la eficiencia en el uso de la energía también nos acercaría a la sustentabilidad). Lo único sostenible sería, por tanto, preparar la transición hacia fuentes energéticas sostenibles.

En el caso de los minerales no energéticos, se debería minimizar el ritmo de extracción, en especial de aquellos para los que la relación entre reservas conocidas y tasa de uso es más baja. Para ello existen tres vías básicas: la prioritaria es la mo-

⁶ El término "recurso no renovable" puede resultar, sin embargo, ambiguo. Naredo se ha referido a "la confusión que deriva de postular que los *stocks* de recursos no renovables no podrían utilizarse en absoluto si se adopta una interpretación estricta de la sustentabilidad. El funcionamiento de la *biosfera* desmiente esta idea al mostrar que su estricta sostenibilidad se ha venido construyendo desde el principio sobre el uso del *stock* de materiales contenidos en la corteza terrestre. La clave de esta sustentabilidad estriba en que, con el apoyo de la energía solar, se han podido cerrar los ciclos de materiales reconvirtiéndolos en recursos, cosa que no hace la sociedad industrial. Por lo tanto, la sustentabilidad de un sistema económico debe enjuiciarse, atendiendo no tanto a la intensidad en el uso que hace de los *stocks* de recursos no renovables, como a su capacidad para cerrar los ciclos de materiales mediante la recuperación o el reciclaje, con ayuda de fuentes renovables" (J. M. Naredo, "Quantificando el capital natural. Más allá del valor económico", *Ecología política*, núm. 16, 1998, p. 25). De hecho, en el texto los materiales que se desorganizan y vuelven a organizarse gracias a la energía solar los hemos caracterizados como "recursos renovables".

deración en el consumo; la segunda es la reutilización o reciclaje (con lo que se deberían evitar los usos incompatibles, en términos prácticos, con la recuperación de materiales tales como el uso de plomo en la gasolina); la tercera es la sustitución de materiales más escasos por materiales más abundantes.

Respecto al *reciclaje*, es importante darse cuenta de dos cosas. La primera es que normalmente (cuando no es resultado de los ciclos "naturales" de la biosfera) implica gasto energético⁷ que en algunos casos, quizá para porcentajes de reciclaje muy elevados, podría suponer que el *coste energético* de una unidad de recurso reciclada fuese superior al *coste energético* de extracción y procesamiento de una unidad de recurso "virgen".

En segundo lugar, se ha de señalar que incluso en una teórica situación de reciclaje de recursos materiales al 100%, la dotación finita de dichos recursos pondría un límite al crecimiento indefinido de su uso (aunque no a la sustentabilidad de una economía estacionaria). Ello queda evidenciado por el siguiente ejemplo en el que se supone que la demanda del recurso (que puede proveerse con recurso "virgen" o reciclado) se dobla cada 25 años (lo que más o menos corresponde a un crecimiento anual de 3%)⁸:

Año	Sin reciclaje		Reciclaje al 100%		Total
	Virgen	Reciclado	Virgen	Reciclado	
0	100	0	100	0	100
25	200	0	200	100	200
50	400	0	400	200	400
75	800	0	800	400	800

En un periodo de 75 años, la tasa anual de extracción se multiplica por ocho en el primer caso, y en el segundo "sólo"

⁷ Los ciclos naturales también usan, desde luego, energía, pero la energía del sol de todas formas se degradaría.

⁸ Tomado con modificaciones de P. A. Victor, "Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory", *Ecological Economics*, núm. 4, 1991, p. 208.

por cuatro. El reciclaje total alarga la vida del recurso al doble —lo que es mucho—, pero no evita un insostenible crecimiento exponencial de la extracción del recurso.

La *absorción de residuos* es otra de las funciones ambientales básicas de la biosfera. Esta capacidad de absorción puede considerarse un recurso renovable que se ve afectado cuando la emisión de residuos es excesiva. Lo que nos daría un criterio, también claro, en principio, de generación de residuos: no descargarlos a una tasa mayor a la capacidad de asimilación de la biosfera. El caso de las excesivas emisiones de CO₂ es un ejemplo. Y si bien existe un práctico consenso respecto a que el ritmo actual de emisión de este gas a escala planetaria es insostenible, es mucho más difícil establecer cuál sería el nivel de emisiones compatible con la idea de sustentabilidad. Difícil por las incertidumbres ligadas al ciclo del carbono (por ejemplo, la capacidad de absorción de los océanos o la magnitud del llamado "efecto fertilización") y porque quizá puede aceptarse un cierto cambio climático siempre que éste sea suficientemente lento. Por poner un ejemplo, la Agencia Europea de Medio Ambiente se planteaba en un reciente informe la necesidad de "garantizar que la temperatura no se incrementará más de 0,1°C por década y que el nivel de los mares no lo hará más de 2 cm por década (límites previstos para asegurar la sustentabilidad)".⁹ Estos u otros valores son muy cuestionables aunque, desde luego, es necesario fijar objetivos ambientales concretos. Las cosas se ven muy diferentes desde Europa o Bangladesh.

En este contexto es útil la distinción entre recursos asimilables —reciclables mediante los ciclos biogeoquímicos— y acumulativos. En sentido estricto, la sustentabilidad sería incompatible no sólo con el uso de recursos no renovables, sino con la generación de residuos acumulativos, por pequeña que ésta fuese. De nuevo, una perspectiva práctica debería relajar tal condición, dependiendo de la peligrosidad de cada residuo y la importancia de sus diferentes usos actuales. En cualquier caso, en este tema como en otros existe muchas veces un elevado grado de incertidumbre, de modo que la economía ecológica recomendaría respetar el *principio de precaución*.

⁹ Agencia Europea de Medio Ambiente, *Medio Ambiente en Europa: segunda evaluación*. Resumen preliminar. Copenhague, 1998.

Por último, la sustentabilidad requeriría, desde luego, cuidar los *servicios que directamente proporciona la naturaleza*. Se trata, en primer lugar, de no producir alteraciones en los ecosistemas que afecten a servicios esenciales como la vida (por ejemplo, el mantenimiento de la capa de ozono) o que puedan conducir a situaciones potencialmente catastróficas. Pero se trata también de tener el máximo respeto por la conservación de espacios naturales, que en el futuro puedan ser cada vez más valorados para la calidad de vida (recordemos la discusión sobre el "criterio de Krutilla", capítulo IV).

Los diferentes criterios de sustentabilidad deben aplicarse de manera coherente entre sí. Que, por ejemplo, los recursos renovables se exploten sin merma de *stock* no puede ser el criterio único de gestión. Así, una progresiva conversión de la diversidad y complejidad de los bosques en plantaciones de unas pocas especies sería poco acorde con la perspectiva global de la sustentabilidad.

La discusión también adopta necesariamente una u otra perspectiva espacial. Parece claro que una discusión global sobre la sustentabilidad debería adoptar una dimensión planetaria en un doble sentido. El primero, más obvio, de que los impactos y presiones sobre los recursos que una sociedad produce deberían considerarse independientemente de que se produzcan en el propio territorio o se "exporten" a otros lugares. El segundo, en el sentido de que si nos preguntamos por el grado de sustentabilidad de determinadas formas de vida humana, deberíamos preguntarnos por las consecuencias que éstas tendrían de extenderse al conjunto de la humanidad; como se ha señalado, "cualquier experimento de laboratorio o cualquier proyecto de ciudad puede ser sostenible a plazos muy dilatados si se ponen a su servicio todos los recursos de la Tierra; sin embargo, muy pocos lo serían si su aplicación se extendiera a escala planetaria".¹⁰ La discusión sobre la sostenibilidad se conecta así claramente con la preocupación por la equidad.

Dada la complejidad del concepto "sustentabilidad", no es extraño que haya grandes debates sobre cuál —o cuáles— son sus mejores indicadores. Simplificando mucho las cosas, son dos las grandes posiciones.

¹⁰ J. M. Naredo. *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible* (ms), p. 8.

La primera, que generalmente se identifica con el término "sustentabilidad débil", tiene sus raíces en la economía neoclásica y tiene dos características básicas: la complejidad de funciones que tiene el patrimonio natural tiende a diluirse en un agregado que es el capital natural, y se suponen enormes posibilidades de sustituir capital natural por "capital fabricado".

La segunda posición, identificada con el término "sustentabilidad fuerte", destaca las funciones diversas, y en muchos aspectos insustituibles, del patrimonio natural. Es a partir de esta posición desde la que generalmente se discuten los indicadores físicos de sustentabilidad.

LA PERSPECTIVA DE LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA: LA "SUSTENTABILIDAD DÉBIL"

El capital natural como factor productivo y el supuesto de la sustituibilidad entre capital natural y capital fabricado

Autores como David Ricardo o Malthus se habían preocupado mucho por las consecuencias de la limitación del recurso "tierra", que para ellos acabaría llevando a una situación de estancamiento económico. Tales preocupaciones se dejaron más tarde totalmente de lado, en apariencia refutadas por los hechos, dado el enorme aumento de la producción agraria que se dio más adelante.

La teoría del crecimiento de las décadas de los años cincuenta, sesenta y principios de los setenta olvidó por completo del papel de los recursos naturales en la economía; hoy continuamos encontrando reconocidos libros sobre teorías del crecimiento económico en los que los recursos naturales están ausentes.

A la caracterización tradicional de la función agregada de producción dependiente de tres factores (tierra—o recursos naturales no producidos—, capital y trabajo) le siguieron modelos que muchas veces se formulaban en términos de dos únicos factores agregados de producción: el capital total (básicamente las "máquinas") y el trabajo total. Incluso sin cambio técnico, sería posible un crecimiento exponencial sin límite que permitiese un consumo constante para una población creciente, con

la única condición de que la acumulación de capital—la inversión neta— creciese al mismo ritmo que la población y la fuerza de trabajo, de modo que no decaese la relación capital/producción. Si, además, como sucedía en la práctica, existía "progreso técnico", entonces la perspectiva, aún más optimista, sería la del crecimiento del consumo per cápita. Las variables claves para asegurarlo serían el propio progreso técnico y un ritmo adecuado de acumulación.

Justo después de la primera crisis del petróleo, y frente a las sombrías proyecciones del informe Meadows de 1972,¹¹ se publicaron contribuciones procedentes de la economía neoclásica que extendían el modelo de crecimiento tradicional para integrar un *nuevo input agregado* (los recursos naturales, término con el que se quería indicar el total de recursos naturales no renovables que entran en la producción). En un número de la *Review of Economic Studies* de 1974 dedicado al tema, se publicaron algunos artículos destacados, entre ellos de Solow, Dasgupta y Heal y Stiglitz.¹²

Las preocupaciones principales de los autores que abordan la cuestión desde el enfoque estándar de la teoría neoclásica fueron dos. La primera, la más importante y que pertenece a la "economía positiva", consistía en responder a la pregunta de si era posible o no un *consumo sostenible* de forma indefinida cuando se tiene en cuenta la existencia de recursos no renovables. La segunda cuestión era discutir cuál de las diversas trayectorias de uso de los recursos no renovables era *óptima* desde el punto de vista social.

Veamos la primera cuestión. El planteamiento común es el siguiente. La producción total Y podría formularse como función de tres variables: el trabajo L , el capital manufacturado (o fabricado) K , y la cantidad de recursos naturales no renovables R que intervienen en la producción:

$$Y = F(L, K, R).$$

¹¹ D. Meadows et al., *Los límites del crecimiento*, Fondo de Cultura Económica, México, 1972.

¹² *Review of Economic Studies*, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, 1974.

Se podrían distinguir en principio dos casos. El primero es aquel en el que la relación Y/R (es decir, la cantidad de producto que se puede obtener con una unidad de recurso natural) tiene un límite superior, de modo que el agotamiento de los recursos naturales llevaría finalmente a la imposibilidad de producir. En el segundo caso, el agotamiento del recurso no renovable se compensaría con una acumulación suficiente de capital. El supuesto de este caso es, pues, que las dos formas de "capital" (el natural R y el manufacturado K) son lo suficientemente *sustituibles* entre sí como para que sea posible compensar la pérdida progresiva de R sin afectar a la producción, siempre que aumente suficientemente la dotación de capital K .

Es en este segundo caso donde se centra la atención de la mayoría de autores, lo que no es extraño dado que una de las características clave de la teoría neoclásica de la producción es su insistencia en las enormes posibilidades de "sustituibilidad" entre *inputs* (simétricamente al supuesto de la teoría de la utilidad de las enormes posibilidades de sustituibilidad entre diferentes bienes de consumo; véase el capítulo I). A su vez, se divide en dos subcasos: uno, en el que es posible producir incluso con una cantidad de recursos naturales nula $R = 0$ (siempre que K sea lo suficientemente grande) y otro, en el que R es un *input* imprescindible (aunque puede tender a cero, siempre que K tienda a infinito).

La mayor parte de los modelos adoptan el último supuesto, aunque la razón principal que suele alegarse no es que se rechace como absurda la idea de producir sin recursos naturales, sólo con máquinas y trabajo; al fin y al cabo se acepta que se puede producir con una cantidad infinitesimalmente pequeña de recursos naturales. La razón principal al parecer es que se considera el supuesto más interesante *analíticamente* y, además, se puede formular en términos de una función de producción particularmente sencilla y de larga tradición en la teoría económica, la llamada función de Cobb-Douglas:¹³

$$Y = K^a R^b L^c, \text{ donde } a, b, c > 0 \text{ y } a + b + c = 1.$$

¹³ Si nos limitamos a funciones de elasticidad de sustitución técnica constante (CES), el primer caso (producción imposible sin una cantidad finita de R) corresponde a una elasticidad inferior a la unidad. El segundo caso se divide

Algunos modelos suponen, además, la existencia de cambio técnico que, normalmente, se formula como:

$$Y = e^{pt} K^a R^b L^c,$$

donde p expresaría la tasa de cambio técnico; un valor positivo de p indicaría que los mismos *inputs* permiten una producción exponencialmente creciente.

Se obtienen conclusiones del siguiente estilo.¹⁴ Si la población no variase, puede mantenerse de forma indefinida un consumo constante per cápita (sostenible) incluso aunque no exista cambio técnico, siempre que se cumpla que la elasticidad de la producción respecto al capital sea superior a la de la producción respecto a la cantidad de recursos naturales, $a > b$, condición que se cumpliría en la realidad según la mayoría de los autores.¹⁵ De darse un crecimiento exponencial de la población, y los mismos supuestos de sustituibilidad, el consumo sostenible también sería posible siempre que el ritmo de progreso técnico (en la formulación anterior el valor de la variable p) fuese suficientemente grande.

Resumiendo, el mensaje básico de la economía estándar es el siguiente: el agotamiento del capital natural no representa ningún problema para la posibilidad de un consumo sostenible, e incluso de un crecimiento exponencial del consumo (que se identifica con mayor utilidad o bienestar), siempre que supongamos un grado suficientemente elevado de sustituibilidad entre capital natural y capital manufacturado, y siempre que confitemos en que continuará habiendo progreso técnico. Supuesto y confianza compartidos por la mayoría de economistas.

en dos: elasticidad superior a la unidad (es posible producir cuando $R = 0$) y elasticidad unitaria (que es el caso Cobb-Douglas: no es posible $R = 0$, pero sí que R tienda a 0).

¹⁴ P. Dasgupta y G. Heal, *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Cambridge University Press, 1979.

¹⁵ Para la economía neoclásica, a , b y c representarían, en una economía competitiva, las proporciones de participación en la Renta Nacional de los propietarios de los tres factores de producción: el capital manufacturado, los recursos naturales y la fuerza de trabajo. El hecho de que los ingresos de los propietarios del capital sean muy superiores a los de los propietarios de recursos naturales sería un fuerte indicio a favor del supuesto de que $a > b$.

Lo fundamental no sería conservar el capital natural sino mantener un *stock* de capital total que permitiera que no decayese el consumo. En los modelos más sencillos, para asegurarlo bastaría aplicar la *regla de Hartwick*, según la cual todos los ingresos derivados de la propiedad de los recursos naturales (que a lo largo del tiempo se revalorizarían según la "regla de Hotelling") debería invertirse en acumular capital manufacturado (con ello se aseguraría un consumo sostenible pero, si la población creciese, llevaría a una disminución del consumo per cápita).¹⁶

¿Qué problemas básicos tiene este planteamiento? En primer lugar, sólo considera *una* de las funciones económicas de la naturaleza, la de proporcionar recursos para la producción. El mayor o menor grado de sustentabilidad de una economía no depende sólo de conservar esta función, sino también de mantener otros "servicios" que proporciona la naturaleza y para los que difícilmente tiene sentido la discusión sobre la "función de producción". No existe proceso productivo que permita reproducir espacios naturales de los que los individuos también obtienen "utilidad", y que quizá valoren más en el futuro. Tampoco existe, aún más importante, proceso productivo que sustituya a la naturaleza en su papel de regular el ciclo del carbono o de mantener la capa de ozono. Incluso una economía que mantuviese intactas sus posibilidades de "producción" sería insostenible si estuviere acumulando contaminación dañina para los ecosistemas, destruyendo la capa de ozono o reduciendo peligrosamente la biodiversidad.

En segundo lugar, el modelo planteado impide captar la relación efectiva entre recursos naturales y actividad económica, en la medida en que no introduce la más mínima referencia al papel que los diversos tipos de recursos naturales juegan en las actividades económicas. Los modelos pueden ser muy abstractos —y esto no es en sí mismo una crítica—, pero tienen que darnos intuiciones adecuadas sobre los problemas que queremos discutir. La intuición que hay detrás de la formulación

¹⁶ J. Harwick, "Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources", *American Economic Review*, vol. 66, 1977, pp. 972-974; R. M. Solow, "On the Intergenerational Allocation of Natural Resources", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 88, núm. 1, 1986, pp. 141-149.

neoclásica es clara: con más "máquinas" uno puede producir lo mismo aunque utilice menos recursos naturales, de la misma manera que con más "maquinas" uno puede producir lo mismo con menos trabajadores, ya que existe una gama de técnicas, unas más intensivas en trabajo y otras menos.¹⁷

La crítica certera a esta visión tiene su base de nuevo en Georghescu-Roegen y tiene que ver con el papel diferente que los diversos *inputs* juegan en las actividades económicas.¹⁸ El término "actividades económicas" engloba muchas cosas, pero la mayoría comporta (de manera principal o secundaria) transformar materiales para obtener un *output*. Una primera aproximación del proceso productivo consiste en verlo como un flujo de materiales que son transformados por agentes económicos o elementos "fondo" que proporcionan servicios productivos. Entre dichos agentes se incluirían los trabajadores y las máquinas, que se alimentarian de alguna fuente de energía, alimentos en el primer caso y alguna otra forma de energía en el segundo (electricidad, carbón, derivados del petróleo, biocombustibles...). La maquinaria puede sustituir en gran parte al trabajo porque ambos cumplen una función hasta cierto punto similar (aunque la sustitución nunca será completa: el trabajo es un elemento esencial para planificar y controlar los procesos productivos). Pero tanto la maquinaria como el trabajo son básicamente complementarios, tanto de la energía como de los materiales.

Partiendo de esta primera imagen de la actividad económica, la idea de que se pueda producir sin recursos naturales a condición de que la inversión en maquinaria sea suficientemente

¹⁷ Una primera objeción, que no es la que más nos interesa aquí pero que afecta de forma demoledora a toda la estructura teórica de las funciones agregadas de producción, proviene de la corriente postkeynesiana (de autores como Joan Robinson, Piero Sraffa o Geoffrey Harcourt) y consiste en negar la posibilidad de definir una medida técnica de "cantidad de capital" fabricado (y a fortiori, diríamos, de la cantidad de capital natural): si diferentes técnicas se caracterizan por utilizar diferentes bienes de capital, uno no puede decir cuál es la relación entre las "cantidades de capital" que cada una utiliza sin referirse a variables de precios, influidas por factores tales como la distribución de la renta entre las clases sociales y el grado de competencia de los distintos mercados. Conceptos como "elasticidad del *output* respecto al capital", claves para discutir si la sustentabilidad es o no posible dentro del marco teórico neoclásico, se vuelven imprecisos.

¹⁸ N. Georghescu-Roegen, "The Economics of Production", *American Economic Review*, mayo de 1960, pp. 1-9.

grande, se revela como manifiestamente absurda, ya que *la maquinaria procesa materiales y necesita energía*; además, otra ley física dice que la maquinaria no es eterna y que se ha de ir reemplazando con otra cuya fabricación también requiere materiales y energía. La nueva maquinaria sólo puede "sustituir" recursos naturales en el muy limitado sentido de que quizá permita utilizar más eficientemente la energía (y es obvio que en las economías industrializadas se han hecho avances muy importantes en este sentido en las últimas décadas) y de que quizá permita aprovechar mejor los materiales (con menos materiales de desecho o menos bienes defectuosos). Pero es evidente que esto tiene sus límites, y es absurdo pensar en la posibilidad de que la sustitución entre *inputs* o el avance técnico permita producir lo mismo que ahora, o incluso más, con una cantidad infinitesimalmente pequeña de *cualquier tipo* de recursos naturales.

Es más, la propia "solución": acumular más y más capital para compensar la pérdida de recursos naturales, tiende a crear más problemas, porque la producción de más y más capital (para sustituir y ampliar la dotación de "máquinas") demandará recursos naturales, ya que producir el capital requiere también utilizar energía y materiales que son, en último término, los únicos recursos primarios.

$$\text{Si } Y = K^a R^b L^c, \text{ donde } a, b, c > 0 \text{ y } a + b + c = 1,$$

también podemos suponer que

$$K = K^d R^e L^f, \text{ donde } d, e, f > 0 \text{ y } d + e + f = 1,$$

de donde obtendremos, despejando K en la segunda ecuación y sustituyendo en la primera:¹⁹

$$Y = R^{\frac{ae}{1-d} + b} L^{\frac{af}{1-d} + c}$$

El "capital", un recurso que ha de producirse, ha "desaparecido" y queda explícito que, dada una tecnología, la posibilidad

¹⁹ P. A. Victor, "Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory", *Ecological Economics*, vol. 4, 1991, pp. 197-198.

de sustituir *ad infinitum* recursos naturales por capital no tiene, en último término, sentido, ya que los recursos últimos son los recursos naturales (incluyendo la fuerza de trabajo que, desde este punto de vista, puede considerarse una máquina que transforma energía; véase el capítulo 1).

Otra cosa es que los recursos naturales pueden ser muy sustituibles entre sí.²⁰ Puede, desde luego, imaginarse una economía sin petróleo o sin hierro, pero no pensarse en absoluto en una economía que prescindiera de cualquier tipo de fuente de energía o de materiales. Esta discusión, la de las posibilidades de sustitución entre recursos, sí es absolutamente pertinente, pero queda escondido con la insistencia neoclásica en otras exageradas y mal analizadas posibilidades de sustitución.

Si pensamos en fuentes de energía, la cuestión clave es la disponibilidad futura de fuentes de energía renovables que permitan sustituir el actual consumo acelerado (al menos desde una perspectiva del conjunto de la historia de la humanidad) de combustibles fósiles. Si pensamos en recursos no energéticos, la cuestión clave para determinar el grado de sustentabilidad es el ritmo actual y futuro de demandas de recursos "vírgenes" respecto a las disponibilidades conocidas y previstas, en lo que la sustituibilidad entre recursos también puede desempeñar un papel esencial.

En un número especial de *Ecological Economics*, en homenaje a Georgescu-Roegen (fallecido en 1994), se revivió su polémica con Solow/Stiglitz a partir de contribuciones de Daly (en defensa de las posiciones de Georgescu-Roegen), de respuestas de los propios Solow y Stiglitz y de los comentarios de otros autores. Las posiciones se mantienen básicamente iguales, aunque de las breves —e irritadas— réplicas de Solow y Stiglitz pueden destacarse dos elementos significativos.

El primero es que Solow insiste en que en su modelo la cuestión esencial no es tanto la sustituibilidad entre recursos naturales y capital, sino entre recursos naturales no renovables y renovables.²¹ Este planteamiento es un avance muy importante

²⁰ Y otra cosa también es la "sustitución indirecta" que se produce cuando cambia la composición de la producción orientándose a servicios o bienes poco intensivos en recursos naturales.

²¹ R. M. Solow, "Reply", *Ecological Economics*, vol. 22, núm. 3, septiembre de 1997, pp. 267-268.

te, pero plantea nuevos interrogantes. Si se quiere modelar la sustitución entre diferentes tipos de recursos naturales, ¿por qué no se incluye explícitamente un cuarto *input*: los recursos renovables? Quizá se supone, implícitamente, que su gestión no presenta problemas. Ello puede más o menos entenderse dada la preocupación de principios de la década de 1970 centrada en la escasez de recursos no renovables, pero queda claro que hoy la preocupación del agotamiento de recursos se ha desplazado precisamente hacia el uso demasiado intensivo, no sostenible, de recursos renovables.²²

El segundo elemento es la sorprendente afirmación de Stiglitz de que sus modelos no se pueden entender en absoluto como modelos a muy largo plazo, pues sirven únicamente para

ayudar a responder, para un plazo intermedio, para los próximos 50 o 60 años, cuestiones tales como si es posible que el crecimiento pueda sostenerse.... Escribimos modelos como si se extendieran hasta el infinito, pero nadie toma estos límites seriamente: en primer lugar, por el hecho de que un aumento exponencial de la población comporta problemas casi inimaginables de congestión en nuestro limitado planeta.²³

Es una tranquilidad saber que el horizonte temporal infinito no se toma en serio y que se considera que el crecimiento exponencial se ve finalmente limitado por la dotación de recursos naturales. Sin embargo, es necesario notar que las posibilidades económicas más allá de los próximos 50 años dependerán, justamente, de lo que pase en las próximas décadas y, además, no es retórico preguntarse con Daly si

el Banco Mundial, bajo su liderazgo (Stiglitz fue hasta fines de 1999 economista principal del Banco Mundial), investigará si los límites al crecimiento de cuerpos humanos podrían tener análogos límites al crecimiento de las poblaciones de coches, casas, neveras, ganado, etc. La población agregada de todas estas estructuras disipativas (cosas que requieren un flujo de recursos entrópico para su

²² C. W. Clark, "Renewable resources and economic growth", *Ecological Economics*, vol. 22, núm. 3, septiembre de 1997, pp. 275-276.

²³ J. E. Stiglitz, "Reply", *Ecological Economics*, vol. 22, núm. 3, septiembre de 1997, p. 269.

mantenimiento) es un concepto muy relevante para la economía ecológica, y merecedor de la investigación del Banco Mundial.²⁴

*Un intento de medida empírica
de la "sustentabilidad débil"*

Sería, desde luego, deseable poder disponer de un indicador único que nos permitiese decir de forma clara si una economía es más o menos sostenible. Veamos ahora un intento desde la noción de sustentabilidad débil, la cual permite la sustitución del capital natural por el "capital hecho por los humanos". Lo que importa es que no disminuya el *stock* total de capital. A primera vista la sustentabilidad débil es una proposición atractiva.

Averiguar qué ocurre con los elementos de la naturaleza que son críticos para la economía humana es un tema de la ecología, pero contar el *stock* total de capital parece, a primera vista, un tema de economía. Así, David Pearce y sus colaboradores han tratado de presentar resultados numéricos para comprobar si diversas economías son sostenibles (en el sentido débil).²⁵ Eso sucede si el ahorro en la economía (que es lo que permite la inversión) es mayor (o, en el límite, igual) que la suma de las depreciaciones de capital natural y de capital hecho por los humanos. Si al ser más rica una economía aumentase la parte del ahorro en el ingreso total, entonces la sustentabilidad débil sería más fácil de obtener en las economías ricas que en las pobres. Sin embargo, el uso de capital natural y de capital hecho por los humanos es también mayor en las economías más ricas. Por tanto, la depreciación del capital natural y la del capital hecho por los humanos será mayor en las economías ricas. No hay, pues, ninguna suposición de partida respecto a si las economías ricas o las economías pobres serán más sostenibles.

²⁴ H. E. Daly, "Reply to Solow/Stiglitz", *Ecological Economics*, vol. 22, núm. 3, septiembre de 1997, p. 271.

²⁵ D. Pearce y Giles Atkinson, "Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of 'weak sustainability'", *Ecological Economics*, núm. 8, 1993. El Banco Mundial publica unos índices de Ahorro Geométrico inspirados en esta perspectiva. Véase la crítica de Fander Falconi: en *Ecología política*, 18, 1999.

Los resultados pretendidamente empíricos indican que Japón, que importa mucho petróleo, madera y otros recursos naturales, es la economía con el índice más alto de sustentabilidad. Las economías sostenibles de su muestra incluyen a Japón, Alemania y los Estados Unidos, mientras las economías insostenibles incluyen a Burkina Faso, Etiopía, Indonesia y Nigeria. En esas cuentas la depreciación del capital natural no sólo se valora en dinero de forma harto discutible, sino que se imputa a los países que exportan los productos de ese capital natural (como también se hacía en los ejercicios de corrección de la contabilidad nacional para tener en cuenta la pérdida de patrimonio natural; véase el capítulo II).

Aunque Pearce y sus colaboradores insisten en la naturaleza provisional de sus resultados, es evidente que su muestra de países incluye una parte considerable de la economía mundial y sus cifras sugieren que *la economía humana en conjunto ha estado en situación sostenible* (en el sentido débil de la palabra). Dada la proporción de los Estados Unidos, Japón y Alemania en toda la economía mundial (juntos representan más o menos la mitad del PNB mundial, según las estadísticas internacionales), si esas economías se consideran sostenibles (al ser su ahorro mayor que la depreciación de ambos tipos de capital), entonces seguramente toda la economía mundial será sostenible. Los magníficos ahorros de Japón y Alemania han sido capaces de compensar la depreciación del capital natural de todo el mundo. Así, la depreciación del capital natural de Nigeria y de Indonesia, que son dos economías dependientes de la extracción y exportación de recursos naturales, se considera en ambos casos equivalente a 17% de su ingreso total, que es pequeño en comparación con los ahorros de Alemania o Japón. Así pues, una economía mundial basada (en los países ricos) en la energía del petróleo, del gas, del carbón y en la energía nuclear, se considera sostenible (en el sentido débil) porque esa riqueza crematística proporciona ahorros y, por tanto, inversiones que compensan el deterioro del capital hecho por los humanos y del capital natural.

La ideología de la sustentabilidad débil tiene dos elementos principales. Uno es la posibilidad de sustitución de los bienes ambientales por capital manufacturado, con la pretensión de ser capaces de medir en valor monetario esos bienes ambienta-

les y su deterioro. Esto no es más que una aplicación de los modelos de crecimiento que hemos visto antes, que incorporan como *supuestos* una determinada sustituibilidad entre capital natural y fabricado. Pero la naturaleza juega un papel mucho más amplio que la mera aportación de *inputs* para producir bienes y servicios. Si tenemos en cuenta este papel más amplio, el supuesto neoclásico de sustituibilidad es particularmente inapropiado: aun si existiese un alto grado de sustituibilidad —más que complementariedad— entre el capital fabricado y una parte del capital natural, tendría que convenirse que existe un capital natural "crítico" que es insustituible, lo que, como mínimo, obligaría a complicar los modelos y pondría en cuestión sus conclusiones.²⁶

El segundo elemento es más sutil. La ideología de la sustentabilidad débil apoya implícitamente la tesis de que la riqueza es buena para el ambiente, porque proporciona dinero para corregir el deterioro ambiental. El corolario de ese segundo elemento es que los pobres son demasiado pobres para ser "verdes" o, dicho de otro modo, que la pobreza es la mayor enemiga del ambiente, más que la riqueza. Esa ideología no tiene mucho apoyo en los hechos, a pesar de los intentos numéricos de David Pearce y sus colegas.

Para medir la sustentabilidad no podemos apoyarnos en estimaciones caprichosas del desgaste del capital natural, sino que

²⁶ En su excelente artículo sobre el concepto de "sustentabilidad débil", Maite Cabeza analiza, entre otros aspectos, las consecuencias que tendría incorporar tres categorías de *inputs* (además del trabajo), es decir, capital fabricado, capital natural crítico y capital natural no crítico:

La teoría de la producción aporta importante clarificación sobre cuáles son las fuertes implicaciones de la agregación de diferentes categorías de *inputs*. En particular, sabemos que agrupando dos subcategorías de *inputs* e introduciéndolas en la función de producción como una sola categoría estamos implícitamente adoptando el supuesto de que la función de producción es separable respecto a dichos *inputs*. Ello significa: *i*) la relación marginal de sustitución entre capital natural crítico y no crítico es independiente de los cambios en el nivel de capital fabricado, y *ii*) la elasticidad de sustitución entre capital natural crítico y capital natural no crítico es mucho mayor que la que se da entre cualquiera de estos dos *inputs* y el capital fabricado. Este es definitivamente un supuesto muy restrictivo que debe tenerse presente cuando se discute sobre la robustez del modelo.

M. Cabeza Gutes, "The concept of weak sustainability", *Ecological Economics*, vol. 17, 1996, p. 152.

debemos recurrir a indicadores físicos, químicos, biológicos, con la advertencia muy importante de que no existe un indicador biofísico de sustentabilidad que pueda englobarlos todos.

*Sustentabilidad y optimalidad intertemporal,
según la perspectiva neoclásica*

Para completar la explicación sobre la perspectiva neoclásica, hace falta una breve referencia a la segunda de sus grandes preocupaciones: la de definir sendas *óptimas* de utilización de los recursos no renovables desde un punto de vista maximizador del bienestar intertemporal. Ello depende, por supuesto, de cómo se defina la función de bienestar social.

Una perspectiva, la de Solow en su artículo de 1974, es adoptar un criterio *plus Rawlesien* que *le Rawls*:²⁷ aplicar el principio maximin no de forma intrageneracional sino intergeneracional. Cualquier política que mejore a la generación que sale peor libra-da aumentará el bienestar social. El criterio lleva a la conclusión de que lo óptimo es asegurar, si es posible (como efectivamente lo es en la mayoría de modelos neoclásicos) un consumo sostenible, el máximo consumo *sostenible* a lo largo del tiempo.

Otra perspectiva, la utilitarista, consiste en admitir "compensaciones" entre generaciones. El objetivo es maximizar

$$\int_0^{\infty} U_t \cdot e^{-\pi t}$$

donde r es la tasa de descuento, y la utilidad de cada periodo t se considera función creciente del consumo, aunque se supone que crece menos que proporcionalmente al consumo (la utilidad o "felicidad" marginal del consumo es positiva pero decreciente). Reducir el bienestar de una generación es justificado si con ello se aumenta suficientemente el bienestar de otra. Dado que generalmente se asume una tasa de descuento positiva, las

²⁷ R. M. Solow, "Intergenerational Equity and Exhaustible Resources", *Review of Economic Studies*, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, 1974, p. 30.

utilidades de las diferentes generaciones cuentan de forma diferente. La lógica es la siguiente: una alteración en el consumo ha de dar lugar, mediante la inversión, a un aumento del consumo futuro lo suficientemente grande para que, a pesar de que el bienestar futuro importe menos, compense la limitación al consumo actual. Todo depende de las especificaciones concretas del modelo, pero un resultado típico es que, incluso si es posible el consumo sostenible, la sustentabilidad no es óptima, y lo *óptimo* sería que el consumo disminuya a partir de un determinado momento. Cuanto mayor es la tasa de descuento, más pronto (quizá desde un primer momento) ocurrirá que —según la trayectoria óptima— el consumo per cápita empieza a crecer para, finalmente, tender a cero (!). El sorprendente comentario de Dasgupta y Heal sobre este resultado, de consumo decreciente a partir de un determinado momento, es el siguiente: "la implicación de una tasa de impaciencia positiva es que, *visto desde el momento presente*, ¡esto no sólo no es desastroso sino deseable! Si la tasa refleja la posibilidad de la extinción futura, ¡la probabilidad de que generaciones situadas en el futuro muy distante existan también tenderá a cero!"²⁸

En contraste con la posición anterior, vale la pena citar de nuevo a Nicholas Georgescu-Roegen, quien, en un coloquio científico en 1977, puso el siguiente ejemplo:

Pongamos un ejemplo elemental. Consideremos una población de tres individuos, en la que cada día morirá uno de ellos. Si entre los tres tienen seis raciones diarias de comida, ¿cómo tendrían que distribuir las? La distribución tendería que hacerse descontando el futuro según la probabilidad de supervivencia. Lo que da la distribución de 3, 2, 1, y no la distribución igualitaria 2, 2, 2. Vemos, pues, que la moralidad del *carpe diem* tiene mucho sentido, ya que los humanos somos mortales. Ahora bien, para las entidades casi inmortales, como

²⁸ P. Dasgupta y G. Heal, *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Cambridge University Press, 1979, nota 15, p. 299. Sin embargo, el comentario de Arrow *et al.*, sobre el tema es el siguiente: "la probabilidad de la extinción humana parecería tan pequeña (en especial dentro de un periodo de 200 o 300 años) que la magnitud cuantitativa del descuento por este motivo sería probablemente demasiado pequeña" (K. J. Arrow, W. R. Cline, K. J. Maler, M. Munashinghe y J. E. Stiglitz, "Intertemporal Equity and Discounting", en M. Munashinghe (ed.), *Global Climate Change: Economic and Policy Issues*, World Bank Environment Paper, núm. 12, Washington, 1995, p. 24).

son la nación y aún más claramente la humanidad, el descontar el futuro es erróneo desde cualquier punto de vista [...] Naturalmente, si todas las utilidades futuras son tratadas de igual manera, entonces la elegante solución de Hotelling no sirve de nada. El foco del problema cambia por completo. La solución analítica es distribuir los recursos con igualdad a lo largo del tiempo, aunque en ese caso un horizonte temporal infinito lleva al resultado paradójico de que cada año se puede consumir una cantidad nula [o infinitesimal] de recursos... [Quizá] en lugar de basar nuestras recomendaciones en el principio archaisado de maximizar la "utilidad", tendríamos que minimizar el arrepentimiento futuro. Esta parece ser la única receta razonable, no creo que pueda llamarse racional, para afrontar la incertidumbre más incierta de todas, la incertidumbre histórica.²⁹

LA RELACIÓN ENTRE POBREZA Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL

Como hemos visto, ha habido propuestas de indicadores monetarios del estado del ambiente y de la sustentabilidad como un todo (como las estimaciones de David Pearce de la sustentabilidad en sentido débil), que son intentos complementarios de los esfuerzos por lograr un PIB "verde" mediante las correcciones sugeridas por El Serafy u otras correcciones (véase el capítulo II). Pero esos intentos tropiezan con la arbitrariedad de los valores monetarios actualizados que se otorgan a los recursos y servicios ambientales. Tales indicadores monetarios solamente son creíbles en audiencias cautivas de economistas profesionales, pero no son útiles para la política ambiental. Hay que optar, por tanto, por indicadores físicos. Entonces surge una cuestión interesante, el de la relación entre el nivel de riqueza y la problemática ecológica. En el debate uno puede encontrar posiciones muy diversas. Ha habido muchos intentos de probar que la riqueza no es en sí nociva para el ambiente, y que la pobreza sí lo es: el Informe Brundtland puso mucho énfasis en esa imagen del pobre que cocina su última comida con el último árbol de la aldea.³⁰

²⁹ Nicholas Georgescu-Roegen, "Comments on the papers by Daly and Stiglitz", en V. Kerry Smith (ed.), *Scarcity and Growth Reconsidered*, Johns Hopkins Press, Londres, 1979, pp. 95-105.

³⁰ G. H. Brundtland, *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford (*Nuestro futuro común*, Alianza, Madrid, 1988).

La cuestión puede, empíricamente, enfocarse desde dos puntos de vista, muy interrelacionados entre sí pero no idénticos. El primero es el de la utilización de recursos, el segundo el de la degradación ambiental.

Desde el punto de vista de la presión sobre los recursos renovables y no renovables, la conclusión parece clara: es la riqueza y no la pobreza la causa del agotamiento de los recursos. El flujo de recursos naturales desde el Sur hacia el Norte ha crecido históricamente. Las economías ricas no se "desmaterializan" y, por ejemplo, el consumo energético per cápita de los países ricos es muchísimo mayor al de los países pobres (incluso si tenemos en cuenta que las estadísticas oficiales infravaloran, u olvidan, el uso de leña en los países pobres) (véase el capítulo I). Es cierto que la deforestación —en parte como resultado de las necesidades de los pobres, pero también de actividades orientadas a la exportación— se concentra *activamente* en los países pobres y que ello se explica en parte porque no pueden acceder a otros recursos energéticos pero, desde una perspectiva global, la causa no es tanto la pobreza como la desigualdad mundial; desde el punto de vista de las conclusiones políticas, si los países pobres se volvieran ricos —y adoptasen tecnologías y modos de vida más próximos a los de los países ricos actuales—, la disminución de la presión sobre los combustibles de biomasa sólo se reduciría si, o bien se agravase otro problema (la presión sobre los recursos energéticos no renovables), o si los países actualmente ricos cambiasen su modelo energético. Además, la sobreexplotación o degradación de otros recursos naturales, como bancos de pesca o suelos fértiles, puede manifestarse muchas veces localmente en los países pobres, pero ser resultado no de la demanda de dichos países sino de la procedente de los países ricos; la riqueza permite escapar muchas veces a la degradación *exportándola* a otros lados. Se dice a veces que las economías pobres dependen más de los recursos naturales, pero en realidad no es que dependan más, puesto que los ricos utilizan más recursos, sino que dependen más de sus recursos locales porque no tienen el mismo poder de compra en los mercados internacionales.

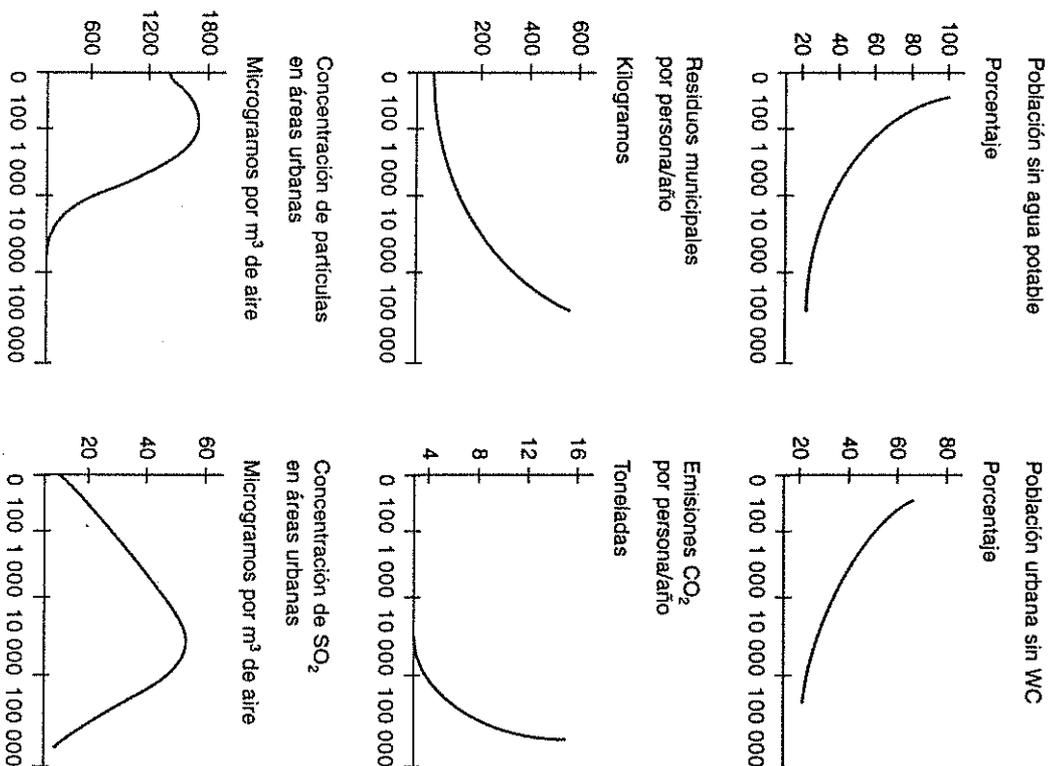
Las afirmaciones anteriores no deben, sin embargo, identificarse con la ingenua posición según la cual todos los pro-

blemas ecológicos de los países pobres provienen de su inserción en la economía internacional y desaparecerían si se "desconectasen" para vivir autárquicamente. La relación entre los recursos locales y necesidades locales puede ser muy problemática —y en principio lo será cada vez más cuanto más crezca la población—, incluso para una población pobre. El creciente consumo material es un problema, pero también lo es la creciente densidad de población (véase la sección siguiente).

Otra perspectiva, la más común, para enfocar el tema es la de seleccionar indicadores de "calidad ambiental" y relacionarlos con algún indicador de opulencia (como el ingreso per cápita). Surge entonces una cuestión interesante. Al crecer la economía, el impacto ambiental aumenta, muchos indicadores físicos empeoran, pero algunos de ellos mejoran y otros presentan una imagen de U invertida. Veamos, por ejemplo, la figura VIII.1 que resume los resultados de uno de los estudios sobre el tema.

La gráfica VIII.1 puede leerse como si llevara a una cierta neutralidad respecto de la tesis de que la pobreza es, más que la riqueza, el enemigo principal del ambiente. Muestra seis distintos indicadores, escogidos no porque sean necesariamente los más importantes. Algunos mejoran al crecer el ingreso: una parte mayor de la población dispone de agua potable y de sistemas higiénicos de evacuación de excrementos (aunque podría discutirse si el *water closet* es realmente el mejor sistema). Otros indicadores empeoran inicialmente al crecer el ingreso: hay más emisión de partículas en gases de los vehículos y mayor emisión de dióxido de azufre en economías de nivel medio, puesto que hay tecnologías que fácilmente corrigen esos efectos a las cuales se dedican recursos cuando el ingreso aumenta. Actualmente está bastante de moda hablar entre los economistas de este comportamiento "en forma de U invertida" entre calidad ambiental y nivel de renta que lleva a una conclusión en principio bastante optimista; con la riqueza llegará un punto a partir del cual se reducirán los problemas ambientales. Ello se conoce como la *hipótesis de la curva de Kuznets ambiental*, en analogía a la curva de Kuznets según la cual al aumentar los ingresos per cápita en un primer estadio,

GRÁFICA VIII.1. La relación entre algunos indicadores ambientales y el ingreso per cápita



FUENTE: Shaik y Bandyopadhyay (para el Banco Mundial), tomado de *Nueva Sociedad*, núm. 122, Caracas, nov.-dic., 1992, p. 195. El eje horizontal mide el ingreso per cápita en dólares, en una escala logarítmica para datos de diferentes países.

aumentaría la desigualdad en su distribución aunque luego se reduciría.³¹

Pero la producción de residuos domésticos (aunque los impactos también dependen de cómo se traten) y la emisión de dióxido de carbono aumentan con el ingreso. Y también lo hacen otros muchos indicadores, como residuos radiactivos, producción de dioxinas y furanos, de óxidos de nitrógeno, metales pesados, nitratos y fosfatos en el agua. Para poner un ejemplo europeo, España es, entre los países de la Unión Europea, uno de los que emiten menores cantidades per cápita de dióxido de carbono que son mucho mayores por ejemplo en Alemania, pero es de los que emite mayores cantidades de dióxido de azufre. No puede, por tanto, generalizarse el comportamiento en forma de U ni mucho menos esperar que el crecimiento económico resolverá automáticamente los problemas. Entre otras cosas hay que advertir de nuevo que, en una economía abierta, la degradación ambiental observada localmente puede reflejar las producciones orientadas a la exportación (a veces llevadas a cabo también por compañías multinacionales) o a la emigración de residuos problemáticos; de manera que la responsabilidad debería situarse más en el nivel de renta de los importadores y no en el de los que sufren las consecuencias, ya que se puede estar "exportando" degradación ambiental.³²

También hay que tener en cuenta que las curvas de la figura son curvas que se ajustan lo mejor posible a los datos empíricos, que no coinciden exactamente con la curva, y que en ellas no se aprecia que, entre países con similar nivel de renta, la situación ambiental —o la contribución a problemas globales— puede ser muy diferente; por ejemplo, las emisiones de dióxido de carbono per cápita en Japón son inmensas desde el punto de vista de la media mundial, pero son mucho menores que las de los Estados Unidos, a pesar de que los niveles de renta son comparables.

³¹ Arrow *et al.*, "Economic growth, carrying capacity, and the environment", *Science*, vol. 268, 1995, pp. 520-521.

³² Para una visión crítica de la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental: D. I. Stern, M. S. Common y E. B. Barbier, "Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets Curve and sustainable development", *World Development*, vol. 24, núm. 7, pp. 1151-1160.

Los datos de la figura son datos transversales o *cross-section* de diferentes países en un determinado momento. Otra perspectiva, que puede dar lugar a una visión diferente, es la *longitudinal*; es decir, la de ver cómo evolucionan determinados problemas a lo largo del tiempo en uno o varios países. Un estudio empírico en este sentido es el llevado a cabo por Bruyn *et al.*³³ En él se analiza la evolución de las emisiones de determinados contaminantes (la variable no es, por tanto, de estado sino de presión) en cuatro países ricos —Holanda, Reino Unido, Estados Unidos y Alemania (Occidental)— en un mismo periodo, entre 1960 y 1993. El ejercicio consiste en correlacionar las tasas de crecimiento de las emisiones de tres contaminantes atmosféricos (SO₂, NO_x y CO₂) en cada uno de los países con diferentes variables, según la siguiente ecuación:

$$\ln(E_t/E_{t-1}) = b_0 \ln(Y_t/Y_{t-1}) + b_1 + b_2 \ln Y_{t-1} + b_3 \ln(P_t/P_{t-1}) + e_{it}$$

donde E se refiere a las emisiones per cápita, Y al nivel de ingreso per cápita, P al precio de la energía y e es el habitual residuo de la estimación.³⁴ b_0 no es más que la elasticidad de las emisiones respecto al crecimiento económico: un valor unitario de b_0 sugeriría que un aumento del ingreso de 1% iría acompañado de un aumento de las emisiones de 1 por ciento.

³³ S. M. de Bruyn, J. C. J. M. van den Bergh y J. B. Opschoor, "Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves", *Ecological Economics*, vol. 25, 1998, pp. 161-175.

³⁴ Quizá la notación logarítmica puede confundir a algún lector. Piénsese que el logaritmo de la relación entre el valor de una variable y su valor el año anterior es el equivalente (en términos continuos) al cambio relativo de la variable, es decir $(E_t - E_{t-1})/E_{t-1}$ (si el logaritmo da, por ejemplo 0,1, la tasa de variación anual es 0,1052). Por tanto, si la única variable significativa fuese b_0 , y la correlación fuese exacta, ello significaría que la tasa de crecimiento de las emisiones per cápita (tanto la instantánea como la anual) es justamente igual a b_0 (o elasticidad) veces la tasa de crecimiento del ingreso per cápita. Si la única significativa fuese b_1 , su valor indicaría que las emisiones per cápita disminuyen a una tasa constante independiente del nivel de ingreso; así, un valor $b_1 = -0,1$ indicaría precisamente que ésta es la tasa de disminución de las emisiones per cápita, es decir que anualmente disminuyen un 0,1052 en tanto por uno o un 10,52%. Si la única significativa fuese b_2 , ello indicaría que si el nivel de ingreso per cápita fuese un $x\%$ superior, entonces las emisiones variarían en una tasa igual a b_2x .

El ejercicio distingue entre el efecto del crecimiento económico, cuya influencia *directa* parece en principio claramente positiva, y la tendencia temporal de las emisiones que quizá se ve influida por la evolución del ingreso per cápita. Uno de los objetivos principales del trabajo es discriminar entre dos posibles hipótesis (o ver si ambas son importantes) sobre dicha tendencia temporal: la primera sería que, en los países estudiados, existe una tendencia a la disminución de la intensidad de las emisiones (es decir, las emisiones por unidad de ingreso) que no está claramente relacionada con el nivel de ingreso: dicha disminución vendría medida mediante el coeficiente b_1 . La segunda hipótesis sería que es el propio nivel de ingreso per cápita el factor explicativo de la disminución de dicha intensidad (en cuyo caso tendríamos que b_2 es significativa y que su valor es negativo).

Antes de entrar en los comentarios sobre lo anterior señalamos que, en todos los casos (excepto uno: las emisiones de SO_2 en Holanda), el modelo funciona bastante bien (aunque en unos casos mejor que en otros), en el sentido de que parece explicar una parte importante de la evolución de las emisiones. Señalamos también que la variable de precios utilizada parece influir sobre la evolución de las emisiones sólo en pocos casos.

Como era de esperar, la influencia directa del crecimiento económico (el valor de b_0) es positiva en todos los casos. En muchos de ellos, además, es muy importante; a veces, incluso, superior a la unidad. En general, esta variable es también más claramente significativa que otras.

Por lo que se refiere a la evolución de la intensidad de las emisiones, y sin entrar en detalles técnicos, sólo en un caso (las emisiones de óxidos de nitrógeno en Alemania) se justifica económicamente incluir los dos parámetros (b_1 y b_2). Podemos distinguir, pues, dos casos principales:

- 1) En cinco estimaciones, el mejor modelo es el que tiene la restricción $b_2 = 0$. En todas resulta, como era de esperar, que $b_1 < 0$.
- 2) En seis estimaciones, el mejor modelo es el que tiene la restricción $b_1 = 0$. En todas estas resulta, como era también de esperar, que $b_2 < 0$.

Por tanto, ¿qué concluir acerca del efecto *total* del crecimiento económico sobre las emisiones atmosféricas a la luz de los anteriores resultados?

Las estimaciones del primer caso sugerirían que el crecimiento económico lleva a un *aumento* de las emisiones, aunque existe una tendencia temporal (¿por el cambio técnico?, ¿por la creciente importancia dada a la política ambiental?) a la disminución de las emisiones por unidad de ingreso, de modo que si el crecimiento económico fuese suficientemente pequeño, sería compatible con una estabilización de las emisiones.³⁵ Por ejemplo, si nos atenemos a los resultados econométricos, en el Reino Unido un crecimiento igual a 1.2% anual comportaría una estabilización de las emisiones de óxidos de nitrógeno; en cambio, las emisiones de SO_2 en los Estados Unidos se estabilizarían para un aumento del ingreso de 3.8 por ciento.

En las estimaciones que se ajustan al segundo caso, sin embargo, el efecto final del crecimiento del ingreso per cápita sobre las emisiones sería, en principio, ambiguo. Por un lado, tendría un efecto directo negativo pero, por otro, a largo plazo sería un factor explicativo de las disminuciones en la intensidad de emisiones (¿por cambios en la estructura económica?, ¿por cambios en las prioridades de la política económica?). Los resultados apuntan, sin embargo, a que a partir de una determinada tasa de crecimiento domina el efecto negativo, de modo que también podríamos definir para cada país y con-taminante, la tasa de crecimiento económico compatible con la estabilización de las emisiones: dados los niveles de renta de 1990 dicha tasa sería de 5.2% para las emisiones de SO_2 en Alemania, pero sólo de 0.3% para las (por supuesto ya completamente insostenibles) emisiones de CO_2 en los Estados Unidos.³⁶

³⁵ La estabilización de las emisiones per cápita (ni tampoco las totales) no significa que sean "sostenibles". Es sorprendente que en el artículo los autores identifiquen la tasa de crecimiento económico que estabiliza las emisiones con la tasa de crecimiento económico sostenible.

³⁶ En realidad, en estos casos, con el propio crecimiento económico disminuiría algo la tasa de crecimiento económico compatible con la estabilización de las emisiones. Sin embargo, la disminución sería tan lenta que podemos seguir considerando que un mayor crecimiento es negativo desde el punto de vista de las emisiones. Véase S. M. de Bruyn, *Economic growth and the environment. An empirical analysis*, Kluwer Academic Publisher (en prensa).

Resumiendo sus conclusiones, los autores dicen: "Con claros costes del crecimiento económico a corto plazo e inseguros beneficios a largo plazo, llegamos a la conclusión de que la presunción de que el crecimiento económico implica mejoras en la calidad ambiental no se ve apoyada por la evidencia de los países investigados en este estudio".³⁷ Estos resultados empíricos se añadirían, según ellos, a las habituales insuficiencias (entre las que es destacable la no consideración de la "exportación" de "insustentabilidad") y problemas teóricos asociados al planteamiento general de la curva de Kuznets ambiental.

Otro estudio longitudinal relevante para la discusión se centra en la evolución de las emisiones de carbono per cápita en 16 países de la OCDE entre 1950 y 1992.³⁸ La interesante conclusión es que en todos ellos (con una única excepción) una de las características de la dinámica de las emisiones es que el año 1973 se comporta como un "atractor", es decir, en ese año se produce claramente un cambio de comportamiento en relación con las tendencias anteriores. Los detalles de cada evolución son muy diferentes, pero de manera común las emisiones per cápita inician una nueva trayectoria a partir de 1973 (que, en algunos casos, supondrá otros riesgos ambientales, como cuando aumenta el uso de la energía nuclear). Es evidente que ello se explica por un *shock* común que afecta a economías con muy diferentes niveles de ingreso per cápita; el nivel de dicho ingreso no es, pues, la variable relevante para explicar el cambio de comportamiento. La idea de que las trayectorias de las emisiones cambian debido a *shocks* es aplicable a muchos otros casos. En sistemas socioeconómicos complejos los posibles *shocks* son de muy diverso tipo. Así, en el caso de los CFC el determinante que afectó al mismo tiempo a todas las economías industriales fue claramente el consenso científico que forzó el convenio internacional para restringir y eliminar su uso; en otros casos, el *shock* sería un cambio en la política ambiental de un determinado país.

Es necesario darse cuenta que los impactos ambientales a los que se presta atención, y los límites que política y social-

³⁷ S. M. de Bruyn *et al.*, *op. cit.*, p. 173.

³⁸ G. C. Urru y W. R. Moonaw, "An alternative analysis of apparent EKC-type transitions", *Ecological Economics*, vol. 25, 1998, pp. 221-229.

mente se establecen, obedecen a procesos un tanto *ad-hoc*. No hay una lógica general. Por ejemplo, en la Unión Europea podemos comparar los casos siguientes.

Para el dióxido de azufre las "cargas críticas" del modelo RAINS y un complejo proceso de negociación interestatal para reducir con éxito las emisiones (de las grandes centrales térmicas) con base en esa información científica. Los países de la UE firmaron, en un marco europeo occidental y oriental, el convenio sobre contaminación transfronteriza a larga distancia comprometiéndose a reducir las emisiones en 30% para 1993, respecto a 1980, lo que se cumplió.³⁹

Para los óxidos de nitrógeno los objetivos y los logros, en cambio, son mucho menos ambiciosos, dado que la principal fuente de crecimiento de las emisiones es el tráfico rodado sobre el que hay políticas que, de hecho, lo favorecen.

Para el dióxido de carbono y la amenaza de aumento del efecto invernadero, el límite arbitrario, después de Río, igual a las emisiones de 1990 y la infructuosa discusión sobre la *eco-tax*. Se aprobaron en Kyoto, a final de 1997, moderados objetivos de reducción para el conjunto de la UE distribuyendo los derechos entre los diferentes países, atendiendo sobre todo al nivel relativo de emisiones y de riqueza (con lo que se permite a España aumentar sus emisiones) (véase el capítulo siguiente).

Para la producción de residuos radiactivos no hay límite ni política europea, aunque puede haber políticas nacionales (como los referendos en Italia, Suecia y Austria o la decisión del actual gobierno alemán de negociar una lenta jubilación de las centrales nucleares). De hecho, según el Tratado de Maastricht, las cuestiones de política energética común requieren la unanimidad.

CAPACIDAD DE CARGA Y DEMOGRAFÍA HUMANA

Quando se habla de sustentabilidad se utilizan muchos indicadores, por ejemplo, las emisiones atmosféricas a las que antes nos referíamos. Podríamos añadir también la pérdida de tierra

³⁹ Agencia Europea de Medio Ambiente, *Medio Ambiente en Europa: segunda evaluación. Resumen preliminar*, Copenhague, 1998.

agrícola, por la desertización y la urbanización, y la disponibilidad de agua (comparando lluvia y extracción). Podríamos tratar de establecer como indicador el costo energético de la agricultura (calculando el creciente costo en kilocalorías para obtener kilocalorías de la alimentación). Podríamos construir indicadores de erosión genética o pérdida de biodiversidad (tanto en la agricultura como en la vida silvestre). O podríamos intentar elaborar índices físicos globales de sustentabilidad, como los que luego revisamos (p. 409 y sig.). ¿Podrían agregarse esos indicadores físicos, biológicos, químicos? Creemos que no. Además, no todos se mueven en la misma dirección.

Se podría preguntar: ¿por qué tantos índices? ¿No podría haber un índice físico único del impacto humano sobre el ambiente, utilizando el concepto de capacidad de carga, como se define en la ecología: la población máxima de una especie (por ejemplo, ranas en un lago) que puede mantenerse sosteniblemente en un territorio dado sin deteriorar su base de recursos? La respuesta es que, aunque es evidente que la población humana no puede crecer sin límite, la definición de capacidad de carga es difícil de aplicar para los humanos por varias razones.

Primero, la aptitud humana de establecer grandes diferencias en el uso exosomático de energía y materiales significa formularse la pregunta: ¿máxima población con qué *consumo*? Es obvio que la cantidad de población mantenible con el estándar de vida de la población rica del mundo es mucho menor que la mantenible en un nivel próximo a la subsistencia.

Segundo, las *tecnologías* humanas cambian a un ritmo mayor que entre otras especies. La capacidad de carga de humanos en las sociedades cazadoras-recolectoras era mucho más pequeña que la de las sociedades agrícolas, y los cambios en la agricultura también la ampliaron. Por eso, una objeción al uso del concepto de capacidad de carga es la tesis antimalthusiana de Boserup,⁴⁰ según la cual los cambios en los sistemas agrícolas, definidos como la disminución del período de rotación, se veían como una respuesta al aumento de población y permitían sustentar a una población creciente: una mayor presión demográfica creaba el incentivo necesario para el cambio tecnológico.

⁴⁰ E. Boserup, *Las condiciones del desarrollo en la agricultura*. Tecnos, Madrid, 1967.

co hacia una mayor producción agraria. Creemos que la tesis de Boserup era muy pertinente hasta que cambiaron las técnicas agrícolas, alrededor de 1840, cuando los insumos *exterros* a la agricultura fueron el rasgo distintivo de la nueva tecnología basada en el nuevo conocimiento de la química agrícola.

Tercero, los *territorios* ocupados por los humanos no están dados, somos capaces de competir con otras especies a las que arrinconamos como lo muestra el índice de Vitousek *et al.*, de la apropiación humana de la producción primaria neta de la biomasa (véase p. 409). Asimismo, en la especie humana hay una determinación política respecto a cuáles territorios están cerrados y cuáles están abiertos a los migrantes y para qué tipo de ellos. Mientras algunos ecologistas darwinista-sociales, como Garrett Hardin, predicaban la llamada *life-boat ethics* (los ricos evitarían la entrada de los pobres en su bote salvavidas), Nicholas Georgescu-Roegen apoyó la libre migración como un derecho humano básico. La territorialidad humana está construida social y políticamente. Esto explica por qué la migración de Suecia a España o viceversa es hoy día libre en la Unión Europea, mientras que cada año muchas personas mueren tratando de cruzar ilegal, pero naturalmente, de Marruecos a España y de México a los Estados Unidos.

Todavía hay otra razón para que la noción de capacidad de carga no sea aplicable directamente a los humanos para un territorio específico: el *comercio internacional*. El comercio puede verse, de hecho, como una apropiación de la capacidad de carga de otros territorios, como veremos al discutir el intercambio ecológico desigual y la huella ecológica y el ecospacio. No obstante, aún desde el punto de vista estrictamente biorregional podría argumentarse, como lo hizo Pfaunder en 1902, que si a un territorio le falta un elemento muy necesario que es muy abundante en otro lugar, entonces la ley de Liebig del mínimo recomendaría el intercambio y, por lo tanto, la capacidad de carga de todos los territorios sumados sería mayor que la suma de las capacidades de carga de todos los territorios autárquicos. Entre los dos extremos, la completa globalización del comercio o la autarquía regional, cabe una posición ecológica sensata que se vincula con propuestas recientes de comercio justo y ecológico provenientes de numerosas organizaciones no gubernamentales.

También algunos autores que tienen una formación biológica, como Paul Ehrlich y sus colaboradores, se han dado cuenta con los años de las insuficiencias de la noción de capacidad de carga aplicada a los humanos. Por eso, proponen la fórmula $I = PAT$, donde I es el impacto humano sobre el medio ambiente, P es la población humana, A la "afluencia", renta o riqueza per capita y T la tecnología. Se ha dicho que, en comparación con otros índices físicos, la fórmula $I = PAT$ va más por el lado de una metáfora, recurso didáctico simbólico,⁴¹ con algunas variables que parecen ser mensurables pero que no lo son: por ejemplo, T representa el efecto de la tecnología sobre el medio ambiente, pero ¿en términos de intensidad de materiales, de intensidad energética, de biodiversidad?... En la versión controlable del modelo, T no se mide sino que se deduce a partir de las otras tres variables, se calcula como igual a la relación I/PA —es decir, entre impacto ambiental y riqueza o renta total— que depende, se mida como se mida, no sólo de factores tecnológicos sino también de la estructura del consumo y la producción. De hecho (hasta donde tenemos conocimiento) no hay trabajo que aplique la fórmula de Ehrlich en la práctica como índice global de impacto ambiental, aunque sí hay interesantes trabajos aplicados a algún factor específico de presión ambiental, como las emisiones de CO_2 o el uso de determinados pesticidas.⁴² Pero un factor de presión puede disminuir "sustituido" por otro.

Este comentario no significa negar la importancia del crecimiento de la población humana. Desde que Paul Ehrlich publicó *The Population Bomb* en 1968, ha sido común en muchos países del Tercer Mundo, entre los viejos izquierdistas y también entre feministas, la referencia negativa al neomalthusianismo. Es cierto que el neomalthusianismo oficial de hoy se ha dirigido principalmente contra las mujeres pobres, desde el extranjero, o desde el Estado (como en China). Esto ha provocado terribles abusos, como el infanticidio femenino y las esterili-

⁴¹ F. Duchin, "Ecological Economics: The Second Stage", en R. Costanza, O. Segura y J. Martínez-Alier: *Getting down to Earth. Practical Applications of Ecological Economics*, ISEE, Island Press, Washington, 1996, p. 289.

⁴² T. Dietz y E. A. Rosa, "Reinventing the Environmental Impacts of Population, Affluence and Technology", *Human Ecology Review*, verano/otoño, vol. 1, 1994.

zaciones forzadas. También existe a menudo una falta de respeto por las difíciles circunstancias demográficas de muchos grupos del mundo, sobrevivientes del expansionismo europeo. Los indígenas americanos con los que se ha tenido contacto en las últimas décadas todavía padecen, invariablemente, el colapso demográfico que sufrió la mayoría de la población de América y Oceanía hace siglos. Existen brotes de nuevas enfermedades (como el sida) o viejas enfermedades (como la malaria) favorecidas por el cambio climático,⁴³ y es posible que África, al sur del Sahara, entre en un declive demográfico por esas terribles razones.

La expresión "neomalthusianismo" no es una novedad surgida durante los años 1960 y 1970. Hubo un movimiento neomalthusiano que vio el incremento de los pobres como una amenaza a la salud mental y física de la humanidad. "Naturalizaron" la inequidad social, atribuyendo la pobreza a genes defectuosos. Pero hubo otro movimiento neomalthusiano que luchó por el control de la natalidad en contra de la oposición de la Iglesia y del Estado, particularmente en el sur de Europa y América Latina. Aquellos que se llamaban a sí mismos neomalthusianos a fines del siglo XIX y principios del XX fueron, con frecuencia, feministas anarquistas que defendían lo que hoy se conoce como "derechos reproductivos"—el derecho de las mujeres a decidir el número de hijos que desean tener—y que discutían los derechos reproductivos en un contexto ecológico. Activistas como Emma Goldman tomaron parte en congresos neomalthusianos. Activistas como Luis Bulffi publicaron (precisamente en Barcelona) revistas como *Salud y Fuerza*. *Revista neomalthusiana* (y fueron encarcelados), mientras que María Lacerda de Moura, una feminista brasileña, publicó en Brasil (y se tradujo al español) títulos como *Amaos y no os multipliquéis*. Es decir, amaos más y no os multipliquéis tanto. La demografía humana es distinta que la de las ranas en un lago: es más reflexiva.

⁴³ R. Lewontin y R. Lovins, "El regreso de viejas enfermedades y la aparición de otras nuevas", *Ecología política*, núm. 12, 1996.

ECONOMÍA ECOLÓGICA
Y PLANIFICACIÓN URBANA

La economía convencional sostiene que, al aumentar la productividad en la agricultura y ser la elasticidad-ingreso del consumo de alimentos, en conjunto, muy baja, la agricultura expulsa población activa. Eso está en la raíz de la urbanización que, en parte, aumenta también por el propio crecimiento demográfico. Así, si en China o en la India la población activa agraria descendiera a un porcentaje inferior al 20 o hasta al 10%, entonces veríamos, si se mantiene la actual jerarquía de ciudades, conurbaciones de 40 o 60 millones de habitantes, que no tienen precedentes. Nótese que hoy en día las ciudades más grandes (Nueva York, Tokio, São Paulo, México) no están en los países de mayor población, pero eso es así porque los países más poblados (India, China) mantienen aún una población activa agraria muy alta, además de las restricciones internas a la emigración en China. Así pues, a menos que, al amparo de la crítica ecológica y gracias a movimientos agraristas, se logre rápidamente una revaloración de la producción agraria tradicional, el camino señala hacia una urbanización creciente y sin precedentes de la población mundial. ¿Cuáles son las líneas de pensamiento y planificación que guiarán ese proceso?

¿Cabe hablar realmente de "ciudades sostenibles"? ¿No son las ciudades ecológicamente insostenibles por definición? ¿Hay que ver las ciudades como "parásitos" que chupan energía y materiales y excretan residuos, o más bien, para usar otra metáfora, como "cerebros" que, con su metabolismo más intenso, consiguen convertir la energía y los materiales en informaciones útiles para el desarrollo sustentable de todo el sistema del cual forman parte? En la economía urbana convencional se hace mucho hincapié en las externalidades positivas de la aglomeración que pueden convertirse en negativas. Pero en la economía ecológica vamos más allá del estudio de esas reper-

cusiones económicas indirectas, e intentamos decir algo más sistémico sobre las ciudades, viendo su economía dentro de un marco físico.

Durante mucho tiempo la planificación urbana se ha hecho a espaldas de las consideraciones ecológicas, y eso ha sido particularmente así en la época "corbuseriana", es decir, a partir de las décadas de 1920 y 1930. La Carta de Atenas, en 1933, consagró el principio de separación de las distintas zonas de la ciudad —como las zonas de dormitorio, las industriales, las de diversiones, o las de adquisición de mercancías (en los *malls* a los que se tiene acceso sólo en automóvil)—. Esa separación incrementa los viajes dentro de las conurbaciones, que en la era del automóvil privado iban a ser facilitados por las redes de autopistas urbanas. La ciudad crece en forma de *urban sprawl* o de "mancha de aceite" (un término introducido en 1955 por el sociólogo W. F. Whyte con referencia a Los Angeles).

El modo de *transporte* tiene una influencia enorme en la calidad ambiental de las ciudades, por lo que el automóvil ha sido, en los países ricos, el gran agente del *urban sprawl*. Pero todavía son pocos los movimientos sociales urbanos de gente pobre contra el automóvil privado que les perjudica. Los ciclistas pobres de ciudades asiáticas, que van al trabajo en bicicleta para ahorrar el precio del mal transporte público, son atropellados por autobuses o automóviles privados con cierta frecuencia con indemnizaciones muy baratas; además, el trato a los peatones no es mucho mejor. Las mujeres tienen, por lo general, menor acceso al automóvil privado.

Actualmente hay un amplio movimiento internacional en favor de la "sustentabilidad urbana", el cual se enfrenta al antiecológico que caracteriza tanto la teoría urbanística de Le Corbusier como la práctica de muchas ciudades que han seguido el camino de Los Angeles. Este nuevo movimiento nace al amparo de la Agenda 21, introducida en la conferencia de Río de Janeiro de 1992. Uno de los instrumentos preferidos de ese movimiento de "sustenta-

bilidad urbana" es el cálculo de la "huella ecológica", tal como lo han desarrollado Rees y Wackernagel.⁴⁴

El propio William Rees reconoce que sus ideas (aunque no sus cálculos detallados) estaban ya presentes en el movimiento de planificación urbana anterior al "corbuserianismo", representado por autores como Patrick Geddes y Ebenezer Howard (el creador de la "ciudad-jardín"), hace ahora cien años. Se trata, pues, de volver a ese pasado, pero añadiendo nuevos instrumentos de evaluación y usando la tecnología moderna que puede llevar a una mayor sustentabilidad urbana.

Entre 1898 y 1902, Ebenezer Howard publicó las dos primeras ediciones de su libro *Garden Cities of Tomorrow*. En su utopía practicable, Howard proponía la teoría de la "ciudad-jardín", que no quiere decir el suburbio ajardinado con-tiguo a la metrópolis en la pauta estadounidense de *urban sprawl*, sino la creación de nuevas ciudades separadas de las conurbaciones por un amplio territorio donde la urbanización y la edificación estarían prohibidas. Howard propuso así la existencia de *greenbelts*, de cinturones verdes agrícolas y forestales, con unas fajas de decenas de kilómetros para evitar la extensión de las conurbaciones en mancha de aceite. Tales cinturones podrían servir como fuentes de alimento y sumideros de residuos. Para Howard, las nuevas ciudades-jardín, separadas de las metrópolis, mantendrían la titularidad pública del suelo, de manera que el incremento de rentas diferenciales por el uso urbano de suelo se revertiría en la administración de la propia ciudad y no en beneficio privado. Los habitantes de las nuevas ciudades serían usufructuarios de los solares, no propietarios.

Evitar la extensión ilimitada de la "conurbación", tal era el propósito de la teoría de la ciudad-jardín. La palabra "conurbación" había sido introducida por Patrick Geddes (el autor de *Ciudades en evolución*, 1915, heredero

⁴⁴ Véase un resumen de sus ideas en la p. 413 del presente libro, y en el artículo "Indicadores territoriales de sustentabilidad", *Ecología política*, núm. 12, 1996.

a su vez de Ruskin y William Morris) para designar el fenómeno advertido en Inglaterra de ciudades que se expandían y capturaban los pueblos y ciudades cercanos, dejando en medio terrenos malogrados y mal definidos. Geddes y su discípulo Mumford pensaban que las tecnologías de la revolución industrial habían llevado a esos desastres, pero una nueva era tecnológica revertiría la tendencia. Sin embargo, sus esperanzas de una descentralización basada en las pequeñas centrales hidroeléctricas fueron negadas por la realidad.

Los principales obstáculos a la aplicación práctica de ese intento de urbanismo antiexpansivo de las ciudades-jardín han sido tres, a nuestro juicio. Por un lado, el aumento de la población inmigrante a las ciudades, particularmente en el sur del planeta, que rápidamente hace obsoletos los cinturones verdes que tratan de contener el crecimiento de la ciudad para acomodar esas mareas humanas. Tales invasiones son producto del crecimiento demográfico y de la diferencia de ingresos entre campo y ciudad, que es efecto de las políticas que se siguen, y de una visión sobre lo deseable de aumentar la productividad (falsamente medida) de la agricultura. Por otro lado, están los intereses privados de capturar las rentas que se conseguirán al urbanizar los terrenos contiguos a las conurbaciones ya existentes, aumentando la extensión de las ciudades, ya sea en terrenos para ricos o en suburbios empobrecidos. En Lima, por ejemplo, observamos no sólo la ocupación de tierras desérticas circundantes sino también la destrucción de las excelentes tierras de cultivo irrigadas, convertidas en nuevas urbanizaciones de clase alta en Monterrico, Barranco, Surco o, más frecuentemente, en miserables "pueblos jóvenes". En tercer lugar, en el plano ideológico, las teorías urbanistas favorables a la expansión de las ciudades ayudan también a ese proceso de extensión ilimitada de las conurbaciones.

Un momento crucial en el debate sobre teorías urbanistas del siglo XX se dio en Moscú, en 1930, un par de años

antes de la reunión que proclamó la Carta de Atenas y tuvo también por protagonista a Le Corbusier. Algunos arquitectos soviéticos habían propuesto la "desurbanización" de Moscú, en el contexto de las polémicas previas a la colectivización del campesinado y a las grandes campañas de industrialización. Se proponía un mayor apoyo a la agricultura campesina y una mayor vinculación entre la vida urbana y la vida rural, evitando el crecimiento de las grandes ciudades. El Partido Comunista de Stalin se mostró totalmente contrario a esas propuestas y contó con el apoyo de Le Corbusier, quien se burló, en una conocida carta a Moisés Ginzburg, de la tendencia "desurbanizadora".⁴⁵ Como puede comprenderse, la tenaza entre el urbanismo occidental expansivo corbusieriano y la crítica desde el estalinismo contra la desurbanización, aplastó políticamente durante 30 o 40 años cualquier intento de plantear un urbanismo alternativo, más ecológico. Pocas escuelas de arquitectura y urbanismo han dado voz a Geddes, Sittte, Howard, Mumford. La teoría de la ciudad-jardín no sólo no fue enseñada sino que fue expresamente tergiversada, como si fuera una "teoría" del suburbio ajardinado contrario a la metrópolis.

Así pues, en las teorías urbanísticas del último siglo discutiremos tres etapas: 1) la tendencia antindustrializadora, preocupada por la contaminación y la producción de residuos, preservadora de los centros históricos medievales en Europa, además de "romántica", pero, al mismo tiempo, científica por ser más ecológica; con nombres como Patrick Geddes y Ebenezer Howard en Gran Bretaña, Camillo Sitte en Europa Central,⁴⁶ y Lewis Mumford (con su movimiento del *regional planning* de la década de 1920). Ellos tenían ya implícitamente una visión ecológica.

⁴⁵ P. Ceccarelli, *La construcción de la ciudad soviética*, Gustavo Gili, Barcelona, 1972.

⁴⁶ Camillo Sitte, *Der Städtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen*, 1a. ed., 1989; reimpresión de la 4a. ed., 1909, Vieweg, Braunschweig-Wiesbaden, 1983.

Frente a la expansión de la conurbación industrial, Geddes y Sitte propusieron el respeto a las formas urbanas medievales "orgánicas", con sus plazas y calles irregulares, su convivencia social en los espacios públicos, y su transporte a pie, mientras que Howard pugnaba por frenar la expansión urbana mediante "cinturones verdes" agrícolas y forestales, más allá de los cuales se crearían nuevas ciudades-jardín que no serían suburbios ajardinados sino todo lo contrario: entidades urbanas lo más autosuficientes posible, dentro de las cuales se realizarían casi todas las funciones urbanas y estarían conectadas con la ciudad central por transporte público. 2) Más tarde, a partir de la década de 1920, el urbanismo expansivo, el elogio al transporte en automóvil, la división espacial de las funciones urbanas, el urbanismo mal llamado "racionalista" de Le Corbusier y sus seguidores. 3) La tercera etapa comienza a surgir de la confusión del posmodernismo entre 1980 y 1990. La planificación urbana corbusieriana está desacreditada y, durante los últimos veinte años, ha triunfado el "haz lo que quieras" posmodernista. De esa confusión surge ahora la tendencia del ecologismo urbano, apoyada en una sólida base de estudios de ecología urbana (como los que comenzó a auspiciar la UNESCO con el programa MAB en las décadas de 1970 y 1980), y en nuevos indicadores e índices de (in)sustentabilidad urbana como la "huella ecológica".⁴⁷

Es importante, cuando se discute la economía ecológica de las ciudades, especificar claramente cuál es la *escala* en la que se miden los impactos. En efecto, consideremos el caso de una ciudad que se expande. Tal vez su antiguo centro se deteriore social y ambientalmente, como ha ocurrido en ciudades estadounidenses y en algunas ciudades latinoamericanas (como Lima o, en cierta medida, la ciudad de México). Puede ocurrir, por el contrario, como

⁴⁷ Véase, por ejemplo, Virginio Bettini, *Elementos de ecología urbana*, edición a cargo de Manuel Peinado, Trotta, Madrid, 1998.

en muchas ciudades europeas, que al tiempo que la ciudad se expande mediante suburbios obreros de clase media, el centro se mantiene en muy buen estado debido a la inversión pública y a sus valores culturales, turísticos y arquitectónicos. Desde el punto de vista ambiental, también es posible que el centro ofrezca mejor calidad del aire, con un descenso del dióxido de azufre y de partículas (como aún no se ha logrado en Santiago de Chile o en la ciudad de México), amplia disponibilidad de agua de buena calidad, muchos espacios públicos verdes bien cuidados, circulación fluida con transporte público y en bicicleta o a pie (como en Amsterdam o en Bolonia, por ejemplo). Posiblemente en el antiguo centro disminuya el hacinamiento anterior (como está ocurriendo en Barcelona, por ejemplo) y la salud pública y la calidad de vida mejoren. Pero si consideramos la conurbación en su conjunto, y acudimos a otros indicadores ambientales, observaremos un deterioro: gran pérdida de tierra agrícola y forestal, pérdida de humedales, aumento de la producción de dióxido de carbono y de compuestos orgánicos volátiles y del ozono superficial (*smog* de Los Ángeles) por la circulación de automóviles y camiones, sacrificio de manantiales locales de agua y, por tanto, traída de agua desde lugares cada vez más distantes, importación de energía nuclear... El estudio de esos indicadores desde una perspectiva multicriterial, en las escalas geográficas pertinentes, ayudará a las decisiones de un nuevo urbanismo vinculado a la ecología.

Así, cuando observamos que la calidad ambiental del centro de una ciudad mejora (por ejemplo, la desaparición en Londres de su *smog*, la presencia de peces en el Támesis), debemos preguntarnos si estamos ante "curvas de Kuznets ambientales" genuinas, que ojalá existan, o si los problemas se están desplazando a otra escala más amplia en el espacio y en el tiempo.

ÍNDICES FÍSICOS DE IMPACTO ECOLÓGICO DE LA ECONOMÍA

Diversos grupos de investigadores han propuesto medidas monetarias para indicar hasta qué punto el estado del medio ambiente y sus funciones, así como los flujos de materiales, energía o actividades relacionadas, pueden acercarse a la sustentabilidad deseada.

La Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta

La Producción Primaria Neta forma parte de un proceso que empieza con la energía que llega desde el Sol. Esta luz se convierte en energía química (materia orgánica) por los productores primarios mediante la fotosíntesis. Parte de esta Producción Primaria Bruta (PPB) es la energía liberada en los procesos respiratorios productores de energía para el funcionamiento del metabolismo de los productores primarios. El resto de la energía es la energía química utilizada para sintetizar más biomasa autótrofa que, a su vez, funciona como sustrato biológico para la obtención de energía química mediante la fotosíntesis y que es la materia orgánica disponible para el resto de los organismos de la cadena trófica.

La PPN puede considerarse, por tanto, como la cantidad de energía que los productores primarios, las plantas, ponen a disposición del resto de las especies vivientes, los heterótrofos (los llamados por los ecólogos "consumidores", un término que poco tiene que ver con el de "consumo" como lo definen los economistas).

En un artículo aparecido en la revista *BioScience* en 1986, Vitousek *et al.* se plantean estimar la apropiación humana de la producción neta primaria total de la biosfera (el HANPP) o AHPPN, según las siglas en castellano. El resultado, con todas las reservas que deban hacerse a un cálculo tan global, indica que la especie humana se apodera de cerca de 40% de esta PPN en los ecosistemas terrestres.

El artículo empieza con la siguiente frase: "El *Homo sapiens* es sólo una de los quizá 5 millones o 30 millones de especies animales sobre la Tierra y, sin embargo, controla una parte desproporcionada de sus recursos".⁴⁸ Como indicador físico de la presión humana sobre el medio ambiente, cuanto más elevado es el HANPP menor es la biomasa disponible para las especies "silvestres". Debido a que el proceso se basa en un flujo de energía, una vez que la PPN ha sido utilizada, no puede utilizarse de nuevo. La deforestación, la expansión de tierras de cultivo, la conversión de ecosistemas naturales en pastos permanentes intensivos, la urbanización y la desertización debida a prácticas agrícolas insostenibles, son ejemplos de cambios inducidos por la actividad humana en los usos del suelo. Cambios que tienen efectos importantes en la diversidad biológica porque no son causados por la dinámica natural de los sistemas ecológicos.

El indicador también puede verse como expresión de los límites al aumento de escala de la actividad económica. Si ya hace años la especie humana estaba utilizando cerca de 40% de la PPN terrestre con consecuencias peligrosas, por lo poco que quedaba a otras especies, es imposible que el mismo tipo de actividad se duplique ni mucho menos se triplique en el futuro. No habría biomasa suficiente para apropiarse (si la eficiencia de conversión de energía solar en nueva biomasa no variara muy significativamente).

En el artículo de referencia se hacen tres cálculos diferentes del HANPP:

1. La utilización directa por los humanos y animales domésticos de biomasa (alimentos, combustible, madera para construcción...).
2. Incluye toda la PPN cooptada por los humanos. Con este término los autores se refieren a la usada directamente (1) más la que es "usada, en ecosistemas dominados por los humanos, por comunidades de organismos diferentes de las que existirían en ecosistemas naturales",⁴⁹ como por ejemplo toda la PPN

⁴⁸ P. M. Vitousek, P. R. Ehrllich, A. H. Ehrllich, y P. A. Matson, "Human Appropriation of the Products of Photosynthesis", *BioScience*, vol. 36, núm. 6, 1986, p. 368.

⁴⁹ P. M. Vitousek *et al.*, *op. cit.*, p. 370.

de las tierras de cultivo, se destine o no a la alimentación humana o del ganado, o el total de la obtenida en plantaciones forestales. Incluye también la materia orgánica destruida por los humanos mediante quema o por cambios en el uso del suelo (como urbanización).

3. En este tercer cálculo se incluye también la PPN potencial, perdida como consecuencia de las actividades humanas. Si, por ejemplo, se urbaniza un área natural, en un primer momento se pierde la materia orgánica acumulada, pero además en el futuro se pierde PPN potencial que también es fundamental para estabilizar (aunque su contabilización es particularmente problemática). Además de la urbanización, se consideran también los procesos de desertización provocados por usos demasiado intensivos del suelo. También se estiman las pérdidas de productividad derivadas de la conversión de ecosistemas naturales a tierras de pastos o a la agricultura (este último aspecto es polémico, porque no todos los autores están de acuerdo en que, en promedio, las tierras agrícolas generen menos PPN que los ecosistemas naturales; algunos piensan lo contrario: que no sólo generan más PPN útil para los humanos sino más cantidad total). Otros aspectos, como los efectos (negativos o positivos) de la contaminación atmosférica sobre la productividad de los ecosistemas, en cambio, no se consideran.

Adviértase que el denominador adecuado para los dos primeros cálculos es la PPN total efectiva, mientras que para el tercero —más relevante pero más difícil de estimar— es la PPN potencial, la que se supone que existiría sin considerar la pérdida debido a las actividades humanas.

La proporción de PPN de la que se apropian los humanos es cada vez mayor, debido al crecimiento de la población, y también por la creciente demanda de suelo para la urbanización, el cultivo de alimentos y granos y para el crecimiento de maderas. En el cuadro se presentan las estimaciones de los autores. Según el tercer cálculo, la HANPP se aproximaba, hace un par de décadas, a 40% para los ecosistemas terrestres. Las estimaciones del artículo para los ecosistemas acuáticos —que no aparecen en el cuadro y para las que no se establece una diferencia entre los tres cálculos— darían un porcentaje mucho más moderado: 2.2% del total se lo habrían apropiado los humanos; aunque

*Apropiación humana de la productividad primaria neta
en el conjunto de ecosistemas terrestres*

(Unidad: 10¹⁵ gramos de materia orgánica)

a) PPN efectiva	132.1
b) PPN potencial	149.6
Apropiación humana	
1) Apropiación directa	5.2
2) Total PPN cooptada	40.6
3) Total PPN cooptada + potencial no producida	58.1
Indicadores:	
(%)	(1)/(a) 3.9%
	(2)/(a) 30.7%
	(3)/(b) 38.8%

FUENTE: estimaciones para finales de los setenta de P. M. Vitousek, P. R. Ehlich, A. H. Ehlich y P. A. Matson, "Human Appropriation of the Products of Photosynthesis", *BioScience*, vol. 36, núm. 6, 1986.

posteriormente otros autores han opinado que la cifra es mucho más elevada, del orden de 8%: en alta mar se situaría en torno a 2%, pero en las áreas más fértiles, plataformas continentales y aguas dulces, la proporción sería de 25 a 34%, comparable con el promedio de los ecosistemas terrestres.⁵⁰

Sería interesante obtener estimaciones para regiones determinadas y tener en cuenta el comercio internacional ("transporte horizontal") de biomasa, sin duda muy relevante en un país como Japón. Se debe considerar cuáles son los distintos usos del suelo para determinar las respectivas productividades. Una vez definidos los distintos ecosistemas de una región, calcularíamos la producción primaria neta de materia orgánica seca de cada categoría de uso del suelo por el área que ocupa. Si el indicador fuera regionalizado, observaríamos probablemente que en América Latina en conjunto, la parte de la PPN apropiada por la población local, es aún mucho menor que en Europa o en el sudeste asiático. Sin embargo, la presión sobre la PPN no sólo proviene de la densidad de población en la pro-

⁵⁰ Citado en L. Brown *et al.*, *La situación del mundo 1998*, Icaria, Barcelona, 1998, p. 125.

pia región, sino de la presión de las exportaciones. Es necesario pues relacionar el HANRP y el "espacio ambiental" (o la "huella ecológica"), y no considerarlo de forma aislada.⁵¹

El espacio ambiental y la huella ecológica

Este indicador, pensado precisamente para el análisis regional, se plantea dar contenido cuantitativo a la siguiente idea: muchas ciudades, países o regiones, viven de forma insostenible, pues para vivir precisan de un espacio mucho más grande del que ocupan; espacio del que proceden sus recursos naturales y al que expulsan sus residuos. Sus formas de vida no son extrapolables a todo el mundo porque no existe suficiente espacio disponible.

Ya hemos visto que la capacidad de carga es la población máxima de una especie que puede sostenerse indefinidamente en un hábitat concreto, sin que disminuya continuamente la productividad de éste o también la máxima carga que puede imponerle la población al medio. Ya hemos visto las dificultades para aplicar el concepto a la especie humana.

El ecospacio o espacio ambiental y la *huella ecológica* se refieren a la demanda de recursos naturales de una economía, expresada en términos de espacio.⁵² Más que preguntar cuál es la población que puede sostener perdurablemente una determinada región o país —lo que depende no sólo de su geografía y recursos sino también de su nivel promedio de consumo exosomático y de materiales, de la intensidad energética y material de las tecnologías empleadas y también del comercio (ya sea la región víctima o beneficiaria del comercio ecológicamente desigual)—, la pregunta de la capacidad de carga se convierte

⁵¹ J. A. Garf en un trabajo de investigación presentado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona en 1999, ha hecho un primer intento en este sentido.

⁵² Ya nos hemos referido antes a las discrepancias entre el tiempo económico y el tiempo ecológico. Los autores que han desarrollado las ideas en torno al espacio ambiental, el ecospacio o la huella ecológica (Opchoor, Rees) estarían de acuerdo en la importancia crucial del tiempo. Sin embargo, para fines prácticos han optado por dar una representación espacial de la carga ambiental de la economía.

en qué extensión debe tener un área para sostener indefinidamente una población dada, con los niveles de vida y las tecnologías actuales.

Las principales categorías de uso del suelo para el cálculo de la huella ecológica serían como sigue:⁵³

- Tierras de cultivo y ganado para producir la dieta presente (también se podría incluir la correspondiente extensión de mar).
- Tierras de plantación de bosques para maderas y papel.
- Tierra ocupada o degradada o construida, como suelo urbano.
- Tierras destinadas a la absorción de emisiones de CO₂ a través de la fotosíntesis o, en su caso, la tierra necesaria para producir el etanol equivalente al consumo actual de energía fósil.

Fijémonos que en el ejercicio de convertirlo todo en términos de espacio, en general se deja de lado la demanda de materiales no orgánicos, aunque sí se considera el uso de combustibles fósiles. Con todo y que nada significaría considerar directamente las cantidades de carbón o petróleo a partir del espacio que ocupa, los que han trabajado el indicador han ideado dos métodos indirectos para traducirlas en espacio. El primero, que es el más utilizado y da un resultado inferior, es intentar estimar cuánta superficie forestal sería necesaria para absorber el dióxido de carbono generado (estimación que depende del tipo de bosque que se considere y de cuál sea su fase de crecimiento); el segundo, en términos de coste de oportunidad, sería el espacio necesario para cultivos destinados a la obtención de combustible. Nótese que sólo se considera el CO₂ y no otros desechos, no por una cuestión de principio sino para simplificar el cómputo. También debe notarse que no se incluye el área de recarga acuífera. (En algunos casos se hacen ajustes algo arbitrarios: así, en el caso de la energía nuclear se considera como si generase una cantidad de carbono a ser absorbida por la masa forestal igual a la que genera algún otro combustible fósil.)

⁵³ Una exposición breve del concepto y método de cálculo se encuentra en W. E. Rees, "Indicadores territoriales de sustentabilidad", *Ecología política*, núm. 12, 1996.

En la ciudad de Rees (Vancouver, Canadá) las cifras correspondientes a estos cuatro elementos por persona serían: 1 hectárea, 0.6 ha, 0.2 ha y 2.3 ha (de un bosque templado de mediana edad), es decir, más de 4 ha por persona.⁵⁴ En Vancouver, Rees obtuvo como resultado de sus cálculos que, según las pautas de consumo actuales, la ciudad se apropiaba de una tierra productiva casi 180 veces mayor que su área geográfica-política. Otros investigadores han obtenido resultados no sólo para otras ciudades o regiones metropolitanas (cuya "huella ecológica" puede ser cientos de veces mayor que sus propios territorios), sino para países enteros; los resultados muestran que varios países europeos densamente poblados o Japón o Corea del Sur ocupan ecoespacios diez o quince veces mayores (como en Holanda) que sus propios territorios.

La relación entre el espacio administrativo de un área y su huella ecológica es un indicador muy gráfico que puede visualizarse fácilmente en un mapa. Sin embargo, dicha relación tenderá a ser más grande en ciudades con estrechos límites administrativos y muy compactas (que no necesariamente son "peores" desde el punto de vista de la sustentabilidad), más bien puede ser el caso contrario). Más significativo es el cálculo del planeoide personal o *huella ecológica per cápita*. Según las estimaciones que se han hecho, este indicador sería de unas 4 o 5 ha para Canadá y los Estados Unidos, de unas 3 o 4 ha para la mayoría de países de la Unión Europea y algo menor, de 2 o 3 ha, para Japón y Corea. Estos valores pueden compararse con la parte equitativa de tierra (*Fair Earthshare*) o área ecológicamente productiva que toca por persona y que seguramente estaría alrededor de 1.5 ha, para así obtener el *déficit ecológico per cápita* o diferencia entre la huella ecológica y el área geográfica disponible por persona, que sería una medida de la distancia a la sustentabilidad o de la disminución de consumo necesario o incremento en la eficiencia material y económica necesarios para eliminar el déficit ecológico.

⁵⁴ Otros ejemplos aparecen en Wackernagel y Rees, *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth*, Gabriola Island, BC, y Philadelphia, PA, New Society, 1995. Véase también, en general, V. Bettini, *Ecología urbana*, Trotta, Madrid, 1998, donde hay un excelente resumen de los trabajos pioneros de ecología urbana de Boyden y Newcombe sobre Hong Kong.

En Alemania, en la discusión sobre el ecoespacio, se hace uso de la palabra *Umweltraum*, que a primera vista no difiere mucho de la palabra *Lebensraum*, proveniente de la ecología científica y usada por los nazis. *Umweltraum* se emplea hoy en sentido opuesto, no como un espacio sobre el cual un pueblo reclama un derecho "natural", sino como una medida de la capacidad de carga que ha sido apropiada o robada, pues en principio pertenece a otros.

*Indicadores derivados de la contabilización
de los flujos de materiales y de energía*

En el primer capítulo presentamos algunos conceptos, datos y problemas metodológicos relacionados con el flujo de energía y materiales en las economías humanas. Aquí podemos relacionar esos análisis con la discusión de los indicadores de sustentabilidad.

Dos primeros indicadores interesantes para tener una idea de los problemas de agotamiento de recursos y de impactos ambientales son la evolución del flujo absoluto de materiales y de energía que utiliza una economía. Sin embargo, sustentabilidad no sólo significa conservar los recursos naturales y limitar los impactos ambientales, sino capacidad para satisfacer las *necesidades humanas*.

Por tanto, es muy interesante trabajar en indicadores como el MIPS (*input* material por unidad de servicio), que ha sido desarrollado en el Instituto Wuppertal.⁵⁵ Este indicador suma todos los materiales utilizados directa e indirectamente ("la mochila ecológica") para cada unidad de servicio productivo medidos en toneladas. Los materiales incluyen minerales, portadores de energía como hulla o petróleo y toda la biomasa; para el cálculo se tiene en cuenta el completo "ciclo de vida" del producto, incluyendo las fases de desecho y reciclaje. Este es el insumo material que *se mide en toneladas*. Compara, por lo tanto, el in-

⁵⁵ F. Schmidt-Bleek, "MIPS-A Universal Environmental Measure?", *Fresenius Environmental Bulletin*, núm. 2, pp. 306-311, 1993; F. Schmidt-Bleek, *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS-Das Mass für ökologisches Wirtschaften*, Birkhäuser, Berlín, 1994.

sumo material medido en toneladas con los servicios proporcionados sector por sector (y, en principio, por toda la economía). Por ejemplo, ofrecer el servicio de viaje de un pasajero por kilómetro, o proporcionar el servicio de espacio para vivir en un apartamento de tantos metros cuadrados, ¿qué cantidad de materiales implica, comparando diferentes regiones del mundo o históricamente? Si el MIPS disminuye significa que las mismas necesidades pueden satisfacerse con menores recursos materiales, lo cual es sin duda un avance hacia la sustentabilidad; sin embargo, si las "necesidades", por ejemplo de movilidad, crecen a un ritmo mayor, entonces lo que por un lado se avanza puede retrocederse por otro (sin estar seguros de que el bienestar se expanda al mismo ritmo que las "necesidades"). Los estudios sobre el flujo de materiales que hemos analizado en el capítulo I corresponden a la idea del MIPS y la extienden a toda la economía.

Por supuesto, se puede objetar que medir toneladas de materiales no dice nada acerca de su toxicidad o de sus residuos. El MIPS debe estudiarse también conjuntamente con otros indicadores sintéticos. Además, cuando se estima el MIPS se encuentran dificultades para determinar los servicios ofrecidos. Por ejemplo, un pasajero por kilómetro podría ser considerado como una clara unidad de servicio, pero tal vez viajar en automóvil (mayor MIPS) o viajar en tren (menor MIPS) deberían ser consideradas experiencias distintas. Las necesidades y los gustos son tan complejos, que se entiende la tentación del economista convencional para considerar sólo las preferencias reveladas en los mercados reales o ficticios a través de la disposición a pagar. Sin embargo, la economía ecológica adopta más bien el principio de la irreductibilidad de las necesidades y considera diferentes formas de cubrir la misma necesidad, por ejemplo de desplazamiento (véase el capítulo I).

Por lo que se refiere a la energía, el EROI, acrónimo acuñado por Charles Hall que significa *Energy Return on (Energy) Input*, fue el primer indicador físico empleado en la economía ecológica en la década de 1970, principalmente por discípulos directos o indirectos de Howard Odum (quien también había visto hacia tiempo las ciudades como importadoras de energía y materiales, en una perspectiva precursora de los cálculos de la "huella

ecológica"). De hecho, la idea de ver la economía de la sociedad humana, y particularmente de la agricultura, como un flujo de energía, se debe al trabajo de Podolsky en la década de 1880 (ya comentado en el primer capítulo). Como se indicó cuando estudiamos los balances energéticos en la agricultura, en la década de 1970 se hicieron diversos estudios de los cuales los más conocidos fueron los de Pimentel,⁵⁶ que mostraban la disminución de la eficiencia de energía en el cultivo de maíz en los Estados Unidos. El insumo de trabajo humano se ha reducido, pero otros insumos de energía en forma de combustible para maquinaria, pesticidas y fertilizantes, se ha incrementado proporcionalmente mucho más que la energía en las cosechas. Con ello se abrió un nuevo y fructífero campo con esos estudios (históricos y transversales) sobre la eficiencia del uso de energía en diferentes sectores de la economía, incluyendo el propio sector energético.

Una de las preguntas interesante es la siguiente: ¿hay una tendencia hacia un aumento del costo energético de obtener energía?⁵⁷ La investigación sobre el tema no tiene que ir asociada necesariamente con la adopción de una "teoría del valor-energía" o con la obsesión de que ella es el "principal" factor en la historia económica (más importante, por ejemplo que la disponibilidad de materiales), o con la visión de que las fuentes de energía son más problemáticas para la sustentabilidad que los sumideros de residuos. El análisis de los flujos de energía —que ha sido una constante de la economía ecológica desde sus inicios, hace más de 100 años— no implica los "dogmas energéticos" denunciados por Nicholas Georgescu-Roegen. Es cierto que en la década de 1970 se pensó que las recomendaciones de política económica y social podrían basarse en el estudio de la eficiencia del uso de energía,⁵⁸ muy cerca de un rena-

⁵⁶ D. Pimentel *et al.*, "Food production and the energy crisis", *Science*, vol. 182, 1973, pp. 443-449.

⁵⁷ C. Cleveland, "Natural resource scarcity and economic growth revised: economic and biophysical perspectives", en R. Costanza (ed.), *Ecological Economics*, Columbia U. P., Nueva York, 1991; C. Hall, C. Cleveland y R. Kaufman, *Energy and resources quality: the ecology of the economic process*, Wiley, Nueva York, 1986.

⁵⁸ H. T. Odum, *Environment, Power and Society*, Wiley, Nueva York, 1971; M. Slesser, *Energy in the economy*, Macmillan, Londres, 1979.

cimiento de la "energética social" de hace 100 años, pero el EROI y otros indicadores energéticos son indicadores (macroeconómicos o sectoriales) que complementan, pero no eliminan a otros indicadores.

Resulta relativamente fácil obtener cifras consensuadas sobre la eficiencia en el uso de energía, pero el significado económico de tales cifras es una cuestión distinta. Max Weber escribió en 1909, que la discusión de Wilhelm Ostwald sobre la historia económica, en términos de un incremento de uso de energía y también una creciente eficiencia en el uso de la misma, era irrelavante, porque la adopción de nuevos procesos industriales o de nuevos productos tenía poco que ver con la eficiencia energética.⁵⁹ Más bien, tenía que ver con relaciones de precios. Hoy día, debería haber más respeto por las propuestas de Ostwald, en cuanto podemos entender que la eficiencia energética, a veces, apunta en dirección contraria a las relaciones de precios, porque la energía es "demasiado" barata como resultado de una discrepancia entre el tiempo biogeoquímico y el tiempo económico: la economía descuenta el futuro.

Naturalmente, a pesar de que se puedan contar todos los tipos de energía en las mismas unidades, no todas las fuentes de energía tienen el mismo significado desde otros puntos de vista. En su uso, algunas formas de energía son más útiles que otras. En su origen, algunas surgen de fuentes no renovables o en su uso tienen impactos más negativos que otras. Ha habido intentos para hacer equivalentes distintos tipos de energía (aparte de su contenido energético), pero los coeficientes para transformar los valores de esos diferentes tipos de energía parecen apoyarse (desde nuestro punto de vista) en decisiones *ad hoc*.

Las contradicciones entre las tendencias de los indicadores son agua para el molino de la economía ecológica, entendida como evaluación multicriterial (véase el capítulo IV). Resulta interesante reflexionar sobre la forma como debe juzgarse un desarrollo, cuando un indicador sintético, como el MRS, mejor, en tanto que otro, el HANPP, se deteriora. Debería aplicarse entonces una evaluación macroeconómica "multicriterio". La commensurabilidad podría lograrse reduciendo tales valores

⁵⁹ J. Martínez Alier y K. Schlupmann, *La ecología y la economía*, FCE, México, 1991, cap. XI.

a un tercer valor más abarcador, pero esto no hace falta para lograr un juicio razonable. Podemos aprender a vivir felizmente con la incommensurabilidad (con la comparabilidad en sentido débil, es decir, con la posibilidad de comparar sin necesidad de reducirlo todo a una misma unidad de medida) y recurrir a algo que se ha llamado "democracia discursiva"⁶⁰ para juzgar si vamos por buen camino.

IX. CONFLICTOS ECOLÓGICOS DISTRIBUTIVOS

COMERCIO INTERNACIONAL Y MEDIO AMBIENTE.

LA "DEUDA ECOLÓGICA"

Las ventajas del comercio internacional.

Viejas y nuevas críticas

EN LA teoría económica, la doctrina sobre las bondades de la libertad del comercio lleva el nombre de "teoría de las ventajas comparativas", desarrollada por David Ricardo. Supongamos dos países, Inglaterra y Portugal. Ambos producen textiles y vino, pero Portugal es capaz de producir los dos productos con un coste inferior. Sin embargo, se demuestra que si hay libre comercio, ambos países pueden ganar ya que cada producto se producirá en el país en el que su coste *relativo* es inferior. Con los mismos recursos que con anterioridad, en la situación de libre comercio, se puede producir globalmente más, gracias a la especialización, y además llegar a acuerdos sobre los precios de intercambio que favorezcan a ambos países. Este es el núcleo de la teoría económica del comercio internacional que ha permanecido invariable durante doscientos años.

La réplica proteccionista no se hizo esperar. El argumento proteccionista más importante es el de la "industria niña". Los costos de producción varían con el tiempo. Si un país no protege su industria naciente, nunca llegará a conseguir los volúmenes de producción que abaraten costos mediante economías de escala. Si, además, añadimos el concepto de "economías externas positivas" (tan destacado por autores como Krugman al explicar los patrones de comercio entre regiones), entenderemos que el desarrollo de determinados sectores tiene efectos benéficos sobre la economía, en términos, por ejemplo, de innovación tecnológica o desarrollo de mano de obra calificada. Especialización implica también dependencia de los mercados internacionales. Aunque a veces ésta bien puede ser compensada

⁶⁰ J. S. Dryzek, "Ecology and discursive democracy: beyond liberal capitalism and administrative state", en M. O'Connor (ed.), *Is capitalism sustainable?*, Wiley, Nueva York, 1994 (versión castellana en *Ecología política*, núm. 16, 1998).

