



## ECOSISTEMAS HUMANOS Y BIODIVERSIDAD

# El metabolismo socioeconómico

**Marina Fischer-Kowalski  
y Helmut Haberl\***

### INTRODUCCIÓN

La aparición del término «desarrollo sostenible» como concepto clave en el debate en torno a problemas del medio ambiente ha estimulado un diálogo interdisciplinario que ha reunido a científicos provenientes de los campos más dispares, y de grupos políticos y sociales en conflicto. Los conceptos de *metabolismo socioeconómico* (básicamente los insumos materiales, el procesamiento y los desechos de las sociedades, y la correspondiente producción energética) y de *colonización de la naturaleza* (actividades que alteran deliberadamente los sistemas naturales con el fin de hacerlos más útiles a la sociedad) que presentamos en este artículo, constituyen intentos de relacionar la noción de «desarrollo sostenible» con características fundamentales de la sociedad, en una perspectiva histórica. Estos conceptos pueden ser útiles para identificar y hacer funcionales objetivos concretos y estrategias para el desarrollo sostenible.

El análisis del metabolismo y las estrategias de colonización de diferentes tipos de sociedades, que se diferencian por

sus modos de producción, sus tecnologías y su estilo de vida, ofrece, como intentaremos demostrar, un marco útil para abordar las razones socioeconómicas y culturales de los problemas del medio ambiente. Nos conduce a la conclusión de que (independientemente del crecimiento demográfico) la escala del metabolismo per cápita de las sociedades industriales debe ser abordado con estrategias de «desarrollo sostenible», y que sólo podemos desarrollar estas estrategias si comprendemos adecuadamente las variables económicas, tecnológicas y culturales de las sociedades industriales, que influyen en este metabolismo y definen sus interacciones.

Hemos procedido de la siguiente manera: la sección 2 explica las nociones de «metabolismo» y «colonización». La sección 3 es un resumen del metabolismo material de las sociedades industriales, utilizando datos de Austria, Alemania, Japón, Holanda y Estados Unidos, y comparándolos con las estimaciones correspondientes a las sociedades de cazadores recolectores y a la sociedad agrícola. La sección 4 define más detalladamente el metabolismo energético de diferentes tipos de sociedades y relaciona a éste con las estrategias de colonización. La sección 5 trata de los mecanismos de retroalimentación entre las sociedades y los sistemas naturales que éstas explotan, y plantea la pregunta de por qué es tan difícil que las sociedades industriales perciban sus problemas de sostenibilidad.

### LOS CONCEPTOS DE «METABOLISMO» Y «COLONIZACIÓN»

Básicamente, el metabolismo es un concepto biológico que se refiere a los procesos internos de un organismo vivo. Los organismos mantienen un intercambio continuo de materias y energía con su medio ambiente que permiten su funcionamiento, crecimiento y reproducción. De manera análoga, los sistemas sociales convierten las materias primas en productos manufacturados, en servicios y, finalmente, en desechos. Esta manera

<sup>1</sup> Marina Fischer-Kowalski y Helmut Haberl trabajan en el Departamento de Ecología Social del Interdisciplinary Institute of Research and Continuing Education (IFF) en Viena, e-mail: socec.iff@univie.ac.at. Marina Fischer-Kowalski es profesora de ecología social, y sus principales centros de interés son los análisis de los flujos materiales, la evolución cultural de las interacciones sociedad-naturaleza, y las interrelaciones de estilos de vida, políticas, y medio ambiente. Helmut Haberl, biólogo, trabaja en energía y medio ambiente, indicadores de sostenibilidad, apropiación de la producción primaria bruta, y la colonización de la naturaleza.

Queremos agradecer a Mart Stewart, de Western Washington University, Bellingham, por sus comentarios a una versión anterior.



## El metabolismo socioeconómico

de referirse a la interacción sociedad-naturaleza como una cuestión de intercambios físicos data de tiempos de Marx y ha conocido un nuevo auge con la «economía ecológica» (Ayres y Kneese 1969, Boulding 1973). Ideas y conceptos similares han sido utilizados en el programa de «El hombre y la Biosfera», de la UNESCO, para el análisis de la ecología de las ciudades (Boyden 1992, Vester 1976).

El análisis del metabolismo de la sociedad proporciona un marco para distinguir entre culturas, sociedades o regiones según sus relaciones de intercambio características con la naturaleza. Primero, podemos observar este metabolismo a «escala» global, en relación con dos aspectos:

1. Productividad de los materiales: El metabolismo social se puede medir como productividad de los materiales (kg/año) para alimentación, vivienda, ropa, construcciones, etc. Esto, desde luego, obedece a la ley de conservación de la masa: El insumo multiplicado por la unidad temporal es igual a la producción (es decir, las emisiones y desechos) más las variaciones de las existencias. A la larga, los insumos son iguales a la producción. La escala del metabolismo de la sociedad es por lo menos igual, aunque suele ser muy superior, a la suma de los metabolismos biológicos de su población.<sup>1</sup>
2. Productividad de la energía: Al igual que cualquier sistema dinámico de existencias y flujos materiales, los sistemas sociales funcionan gracias a un flujo de energía. Todas las sociedades tienen al menos la producción energética que corresponde a la suma de las necesidades de energía biológica de sus miembros. Actualmente, en las sociedades industriales, el insumo energético per cápita suele ser más de 40 veces superior a las necesidades de energía biológica de los individuos.

Los insumos de materiales y energía per capita y año de una sociedad están en gran medida determinados por el modo de producción y el estilo de vida asociado con éste, que nosotros denominamos «perfil metabólico característico» de una sociedad. Los insumos totales de energía y masa de un sistema social son su perfil metabólico característico multiplicado por el tamaño de su población.

Más allá de cuestiones de escala, hay que hacer algunas

distinciones de orden cualitativo. Una sociedad puede vivir de las «fuentes renovables» que puede extraer de la biosfera (o, más estrictamente, de su biosfera local o regional). Este «metabolismo básico» se sustenta en la reproducción natural de los recursos: el agua dulce, el aire, y la biomasa vegetal o animal. Para cada uno de estos recursos existe un «mecanismo natural de reciclaje» que transforma la liberación de desechos del metabolismo social en recursos nuevamente utilizables. La mayoría de las sociedades en la historia humana no tenían más que ese metabolismo básico. Podían agotar los recursos de su medio ambiente si el ritmo de consumo era superior al ritmo de reproducción natural. Por lo tanto, su principal problema ambiental y de «sostenibilidad» era la escasez de recursos.

Por el contrario, un «metabolismo ampliado», se sustenta básicamente en la movilización de recursos desde fuera de la biosfera, los denominados «recursos no renovables», como los combustibles fósiles, los metales y otros minerales de yacimientos geológicos. La noción de «metabolismo ampliado» es similar (pero no idéntica) a la noción de Boyden (1992) de «tecnometabolismo». Existen enormes fuentes de recursos no renovables, que pueden ser explotadas a ritmos muy superiores a su ritmo de reposición natural. Por lo tanto, esta ampliación del metabolismo, en combinación con la innovación tecnológica, es capaz de solucionar problemas de escasez de recursos, al menos provisionalmente, es decir, hasta que se agoten los yacimientos geológicos. Sin embargo, desafortunadamente, hay nuevos problemas que surgen por el lado de la producción que son más importantes: el tratamiento de los desechos y la contaminación.

1. Para definir los flujos materiales desde el medio ambiente al sistema social y de vuelta al medio ambiente, es necesario especificar adecuadamente los límites del sistema. Las diferencias empíricas son notables si esto no se lleva a cabo de forma inequívoca. Nosotros sugerimos definir como existencias físicas de la sociedad su población humana, sus artefactos durables (como edificaciones, infraestructuras y máquinas) y su stock de animales. Por lo tanto, todos los flujos materiales utilizados para producir y reproducir estas existencias, constituyen parte del metabolismo de la sociedad (para más detalles, ver Fischer-Kowalski et al. 1997).



## ECOSISTEMAS HUMANOS Y BIODIVERSIDAD

Desde luego, las emisiones de productos de recursos renovables también puede ser nociva para el medio ambiente, por ejemplo, provocando problemas higiénicos o eutroficación. Sin embargo, la manipulación en la biosfera de materiales que han permanecido almacenados en los estratos del subsuelo durante períodos geológicos, catalizan nuevos procesos biogeoquímicos que sobrecargan la capacidad del ecosistema para adaptarse progresivamente en términos evolutivos. A medida que las cantidades de materiales manipuladas a nivel global aumentan a ritmo exponencial, las interferencias antropogénicas en los procesos biogeoquímicos naturales son cada vez más significativas. Como demuestran Ayres y Simonis (1994), por ejemplo, la cantidad de carbono, nitrógeno, azufre y fósforo movilizadas por el metabolismo social de las sociedades industriales es entre el 5% y varios cientos porcentuales superior al de los procesos naturales. Si bien se conocen los problemas de contaminación locales y regionales desde hace mucho tiempo, los efectos a largo plazo como el cambio climático y el agujero de la capa de ozono son consecuencias recientes de un metabolismo social ampliado a gran escala. También señalaremos que la diferencia entre un metabolismo más o menos básico y un metabolismo ampliado se refleja en las diferencias de percepción de los problemas del medio ambiente, entre los países altamente industrializados, preocupados por los problemas de la contaminación, y los países menos desarrollados, cuyos problemas son la escasez de alimentos y de agua (Redclift 1993).

¿Qué es, entonces, la «colonización»? Para mantener su metabolismo, las sociedades transforman los sistemas naturales de una manera que tiende a optimizar su utilidad social. Los ecosistemas naturales son substituidos por ecosistemas agrícolas (pastizales, terrenos de cultivo) destinados a producir la mayor cantidad posible de biomasa utilizable, o son destinados a suelos para la construcción. Se domestica a los animales, se manipulan los códigos genéticos de las especies para aumentar su resistencia contra las plagas o los pesticidas, o para fabricar pro-

ductos farmacéuticos. Estas interacciones entre sistemas sociales y sistemas naturales no se pueden entender solamente como intercambios metabólicos de materia y energía. Tienen otras características. Pensando en el vocablo latino *colonus*, que significa campesino, hemos denominado «colonización» a este modo de intervención en los sistemas naturales, y lo hemos definido como las actividades sociales que deliberadamente cambian importantes parámetros de los sistemas naturales y los mantienen activamente en un estado diferente de las condiciones que reinarían en ausencia de estas intervenciones (Fischer-Kowalski et al. 1997).

Se puede entender la colonización como una estrategia para garantizar la disponibilidad futura de los recursos naturales. Esta estrategia constituyó la base de la «revolución neolítica», a saber, la «invención» de la cría de animales y de la agricultura. Además de cazar animales cada vez más escasos, y de recolectar plantas comestibles distribuidas a lo largo de grandes extensiones, el hombre capturó y crió cabras y ovejas, y plantó semillas en tierras preparadas para obtener cultivos en grandes concentraciones. En el curso de los últimos diez mil años, la mayoría de las sociedades humanas adoptaron estas estrategias, pero a menudo sólo bajo intensas presiones medioambientales (Vasey 1992). La colonización significa un aumento considerable del trabajo humano. El mantenimiento de sistemas naturales colonizados en un estado socialmente deseable implica la inversión de un esfuerzo más o menos sostenido (y, generalmente, también un esfuerzo de materiales). Además, el intento de controlar ciertos parámetros de un sistema natural puede conducir a los sistemas sociales a una espiral de esfuerzos de control cada vez más exigentes: Una vez que se han plantado las semillas, se debe organizar la irrigación. Cuando se organiza la irrigación, se debe controlar la salinidad de los suelos mediante periódicas inundaciones. Para esto, es necesario construir embalses. Para mantener estos embalses, la sociedad debe contar con trabajadores y con fuerzas de seguridad, y así sucesivamente. Con cada innovación y a cada paso, el riesgo aumenta (Sieferle y Müller-Herold 1996) y también aumentan los esfuerzos requeridos. Aumentar y mantener esa inversión continua impone grandes exigencias a la organización social.<sup>2</sup>

Intuitivamente, nos vemos tentados a pensar en los «sistemas naturales colonizados» en términos espaciales, como la di-

2. Hay un ejemplo histórico representado en el célebre análisis de Wittfogel (1955) de las relaciones entre la necesidad de organizar y mantener grandes sistemas de irrigación y los orígenes de diferencias jerárquicas en los primeros imperios.



## El metabolismo socioeconómico

ferencia entre «tierras cultivadas» y «tierras vírgenes». Si bien este concepto puede ser útil para el análisis del uso de la tierra y la distribución espacial de las actividades sociales, nosotros preferimos una noción más abstracta de «colonización». Las actividades sociales que colonizan los sistemas naturales pueden intervenir en diferentes niveles. Las intervenciones más visibles ocurren en el nivel de los biotopos: la agricultura y la industria maderera transforman deliberadamente los biotopos con el fin de hacerlos más productivos y satisfacer las necesidades de diferentes tipos de biomasa de la sociedad («recursos renovables») y menos productivo para otras biomásas. De la misma manera, las transformaciones que implican la red de agua potable (construcción de embalses, drenajes y desages, irrigación, etc.) intervienen en este nivel. Pero la interferencia también puede producirse en niveles inferiores, como el nivel de los organismos o incluso en el nivel del genoma, lo cual significa una intervención en la evolución biológica (como en el caso de la cría tradicional del ganado o de las modernas técnicas biológicas). Se producen numerosos vínculos entre las estrategias de colonización y la organización social de las sociedades. Históricamente, parece evidente que las sociedades extraen cada vez más sus recursos «renovables» de entornos con un alto grado de colonización. La proporción de la alimentación de los entornos no colonizados (es decir, la pesca, la caza y la recolección) parece disminuir de forma continua,<sup>3</sup> como sucede por ejemplo con la proporción de agua utilizada a partir de fuentes «vírgenes» (por oposición al agua proveniente de infraestructuras técnicas).

Al parecer, el problema de sostenibilidad provocado por el metabolismo social es que su escala supera la capacidad de producción de los sistemas naturales, ya sea en el aprovisionamiento de recursos o en su capacidad de absorción de desechos y emisiones. El problema de sostenibilidad implícito en la colonización, más allá de sus efectos ecológicos (ver sección 4) es que puede superar la «capacidad de producción» del sistema social, es decir la cantidad de trabajo y/o capacidad organizativa disponible.

## EL METABOLISMO SOCIOECONÓMICO BAJO LAS CONDICIONES INDUSTRIALES COMPARADO CON OTROS MODOS DE PRODUCCIÓN<sup>4</sup>

Como hemos señalado, podemos pensar en dos maneras razonables de analizar la escala del metabolismo de una sociedad: podemos calcularla como flujo de materiales o energía y, por lo tanto, contabilizarlas como kilos o Joules al año. Es posible que el mismo material sea parte de ambos flujos (por ejemplo, el combustible mineral), si bien algunos sólo serán relevantes como flujo de materiales (por ejemplo, la grava, la arena), y otros, como la electricidad, pueden ser materialmente irrelevantes, pero una importante fuente de energía.

Los materiales se extraen de la naturaleza, se utilizan y transforman de una u otra manera en la sociedad, y eventualmente vuelven a los ciclos naturales como desechos o emisiones. Utilizando estadísticas económicas habituales, esto puede explicarse en un cálculo más o menos sencillo de insumos de producción/producción en unidades materiales (kg/año) sobre la base de supuestos y convenciones metodológicas que están siendo adoptadas progresivamente a nivel internacional (Adriaanse et al. 1997, Ayres y Simonis 1994, Bringezu et al. 1997). El resultado es un «producto nacional» material, donde en lugar del dinero como unidad contable figuran kilos o toneladas. Dividida por el tamaño de la población, esta cifra proporciona una medida del metabolismo per cápita de un ciudadano medio de esa sociedad, es decir, el perfil metabólico característico.

Este perfil metabólico característico puede ser utilizado, como demostraremos más abajo, para comparar diferentes modos de producción (cazadores y recolectores, sociedades agrícolas) en una amplia perspectiva histórica. También puede servir como una evaluación rápida de la presión que una sociedad

3. Uno de los desarrollos más recientes es la expansión de la «piscicultura».

4. Debido a restricciones editoriales, nos abstenemos de incluir descripciones exhaustivas de los métodos, las fuentes de información y otras numerosas referencias. Escribir a los autores para obtener otros documentos y referencias.



## ECOSISTEMAS HUMANOS Y BIODIVERSIDAD

ejerce sobre el medioambiente. Esto contribuye a nuestra comprensión de las interrelaciones de los procesos naturales, sociales y económicos que son relevantes para el desarrollo sostenible (ver sección 5 de este artículo).

Podemos, desde luego, impugnar el supuesto de que la producción material total de un sistema socioeconómico es una medida razonable de la presión que ejerce sobre el medio ambiente. Si observamos los datos provenientes de Austria y Alemania (Bringezu y Schütz 1996, Hüttler et al. 1996), esta producción equivale a un 95% de agua y aire y sólo a un 5% de otros insumos materiales. El elevado consumo de agua y aire es, de hecho, una característica genérica del metabolismo industrial y una consecuencia directa del gasto de energía de este modo de producción: grandes cantidades de oxígeno se consumen en la combustión mucho más de lo que se requiere para los procesos respiratorios de los humanos y el ganado, y la combustión de biomasa en fuegos al aire libre bajo las mismas condiciones que los cazadores recolectores o las poblaciones agrícolas) y liberadas a la atmósfera como  $H_2O$  y  $CO_2$  (mezclados con el contenido de hidrógeno y carbono del combustible). El elevado consumo de agua se debe a la refrigeración de centrales térmicas y de los motores (en Austria, aproximadamente la mitad de los recursos hídricos están destinados a ese fin).

En términos de las presiones sobre el medio ambiente, la demanda de aire parece irrelevante si observamos desde el lado

de los factores de producción: no es razonable preocuparse por una posible escasez de oxígeno. Sin embargo, las emisiones metabólicas son sumamente relevantes. Por ejemplo, el  $CO_2$  constituye una seria amenaza para el clima global. Por otro lado, el agua dulce es un recurso muy escaso en diversas partes del mundo (desde luego, no en Inglaterra, cuna del modo de producción industrial) y en el futuro no estará disponible por doquier en las cantidades requeridas. La extracción a partir de fuentes de aguas subterráneas agotables, o del agua salada (algo que requiere un gran gasto energético) generan sus propios problemas medioambientales. Como consecuencia, parece claro que la utilización socioeconómica del aire y el agua ejerce una importante presión sobre el medio ambiente, aunque no se les considere en la misma proporción que su peso físico, como sucede con otras materias primas.

Dejemos de lado el agua y el aire, y centrémonos en las materias primas en un sentido más estricto de la palabra. En ese caso, los «recursos no renovables» corresponden al menos a la mitad de los factores de producción del metabolismo industrial.<sup>5</sup>

Adriaanse et al (1997) presentaron los resultados de investigación de las materias primas como factores de producción en cinco países industrializados. Si bien parece haber algunas inconsistencias metodológicas que dificultan las comparaciones internacionales, las cifras y distribuciones son lo bastante similares para permitirnos hablar de un concepto de «perfil metabólico característico» del modo de producción industrial. Esto corresponde a un consumo de recursos de aproximadamente veinte toneladas métricas por habitante al año, lo que equivale a unos insumos diarios de recursos de unos 60 kg/per cap), aproximadamente el peso corporal medio de la población. Este material se divide más o menos equilibradamente entre los productores de energía (es decir la biomasa, como la fracción renovable, y los productores de energía fósil como el carbón, el petróleo y el gas natural) por un lado, y los metales y minerales, por otro. Aunque gran parte de los productores de energía se utilizan y se transforman muy rápidamente, y luego son liberados en el medio ambiente (sobre todo a la atmósfera, como  $H_2O$  y  $CO_2$ , pero también como estiércol y desechos), al menos la mitad de los metales y minerales se agregan a las existencias de la infraestructura socioeconómica exis-

5. Como lo demuestran el Wuppertal Institute y el World Resources Institute (Bringezu y Schütz 1996, Schmidt-Bleek 1994, Adriaanse et al. 1997), hay importantes flujos materiales «ocultos» bajo los insumos materiales directos de los materiales utilizados. Estos «flujos ocultos» jamás se transforman en productos en el sentido económico. Son los materiales removidos por la minería, los materiales de excavación de la construcción, los suelos erosionados o, como a veces se señala, hasta la cantidad de tierra removida en el arado de los suelos. Dependiendo de su definición y de los métodos de estimación aplicados, estos «flujos ocultos» pueden sumar hasta el doble de los «materiales usados» (o de los «insumos materiales directos», en la terminología de Adriaanse et al. 1997). Sobre la base de esta definición, las «necesidades materiales totales» de los países industrializados puede llegar fácilmente a más de 80 toneladas per cápita y al año (Adriaanse et al. 1997, 23).



## El metabolismo socioeconómico

tente, como caminos, edificios y otros usos de largo plazo (Adriansee et al., 1997; Bringezu y Schütz 1996; Hüttler et al. 1996).

El perfil metabólico característico de las sociedades industriales se puede comparar con la escala del metabolismo (calculable utilizando datos históricos y antropológicos) de otros modos de producción. Para la región de Europa central, hemos calculado que el perfil metabólico actual es de una escala 40 veces más grande que la de los cazadores y recolectores (incluyendo el aire y el agua). Los europeos de los países industrializados actualmente utilizan diez veces más aire, 20 veces más «materias primas» y unas 60 veces más agua.<sup>6</sup> Por consiguiente, cada habitante de la sociedad industrial ejerce una cantidad de presión sobre el medio ambiente muchas veces superior a la de sus predecesores.

Al pasar de sociedades cazadoras-recolectoras a sociedades agrícolas, y de éstas a sociedades industriales, la escala del metabolismo aumenta entre tres y cinco veces en cada paso.

El aumento de la escala metabólica desde los cazadores y recolectores a la sociedad agrícola es básicamente una consecuencia de las diferentes cantidades de biomasa requerida. Esto se debe principalmente a la cambiante condición socioeconómica de los animales. Para los cazadores, los animales son presas de caza (y, posteriormente, alimentación, ropa, herramientas, etc.). Los alimentos que requieren provienen de los ciclos naturales. Para los agricultores, los animales son una propiedad socioeconómica. Hay que alimentarlos, guardarlos en corrales y proporcionarles techo, con el fin de utilizar sus productos para fabricar alimentos y su fuerza para llevar a cabo labores físicas. Desde luego, todos los materiales requeridos para esto deben ser considerados como parte del metabolismo socioeconómico. En un pueblo alpino (Ne Hing, 1981), la leche y el queso constituyen la parte más importante de la dieta humana en este ejemplo de sociedad agrícola. Se podrá pensar que una cultura agrícola vegetariana podrá vivir con unos factores de producción de biomasa mucho más reducidos (ver por ejemplo el análisis de una aldea rural contemporánea en India, por Metha y Winiwarter). Pero la sociedad agrícola también utiliza minerales y otros materiales, aunque la cantidad es muy pequeña. En un ejemplo agrícola más urbano, su proporción podría haber sido superior.

El aumento en la escala metabólica entre la sociedad agrícola y la sociedad industrial se debe principalmente a nuevos componentes: los portadores de energía fósil y cantidades considerables de minerales y metales. La proporción de biomasa arroja sólo un pequeño aumento. Sin embargo, se debe señalar el aumento considerable del consumo de los recursos «renovables» de aire y agua dulce mencionados más arriba. Esto marca la transición de un metabolismo «básico» a un metabolismo «ampliado».

Como consecuencia, podemos formularnos la siguiente pregunta: si el desarrollo cultural humano, o «progreso», está relacionado con, y es posiblemente logrado, gracias a un aumento en la escala per cápita del metabolismo socioeconómico de diversos órdenes de magnitud, ¿cómo se resolvía esto en el pasado y qué significa para el futuro? Esta última pregunta es aún más decisiva si pensamos que, actualmente, cerca del 70% de la población mundial vive bajo condiciones más o menos rurales, intentando pasar a un estilo de vida propio de las sociedades industriales.

### ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EL METABOLISMO ENERGÉTICO, LA NECESIDAD DE COLONIZAR LA NATURALEZA Y LA MANO DE OBRA INTENSIVA EN LA SOCIEDAD

El aumento en la escala del metabolismo desde los cazadores recolectores a la sociedad agrícola refleja la invención de la «colonización» o, como lo denomina Siefertle (1982) con un razonamiento similar, la transición de un régimen de energía solar «no gestionado» a un régimen «gestionado». Sin las intervenciones de la colonización (es decir, la tala de bosques, la selección de especies de cría, el arado de las tierras, la cría de razas productivas de animales, etc.) este salto en el consumo material y energético socioeconómico no habría sido ni posible ni necesario.

No habría sido posible porque en los ecosistemas no gestionados una concentración comparable de biomasa vegetal co-

6. Los cálculos hechos para los cazadores recolectores están basados en la literatura antropológica (p. ej., Harris 1990).



## ECOSISTEMAS HUMANOS Y BIODIVERSIDAD

mestible y de densidad de animales de caza nunca habría existido. Y no habría sido necesario, porque los cazadores recolectores no tienen que cuidar de los animales que cazan. En condiciones agrícolas, la densidad demográfica crece. Al mismo tiempo, la extracción energética per cápita del medio ambiente es un 400% superior a la situación anterior. Pero estas sociedades sólo logran mantener este espectacular aumento total de los factores de producción energética al precio de cambiar radicalmente su medio ambiente, al menos por algunos cientos o miles de años.

¿Cuál es, entonces, el precio que hay que pagar? Por parte de la sociedad, el precio fundamental parece ser el aumento del trabajo. El trabajo no sólo tiene que ser invertido en actividades metabólicas (como recoger plantas o cazar) sino en las actividades propias de la colonización: arar, acondicionar ríos, construir barreras, desbrozar, alimentar a los animales, construir establos, etcetera. En una sociedad de cazadores recolectores, a la larga, un aumento en el trabajo no aumenta la productividad. Más bien, agota el medio ambiente más rápidamente y, por lo mismo, conduce a excursiones más frecuentes o que abarcan mayores extensiones, que pronto demuestran ser contraproducentes. Así, las sociedades de cazadores recolectores demuestran una preferencia cultural por la inactividad (Sahlins, 1972). De la sociedad agrícola se puede decir lo contrario. Con un modo de producción basado en la colonización del medio ambiente, un aumento en la cantidad de trabajo aumenta la productividad. Por lo tanto, tienden a adoptar esta forma de organización para garantizar la aplicación continua de un trabajo intensivo: mediante creencias religiosas, por ejemplo, que honran el trabajo esforzado, con jerarquías y reglas de la propiedad que protegen el fruto de este trabajo. Creemos que muchos de los atributos comunes de las sociedades agrícolas se pueden entender mejor analizando su necesidad funcional de sostener un trabajo de colonización que, como suele sostener la tradición marxista, estudiando su desarrollo tecnológico.

7. Sin embargo, es verdad que algunas formas de colonización, por ejemplo, ciertas prácticas agrícolas menos intensivas, también pueden crear nuevos tipos en el hábitat y contribuir así a un medio ambiente más finamente estructurado, capaz de soportar niveles superiores de biodiversidad que el panorama anteriormente predominante.

Por parte del medio ambiente también hay que pagar un precio. En la medida en que las sociedades intenten «optimizar» los sistemas naturales de acuerdo a sus decisiones, se producen cambios profundos. Algunos pueden ser intencionados, y otros pueden ser efectos secundarios. Estos cambios afectan a los ecosistemas, a los organismos e incluso al genoma. Por ejemplo, al arar regularmente los suelos, la agricultura mantiene los ecosistemas naturales en una etapa de sucesión temprana y, por lo tanto, excluye a las especies de árboles. Además, al sembrar, el agricultor define qué especies crecerán. Casi todos los parámetros relevantes del sistema (el flujo energético, las cadenas alimentarias, la composición y diversidad de las especies, etc.) se ven afectados por éstas y otras intervenciones de la colonización. Cabe señalar que estos cambios pueden ser evaluados de forma positiva o negativa, dependiendo de la perspectiva. Por lo tanto, parece inútil preguntar si la colonización, *per se*, es «buena» o «mala» para el medio ambiente.

Como ejemplo, nos centraremos en un aspecto de la colonización relacionado con la utilización de la biomasa en la agricultura y la industria maderera. A medida que aumenta la cantidad de utilización social de la biomasa y alcanza proporciones más altas de la biomasa naturalmente disponible, se produce una fuerte selección en favor de animales y plantas que los humanos necesitan (y a favor de otros seres, algo menos apreciados entre los humanos, como los ratones y las ratas). Se alteran los patrones de competencia y, por lo tanto, de criterios de selección para las especies salvajes y muchas de éstas se extinguen.<sup>7</sup> Peor aún, si un territorio es explotado más allá de su capacidad de producción, puede experimentar un deterioro irreversible. Así, la colonización agrícola sirve para optimizar el uso de la energía solar disponible en una forma más o menos utilizable, es decir la biomasa, si bien se verá contenida dentro de ciertos límites determinados por el tamaño del territorio, sus suelos y su clima.

Para una valoración de los límites ecológicos de la utilización de la biomasa, la noción de «producción primaria bruta» (PPB) tiene una relevancia de primer orden. La PPB es la cantidad de energía solar que las plantas pueden incorporar anualmente como biomasa. Es la base nutricional de todos los organismos heterotrópicos. Los humanos viven de ella, al igual que los animales y todos los microorganismos no capacitados para



## El metabolismo socioeconómico

la fotosíntesis. La cantidad de PPB de las plantas depende fundamentalmente del clima (temperatura, disponibilidad de agua) y de la calidad de los suelos. A escala planetaria, la PPB puede aumentar sólo marginalmente gracias a la tecnología. Es más fácil (y, de hecho, es lo que sucede) que disminuya debido a la sobreexplotación de la tierra y al consiguiente deterioro. Si bien es técnicamente plausible aumentar la PPB de las tierras de cultivo, en comparación con los sistemas naturales existentes anteriormente (sobre todo mediante la irrigación en regiones áridas) numerosos biotopos antropogénicos, como los campos de maíz o los huertos son menos productivos que los biotopos naturales que dominaran en la misma región, como los bosques naturales. Por lo tanto, la agricultura, la industria maderera y la construcción contribuyen a una «apropiación» de la PPB para satisfacer necesidades de la sociedad de dos maneras: (1) disminuyendo la cantidad de PPB producida por las plantas (impidiendo su crecimiento del todo con la construcción de edificios o caminos, o disminuyendo la productividad de los ecosistemas, por ejemplo, talando bosques y substituyéndolos con sistemas agrícolas menos productivos, como los pastizales) y (2) cosechando la biomasa y utilizándola para satisfacer necesidades sociales (alimentos para la población humana, pienso para el ganado, madera como combustible, materiales de construcción, etc.).

La proporción de PPB de la que se ha apropiado la sociedad es un buen indicador de la escala del metabolismo social frente al entorno natural. Si una sociedad se apropia de más del 100% de la PPB, consume más de lo que está cultivando y no tarda en agotar su única y propia base alimentaria. En términos prácticos, el límite de 100% es muy superior a lo que se puede explotar de forma sostenible, porque esto significara que no quedaría energía alimentaria para los demás organismos heterotrópicos silvestres (animales, microorganismos y hongos). Aunque no tenemos indicaciones claras a propósito de qué proporción de la PPB puede ser apropiada de forma sostenible, hay buenas razones para sospechar que una apropiación excesiva de la PPB conduce a la pérdida de especies. Por lo tanto, el límite a la proporción de la apropiación de la PPB tendrá que situarse muy por debajo del 100%.

Para la sociedad agrícola que dependen casi exclusivamente de la energía proveniente de la biomasa, los límites a la apro-

piación de la PPB constituyen un límite absoluto, independientemente de la inventiva y eficacia de sus tecnologías (Smil, 1991)<sup>8</sup>. Así, el metabolismo energético de la sociedad agrícola no puede superar una determinada medida.

El aumento espectacular en la escala de metabolismo durante el proceso de la revolución industrial sólo fue posible debido al cambio que se produjo de la utilización de la biomasa a la de combustibles fósiles, es decir, carbón, petróleo y gas natural. La sociedad industrial se comporta con la biomasa con la misma actitud que antes observaron los cazadores recolectores, a saber, la explota sin preocuparse por su reproducción. Sin embargo, esto no significa que la utilización industrial de la biomasa en las sociedades industriales es menor que la de la sociedad agrícola. Incluso para las sociedades industriales, la PPB sigue siendo un límite importante, puesto que es la única fuente de energía alimentaria para los humanos y el ganado. Hasta cierto punto, estos límites se han ampliado porque se puede aumentar la producción por unidad agrícola significativamente gracias a los «apoyos del combustible fósil» (tractores, fertilizantes, pesticidas).

Sin embargo, esto no disminuye la apropiación de la PPB. Según Vitousek et al., la sociedad humana contemporánea se apropia aproximadamente de una tercera parte de la PPB del planeta y, sólo como resultado del crecimiento demográfico, este porcentaje puede duplicarse en los próximos 35 años (Meadows et al., 1992). Según los cálculos de Haberl, (1997), la sociedad austríaca se apropia de aproximadamente el 41% de la PPB superficial de su territorio. El consumo energético total (biomasa, fuentes fósiles y energía hidráulica) supera en más de un 10% la PPB hipotética de la vegetación natural que reinara en ausencia de interferencias humanas en el territorio austríaco.

Si una sola especie (junto con sus animales domésticos) necesita la mitad de la base alimentaria de todas las especies animales juntas, se puede pensar en competir con las demás

8. Los molinos de viento y la energía hidráulica constituyen una fuente indirecta de energía solar, más allá de la producción de biomasa, desde luego, pero cuantitativamente no son tan importantes en la sociedad agrícola (Smil 1991).





## ECOSISTEMAS HUMANOS Y BIODIVERSIDAD

hasta extinguirlas. Por ejemplo, según los cálculos de Smil (1991), los seres humanos y el ganado corresponden al 96% de la biomasa global total de los vertebrados terrestres, lo cual es una proporción asombrosa. Se puede aplicar un argumento similar a la relación entre los países industrializados del Norte y los países (fundamentalmente agrícolas y en vías de industrialización) del Sur. Con su excesivo metabolismo, los países industrializados no dejan suficiente espacio medioambiental (ya sea en términos de materias primas o de capacidad de absorción natural de las emisiones) para que el Sur se desarrolle siguiendo el mismo modelo.

### ¿CÓMO PUEDEN LAS SOCIEDADES INDUSTRIALES PERCIBIR SUS PROBLEMAS DE SOSTENIBILIDAD Y RESPONDER A ELLOS?

En las secciones anteriores, hemos intentado demostrar que los problemas actuales del cambio del medio ambiente global son una consecuencia de la cantidad y calidad del metabolismo de las sociedades industriales, y de la cantidad y calidad de las intervenciones de colonización de los sistemas naturales para garantizar los recursos necesarios. La principal conclusión que nace de este argumento es que una política para un desarrollo sostenible de las sociedades industriales debería centrarse en estrategias para disminuir el flujo material y energético. Esto implicaría una concentración de los esfuerzos en un nivel estratégico en lugar de los enfoques sectoriales tradicionales de las políticas para el medio ambiente. Creemos que esto es un requisito necesario para enfrentarse a los mecanismos que subyacen a los problemas globales del medio ambiente.

Estos esfuerzos estratégicos para un desarrollo sostenible requieren cambios substanciales de las estructuras y de la dinámica existentes. Sólo se pueden implantar si existe un amplio consenso sobre su necesidad y su conveniencia. Por lo tanto, la cuestión clave es cómo la sociedad industrial percibe sus problemas de sostenibilidad. Aunque muchas personas están convencidas de que el cambio climático constituye un auténtico problema, que la destrucción de la capa de ozono es real y que estamos destruyendo la biodiversidad, los cambios fundamen-

tales de las políticas actuales siguen siendo un ejercicio intelectual en evidente contradicción con la mayoría de las experiencias cotidianas de la sociedad industrial.

Las sociedades de cazadores recolectores podían percibir que cazaban o recolectaban demasiado, o que lo hacían con demasiada eficacia. Si éste era el caso, tenían que realizar excursiones cada vez más largas para encontrar los alimentos adecuados. Podían entender que había demasiadas bocas que alimentar para un determinado entorno y culturalmente moderar su reproducción. Lo mismo sucedía con la sociedad agrícola. Ésta era capaz de aprender de las consecuencias cuando explotaba demasiado los suelos o tenía demasiados animales que alimentar y, según esto, modificaba su equilibrio. En cuanto a la reproducción, no obstante, existía una doble relación: el trabajo infantil mejoraba sus condiciones de vida, y tener hijos aumentaba las tasas de supervivencia en una edad posterior. Por otro lado, no se podía alimentar un número creciente de bocas. Éste era un dilema que la mayoría de las sociedades agrícolas no podían resolver de una manera sostenible (Netting, 1981).

¿Y qué perciben las sociedades industriales? Su experiencia les dice que las materias primas son cada vez más baratas, que la agricultura está produciendo un exceso de bienes que no se pueden vender en los mercados normales a precios normales, que su población vive cada vez más, incluso más saludable y cómodamente. No dependen de su territorio sino, al contrario, se benefician en gran medida de los intercambios remotos y del transporte. Mantienen a su creciente fuerza laboral empleada la mayor parte del tiempo, si bien puede resultar difícil procurar una cantidad suficiente de trabajo. Pueden mitigar sus tensiones sociales internas mediante el crecimiento económico y, finalmente, la mayoría de los países en el mundo intentan imitar su modo de producción y su estilo de vida. ¿Por qué, entonces, deberían creer más en las visiones intelectuales y científicas que en su experiencia, que se ve reforzada cotidianamente?

Visto así, el problema de dar un giro hacia un modo de producción y de vida más sostenible consiste en crear condiciones que brinden a la sociedad una experiencia diferente, experiencias que hagan sonar las debidas alarmas.

El sistema ha sido modelado como un bucle de retroalimentación positivo entre tres cantidades: «calidad de vida»,



## El metabolismo socioeconómico

«prosperidad» y «metabolismo». El problema consiste en desvincular el «metabolismo» de la «prosperidad» y de la «calidad de vida». Esto guarda cierta similitud con la manera en que Meadows et al. (1972) plantea el problema: éste sostenía que el crecimiento económico sostenido (la «prosperidad») significaba deterioro del medio ambiente y, por lo tanto, debería detenerse. Por otro lado, sostenía que se podían desvincular los aumentos en la calidad de vida del crecimiento económico, o que no se necesitaba un mayor crecimiento económico para mejorar la calidad de vida. Esta «fórmula de crecimiento cero» se enfrentó a un enérgico rechazo político. Nosotros hemos triangulado de manera más explícita el argumento: no es el crecimiento económico el que ejerce una presión sobre el medio ambiente, sino el crecimiento del flujo físico de energía y materiales que la sociedad procesa.

El crecimiento económico conduce a un crecimiento en términos físicos, pero esto no tiene necesariamente que ser así. Incluso bajo determinadas circunstancias, las dos dimensiones no crecen proporcionalmente (Adriaanse et al., 1997; Fischer-Kowalski et al. 1997). Por otro lado, ¿caso un aumento en el bienestar supone un incremento en el consumo material y de energía? En un nivel básico, es evidente que sí. Mientras no haya suficientes alimentos, calor y vivienda, la calidad de vida sólo puede mejorar si se satisfacen las condiciones materiales necesarias. Pero más allá de esto, bien puede ser una cuestión cultural de cuántos bienes materiales necesitamos para nuestro bienestar.

Suponemos que existe un mecanismo de crecimiento económico en el corazón mismo de la economía industrial de mercado. No importa realmente para nuestros fines si esto se percibe como la fuerza «reproductora» del capital industrial (como suponen Meadows et al.), como un producto secundario inevitable de la competencia del mercado y el interés, o como una defensa permanente de los beneficios capitalistas, como lo planteó la tradición marxista. El punto hasta el que este mecanismo también genera crecimiento físico depende de la estructura de producción y de la tecnología. Cuanto más «servicios» proporcione una economía en lugar de «bienes», menos directo será el impulso material de crecimiento. Y si la eficiencia de la tecnología como recurso (en el sentido de proporcionar un cierto bien o servicio con la menor cantidad de

pérdida material y energética) se mejora más rápidamente que lo que crece la economía, la productividad material y de energía incluso puede disminuir. Esta es, al menos, la esperanza puesta en una «revolución de la eficacia» (p. ej., Schmidt-Bleek, 1994; Weizsäcker et al., 1995; Meadows et al., 1992).

Como demuestran los ejemplos, existe un gran margen para aumentar la eficacia. Esto ha sido especialmente bien estudiado en la utilización de la energía. Numerosos estudios consiguen potenciales de ahorro técnicos muy por encima del 50% del consumo actual, lo cual indica que se podría procurar los mismos servicios utilizando sólo la mitad de la energía actual (Krause et al., 1993). Pero la realización de estos potenciales es, entre otras cosas, una cuestión de precios relativos. Durante los últimos decenios, la división internacional del trabajo ha abaratado sistemáticamente las materias primas, mientras, al mismo tiempo, ha aumentado el precio del trabajo industrial. Por lo tanto, la prioridad ha consistido en limitar los gastos en el trabajo, en lugar de desarrollar formas más eficaces de utilización de los recursos naturales. Pero, sobre todo en Europa, no son sólo los costes creados por los mercados, sino también un margen significativo de «costes políticos» que aumentan los salarios brutos en aproximadamente un 50% (impuestos, seguridad social, etcetera). Esto es precisamente lo que intenta abordar una «reforma tributaria socioecológica», tal como actualmente la estudian varios países europeos. La reforma tributaria socioecológica implica un cambio progresivo desde el impuesto sobre los salarios al impuesto sobre la energía o los recursos. Si seguimos adelante con esta iniciativa, los bienes y servicios que sean intensivos en trabajo serían más baratos, mientras que los bienes intensivos en energía serían más caros. Este cambio en los precios relativos podría promover las tecnologías que economizan recursos naturales. Según diversos estudios esta iniciativa no frenaría el crecimiento económico, sino que disminuiría el desempleo, el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> (Krause et al.).

Aun así, no se deberían sobrestimar los posibles efectos de una «regulación de la eficacia» inducida por un cambio en los precios. Es imposible pensar en una disminución material y energética según el «factor 10» de Schmidt-Bleek, o según el «factor 8» de Meadows et al. con estos medios. Como hemos demostrado más arriba, el consumo energético per cápita glo-



## ECOSISTEMAS HUMANOS Y BIODIVERSIDAD

bal (incluyendo la alimentación) de una aldea agrícola del siglo pasado era inferior a la de Austria contemporánea en un factor de sólo 5.

A continuación, analicemos el eje entre «calidad de vida» y «metabolismo». Estas cantidades están condicionadas por estilos de vida, por modelos definidos culturalmente de lo que es una «vida agradable» y, quizá menos visiblemente, por los modos de distribución social de los bienes y de la propiedad.<sup>9</sup> Con una cultura predominantemente secular e individualista, que ha dejado la definición de los estilos de vida a los mercados, parecía haber escaso margen político para influir en cambios en aras de un desarrollo más sostenible. Puesto que no podemos esperar un «automatismo» hacia «valores posmateriales» (Dunlap y Mertig, 1994), también es necesario observar más de cerca otros procesos condicionadores. A continuación, seleccionaremos algunos de los menos evidentes para fines ilustrativos.

El vegetarianismo: un giro hacia una dieta más vegetariana, quizá por meras cuestiones de salud, podría disminuir el metabolismo social entre un 10% y un 20%, y constituiría una estrategia muy poderosa para reducir el metabolismo en términos de energía.

Disminución de las horas de trabajo normales: La disminución del «número normal de horas de trabajo» promete ser una medida con efectos tan profundos para el modo de vida como una reforma tributaria socioecológica podría serlo para la eficiencia ecológica. En la mayoría de países industrializados, sólo una minoría de hombres predominantemente de edad mediana trabajan un número «normal de horas» (European Centre, 1993). Sin embargo, este grupo de empleados ocupa posiciones sumamente influyentes cuando se trata de definir los criterios de «normalidad» en nuestro estilo de vida. Su posición cultural está casualmente relacionada con el alto grado de consumo energético y de recursos en constante crecimiento. Quien trabaja tanto reclama el derecho a gozar de los lujos y

de la comodidad, desea evitar los trabajos de la vida cotidiana y normalmente no tiene tiempo suficiente para cuidar de su bienestar de otra manera que disfrutando de las comodidades materiales. Si este modelo dominante de distribuir el tiempo fuera superado, numerosas compensaciones materiales serían redundantes. Podrían ser substituidas por servicios más eficaces que nos ayudasen a satisfacer nuestras necesidades y aspiraciones. Es bastante raro que sea eficaz comprar ropa nueva si uno tiene el mal de amor, o apostar nuestra suerte en un coche deportivo por temor a ser impotente, o substituir una carencia afectiva prodigándose en regalar juguetes a los hijos.

Más aún, puede ser razonable suponer que una parte substancial del consumo excesivo de materiales se debe al hecho de que los consumidores carecen de tiempo. Esto incluye una amplia gama de gestos, desde movilizarse en taxi hasta comprar comida preparada, desde la energía utilizada en las secadoras hasta innumerables decisiones que favorecen la substitución a expensas de la reparación. Constituiría un valioso proyecto de investigación y experimentación social explorar el espacio de maniobra disponible en este plano. Por ejemplo, merece la pena una estrategia que compense los aumentos de productividad mediante tiempo en lugar de dinero. Un aumento medio de la productividad de un 2% al año implicaría una reducción anual de cuatro días laborables. Se produciría un efecto degresivo en la estructura tributaria: es muy difícil ofrecer ocho días de fiesta a un ejecutivo y uno a su secretaria. Desde luego, los aumentos de productividad no se distribuyen de manera equitativa en toda la economía, pero este problema también se está resolviendo con aumentos de los salarios. En términos históricos, resulta interesante señalar que la cultura del «trabajo duro» de las clases inferiores, instaurada en la era de la agricultura, y bastante necesaria, si pensamos en las condiciones ecológicas que imperaban, en la sociedad industrial se ha generalizado para todas las clases, lo cual es a todas luces una insensatez ecológica.

La variedad cultural: Debe existir un espacio para la experiencia social y cultural de diferentes modos de vida. La disolución progresiva de las estructuras familiares tradicionales y de las comunidades regionales, las migraciones humanas, la omnipresencia de los mercados, la burocracia y los medios de comunicación, las carencias afectivas y la falta de reconocimiento social, incluyendo el déficit de «bienes posicionales» asociados

9. En la sociedad industrial contemporánea, la «propiedad» es la relación más importante que vincula el bienestar (individual) con los bienes físicos. Por lo tanto, los cambios en las normas que regulan la propiedad tendrán siempre repercusiones a nivel del metabolismo.

## El metabolismo socioeconómico

con ello, son fenómenos que frustran a un número creciente de seres humanos en su intento de obtener un reconocimiento dentro de su entorno social. Como resultado, se destina cada vez más esfuerzos a alcanzar este objetivo mediante un gasto espectacular de energía y de recursos, o mediante la intimidación y la violencia. De esta manera, las políticas permiten y apoyan diferentes estilos de vida también apoyan una especie de «biodiversidad» cultural que genera la oportunidad de cambios.

Finalmente, parece que el modelo de distribución predominante en las sociedades industriales, es decir un aumento relativamente importante en la cantidad de bienes y propiedades controladas, aunque a la vez proyectada como ideología igualitaria de «iguales oportunidades», fomenta la continua lucha para alcanzar al menos tanto como los otros que están justo por encima de uno mismo, y proporciona un poderoso mecanismo para el crecimiento. Una distribución más equitativa de los ingresos, o quizá una mayor flexibilidad de la correlación entre diversas dimensiones jerárquicas (ingresos, educación, edad, etc.) permitirían reducir la presión que conlleva la adquisición de bienes materiales.

No nos sentimos capaces de hacer una estimación del potencial del metabolismo social inherente en los cambios en el estilo de vida. Sin embargo, parece bastante evidente que la eficacia material y energética en la producción del bienestar humano se podría mejorar notablemente, en aras de un desarrollo más sostenible.


## REFERENCIAS

- ADRIAANSE, A., S. BRINGEZU, A. HAMMOND, Y. MORIGUCHI, E. RODENBURG, D. ROGICH, H. SCHTZ, 1997. *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economics*, World Resources Institute: Washington DC.
- AYRES, R.U. y A.V. KNEESE, 1969. «Production, Consumption and Externalities», *American Economic Review*, 59 (3): 282-297.
- AYRES, R.U. and U.E. SIMONIS (comps.), 1994. *Industrial Metabolism : Restructuring for Sustainable Development*. United Nations University Press : Tokio.
- BOULDING, K.E., 1973. «The Economics of the Coming Spaceship Earth.» En: *Toward a Steady State Economy*, DALY, H. (ed.). Freeman : San Francisco, 3-14.
- BOYDEN, S. 1992, «Biohistory : the interplay between human society and the biosphere - past and present». *Man and the Biosphere Series 8*, UNESCO y Parthenon Publishing : París y New Jersey.
- BRINGEZU, S., M. FISCHER-KOWALSKI, R. KLEIJN, V. PALM, 1997. «Regional and National Material Flow Accounting : From Paradigm to Practice of Sustainability». Wuppertal Institute of Climate, Energy and the Environment Special Paper 4 : Wuppertal.
- BRINGEZU, S. y H. SCHÜTZ, 1996. «Analyse des Stoffverbrauchs der deutschen Wirtschaft.», En: *Neue Ansätze in der Umweltökonomie*, J. KHN y M.J. WELFENS (eds.). Marburg: Metropolis, 229-251.
- DUNLAP, R.E. y A.G. MERTIG, 1994. «Global Environmental Concern : A Challenge to the Post-Materialism-thesis», Paper to the ISA's XIII World Congress of Sociology : Bielefeld.
- EUROPEAN CENTRE, 1993. «Welfare in a Civil Society», Informe para la Conferencia de Ministros Europeos de Asuntos Sociales: Viena.
- FISCHER-KOWALSKI, M., H. HABERL, W. HÜTTLER, H. PAYER, H. SCHANDL, V. WINIWARTER, H. ZANGERL-WEISZ, 1997, «Stoffwechsel der Gesellschaft und Kolonisierung von Natur», Ein Versuch in sozialer Ökologie. Gordon and Breach Fakultas : Amsterdam.
- HABERL, H., 1997. «Human Appropriation of Net Primary Production as An Environmental Indicator: Implications for Sustainable Development.» *Ambio* 26(3), 143-146.
- HARRIS, M., 1990. *Cultural Anthropology*. Harper and Collins : New York (3rd Edition).
- HÜTTLER, W., H. PAYER, H. SCHANDL, 1996: «Materialflüsse Oesterreich» 1990. *IFF-Social Ecology Paper 44* : Viena.
- KRAUSE, F., E. HAITES, R. HOWARTH, C. KOOMEY, 1993. *Cutting Carbon Emissions: Burden or Benefit? The Economics of Energy Tax and Non-Price Policies. International Project on Sustainable Energy Paths : El Cerrito*, California.
- MEADOWS, D.H., D.L. MEADOWS, J. RANDERS, W.W. BEHRENS, 1972. *The Limits to Growth*. Universe Books : Nueva York.



## ECOSISTEMAS HUMANOS Y BIODIVERSIDAD

- MEADOWS, D.H., D.L. MEADOWS, J. RANDERS, 1992. *Beyond the Limits*. Chelsea Green Press : Post Mills.
- METHA, L. y V. WINIWARTER, 1997. Stoffwechsel in einem indischen Dorf : Fallstudie Merkar. IFF-Social Ecology Paper 49 : Viena.
- NETTING, R.M., 1981. *Balancing on an Alp*. Cambridge University Press : Cambridge.
- REDCLIFT, M.R., 1993. «Development and the Environment : Managing the Contradictions.» *Innovation in Social Science Research* 6(4): 443-456.
- SAHLINS, M., 1972. *Stone Age Economics*. Aldine de Gruyter : Nueva York.
- SCHMIDT-BLEEK, F., 1994. *Wieviel Umwelt braucht der Mensch?* Birkhäuser : Basel.
- SIEFERLE, R.P. y U. MÜLLER-HEROLD, 1996. «Überfluss und überleben. Risiko, Ruin und Luxus in einfachen Gesellschaften», *Gaia* 3(3-4), 135-143.
- SIEFERLE, R.P., 1982. *Der unterirdische Wald. Energiekrise und industrielle Revolution*. Beck : Munich.
- SMIL, V., 1991. *General Energetics : Energy in the Biosphere and Civilization*. Wiley : Nueva York.
- VASEY, D.E., 1992. *An Ecological History of Agriculture 10.000 B.C.-A.D.10.000*. Iowa State University Press : Ames.
- VESTER, F., 1976. *Urban Cities in Crisis*. Deutsche Verlags-Anstalt : Stuttgart.
- VITOUSEK, P.M., P.R. EHRLICH, A.H. EHRLICH, P.A. MATSON, 1986. «Human Appropriation of the Products of Photosynthesis.» *BioScience* 36(6), 368-373.
- WEIZSÄCKER, E.U., A.B. LOVINS, L.H. LOVINS, 1995. *Faktor 4 : Doppelter Wohlstand, halbiertes Naturverbrauch*. Droemer Knauer : Munich.
- WITTFOGEL, K.A., 1955. «Developmental Aspects of Hydraulic Societies.» wn: *Irrigation Civilizations : A Comparative Study*, J.H. STEWARD (comp.). Uninón Panamericana Union, Social Science Monographs I : Washington D.C.




**REVISTA DEL SUR**  
PUBLICACION DE LA RED DEL TERCER MUNDO

Es una publicación mensual, con informes y análisis exclusivos, sobre los problemas que afectan a los pueblos del Tercer Mundo y sobre las alternativas diseñadas por estos mismos pueblos para superar la dependencia y la pobreza, explotar sus recursos naturales y contribuir al equilibrio ecológico del planeta.

**UNA VOZ PARA LOS PUEBLOS DEL SUR**

**SUSCRÍBASE Y LÉALA TODO EL AÑO POR SOLO us 50 (cheque/giro a nombre del ITeM)**



**INSTITUTO DEL TERCER MUNDO**  
Juan D. Jackson 1136  
Montevideo 11200 - Uruguay  
Tel: (5982) 496192 / Fax: (5982) 419222  
Correo electrónico: redtm@chasque.apc.org