

Un concepto esclarecedor,
potente y persuasivo
para pensar la sustentabilidad

Biomímesis

Jorge Riechmann

Desde hace decenios, ecólogos como Margalef, Odum o Commoner han propuesto que la economía humana debería imitar la 'economía natural' de los ecosistemas. El concepto de 'biomímesis' (imitar la naturaleza a la hora de reconstruir los sistemas productivos humanos, con el fin de hacerlos compatibles con la biosfera) recoge esta estrategia, y puede tener un papel clave a la hora de dotar de contenido a la idea más formal de sustentabilidad.

El término *biomímesis* se usó, en los años noventa, dentro de disciplinas como la robótica, las ciencias de materiales, o la investigación cosimétrica, con un sentido más restringido que el que propongo yo aquí. Así, por ejemplo, cabe estudiar la locomoción de los insectos con vistas a desarrollar robots hexápodos que funcionen correctamente (1). La idea entre los investigadores de tales disciplinas ha sido más la *imitación de organismos (o partes de éstos) que la imitación de ecosistemas* (sin embargo, éste último es el objetivo que a mi entender hemos de plantearnos primordialmente).

El arquetipo de esta "biomimética" ingenieril, que se expresa desde 1991 en la revista *Biomimetics*, que funciona "robando

Jorge Riechmann, escritor y profesor titular de filosofía moral en la Universidad de Barcelona, investigador en el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) de CC.OO.

ideas a la naturaleza" (2) (y que también ha recibido los nombres de "biognosis" –sobre todo en EE UU– o "biónica"), podrían ser las alas que el mítico inventor griego Dédalo creó para que tanto él como Ícaro pudieran volar (aunque una combinación de cierta temeridad por parte de Ícaro y algún fallo de diseño hizo que la hazaña terminase en tragedia, como es sabido!). Su hipótesis básica es que la evolución, a la larga, identifica soluciones óptimas; y por ello los seres vivos alcanzan a menudo una perfección funcional susceptible de estudiarse e imitarse.

Biomímesis en sentido amplio

Allende esta biomimética ingenieril, podemos tomar el principio de biomímesis en un sentido más amplio: se tratará, entonces, de comprender los principios de funcionamiento de la vida en sus diferentes niveles (y en particular en el nivel ecosistémico) con el objetivo de *reconstruir los sistemas humanos de manera que encajen armoniosa-*

mente en los sistemas naturales.

No es que exista ninguna agricultura, industria o economía "natural": sino que, al tener que reintegrar la tecnosfera en la biosfera, estudiar cómo funciona la segunda nos orientará sobre el tipo de cambios que necesita la primera. La biomímesis es una estrategia de *reinserción de los sistemas humanos dentro de los sistemas naturales.*

La naturaleza, "la única empresa que nunca ha quebrado en unos 4.000 millones de años" según el biólogo Frederic Vester, nos proporciona el modelo para una economía sustentable y de alta productividad. Los ecosistemas naturales funcionan a partir de *ciclos cerrados de materia, movidos por la energía del sol*: ésta es su característica fundamental, si los contemplamos con "mirada económica".

Se trata de una "economía" cíclica, totalmente renovable y autorreproductiva, sin residuos, y cuya fuente de energía es inagotable en términos humanos: la energía solar en sus diversas manifestaciones (que incluye, por ejemplo, el viento y las olas) (3). En esta economía cíclica natural *cada residuo de un proceso se convierte en la materia prima de otro: los ciclos se cierran*. Por el contrario, la economía industrial capitalista desarrollada en los últimos dos siglos, considerada en relación con los flujos de materia y de energía, es *de naturaleza lineal*: los recursos quedan desconectados de los residuos, los ciclos no se cierran.

En la reconstrucción de los sistemas de producción imitando la "producción natural" de la biosfera se halla a mi entender la clave para sortear la crisis ecológica: *los insostenibles metabolismos lineales han de transformarse en metabolismos circulares*. "Los sistemas naturales tienen 3.500 millones de años de experiencia en la creación de sistemas de reciclaje eficientes y flexibles. ¿Por qué debe esforzarse la industria en reinventar la rueda si ya se ha hecho toda la I+D?", se pregunta Gil Friend (4). A todos los niveles la *biomímesis* parece una buena idea socioecológica y económico-ecológica:

- *ecología industrial*, remedando los ciclos cerrados de los materiales en la biosfera;
- *agroecosistemas* mucho más cercanos a los ecosistemas naturales que la actual agricultura industrial quimizada;
- *biotecnología ambientalmente compatible*, con biomoléculas artificiales donde sea preciso, pero guiándonos por el proceder de la misma naturaleza, etc.

Hay que indicar, por último, que la idea de biomímesis está estrechamente relacionada con el *principio de precaución*: para apartarnos de los "modelos" de la naturaleza necesitamos razones mucho más fuertes, y conocimiento mucho más fiable, que para seguirlos (5).

Más tiempo de rodaje

Hay una objeción que surge de inmediato frente a las estrategias de biomímesis: ¿estamos de alguna forma reactualizando la viejísima tradición de derecho natural o éticas de cuño naturalista, que pretenden deducir valores del mundo natural o ciertos rasgos del mismo, incurriendo así en lo que los filósofos llaman “falacia naturalista”?

No es el caso. Se trata de imitar la naturaleza *no porque sea una “maestra moral”, sino porque funciona*. La biosfera es un “sistema de ecosistemas” perfectamente ajustado después de varios miles de millones de años de rodaje, autorreparación, reajuste darwiniano continuo y adaptación mutua (coevolución) de todas las piezas de todos los complejísimo mecanismos; no es estática, pero se mantiene en una estabilidad dinámica merced a sutiles mecanismos de retroalimentación negativa que los cibernéticos saben apreciar en su justo valor. *No es que lo natural supere moral o metafísicamente a lo artificial: es que lleva más tiempo de rodaje.*

Contra el pansociologismo que niega la distinción entre naturaleza y sociedad

Otra de las objeciones que pueden alzarse contra el principio de biomímesis sería: ¿imitación de la naturaleza? ¿Imitar qué, si *ya no puede distinguirse*, o quizá nunca se pudo, entre naturaleza y sociedad? En otro contexto (una polémica contra la idea de sustentabilidad fuerte) así lo defiende, por ejemplo, el profesor de la Universidad de Málaga Manuel Arias Maldonado, que investiga sobre cuestiones de democracia y sustentabilidad:

“Resulta ya impracticable toda diferenciación entre lo natural y lo social, especialmente si de la consecución de la sustentabilidad se trata. La fusión de sociedad y naturaleza en medio ambiente supone que la sustentabilidad es, sí, ordenación de las relaciones de la sociedad con su entorno, pero que por esa misma razón puede afirmarse que se trata de la autoordenación social, u ordenación de un *aspecto* de lo social: lo medioambiental” (6).

Es una idea también muy difundida entre los sociólogos ambientales “constructivistas” (7). Ahora bien: hay que darse cuenta de que aquí, en esta suerte de *pansociologismo*, hay disfrazado, so capa de necesidad y evidencia, un nada necesario *parti pris* ideológico (8). Resulta oportuno reconocer que, a medida que se expandían dentro de la biosfera los sistemas socioeconómicos humanos, a medida que aumentaba el poderío de la tecnociencia y a medida que las sociedades ricas se apropiaban de más y más espacio ambiental, ha ido reduciéndose correlativamente la naturale-

za silvestre “incontaminada”. Yo mismo he argumentado en este sentido en muchas ocasiones (9). *Pero de ahí a sostener que no puede distinguirse entre lo natural y lo social hay un salto que hemos de negarnos a dar.* Pondré dos ejemplos para que se vea lo que quiero decir.

Poca duda cabe de que, antes de 1979, en el medio ambiente lunar no había ni trazas de nada social o cultural; y después de aquellos primeros viajes a la Luna de finales de los sesenta y principios de los setenta, aquellas trazas seguían siendo mínimas, y podía distinguirse con toda claridad lo natural de lo social. Hoy en día podemos asistir al comienzo de algo diferente: “la Luna está madura para su desarrollo comercial”, declaraba en septiembre de 2002 el director de la empresa estadounidense Transorbital, que prepara el primer alunizaje con fines de lucro para 2003. Si este incipiente “desarrollo comercial” progresa, puede que dentro de un siglo nos sea tan difícil distinguir lo natural de lo social como en los ecosistemas más intensamente artificializados y antropizados de la Tierra: *pero no hay nada necesario en este desarrollo*, y también podemos optar por declarar la Luna “santuario” e impedir que se altere demasiado.

Otro ejemplo: moléculas de contaminantes organoclorados en la grasa de los seres vivos. Hoy son omnipresentes, con graves efectos sanitarios y medioambientales, a consecuencia de una política química que vamos tendiendo a valorar como desastrosa. Pero si optamos por aplicar y desarrollar el Convenio de Estocolmo sobre COP (Contaminantes Orgánicos Persistentes), dentro de dos o tres generaciones habrán desaparecido de los cuerpos de los seres vivos estas “bombas químicas” de efecto retardado, y nos resultará más fácil distinguir lo natural de lo social, en lo que a tejidos adiposos animales se refiere.

Lo que quiero decir con ello es que *la posibilidad de distinguir mejor o peor entre lo natural y lo social está en función de que los seres humanos decidamos o no autolimitar nuestro impacto sobre la biosfera*, y que esa decisión está en nuestras manos.

Cinco principios básicos de sustentabilidad

A partir de la biomímesis, del funcionamiento de los ecosistemas, podemos sugerir cinco principios básicos para la reconstrucción ecológica de la economía:

1. Vivir del sol como fuente energética.
2. Cerrar los ciclos de materiales.
3. No transportar demasiado lejos los materiales.
4. Evitar los xenobióticos como los COP,



Página izquierda. Vivir del sol como fuente energética es uno de los principios de la sustentabilidad. FOTO: ECOLOGISTAS EN ACCIÓN

FOTO: USDA

1. Es necesario cerrar los ciclos de materiales, como hace la naturaleza.

FOTO: USDA

2. Nuestra sociedad se caracteriza por transportar los materiales cada vez a mayores distancias. FOTO: ECOLOGISTAS EN ACCIÓN

3. Se deben evitar los xenobióticos, como los organismos transgénicos o los contaminantes orgánicos persistentes.

4. La sustentabilidad exige el respeto de la biodiversidad. Flor de Lys (*Lilium pircanicum*). FOTO: EDUARDO VIÑUALES.





La biomimesis pretende imitar a la naturaleza en los sistemas productivos humanos. Foto: USDA

OMG (organismos transgénicos)...

5. Respetar la diversidad.

El primero de tales principios, **vivir del sol**, a estas alturas del debate económico-ecológico, debería resultar evidente. La inagotable fuente de energía que nutre a prácticamente toda la vida sobre nuestro planeta ha de ser también la que mueva los ciclos productivos de la economía humana. Las energías fósiles (carbón, petróleo, gas natural) están agotándose al mismo tiempo que desequilibran el clima del planeta, y tenemos inexorablemente que plantearnos el cambio de base energética de nuestra civilización industrial. La única economía reproducible a largo plazo será la basada en las energías renovables (es decir: en último término, en el aprovechamiento diversificado del flujo inagotable de energía solar). Por eso necesitamos una "estrategia solar" para la salida de los combustibles fósiles y la energía nuclear, y la *construcción de un sistema energético basado en las energías renovables* (solar térmica y solar fotovoltaica, eólica, biomasa, etc.). Los depósitos aún existentes de energías fósiles sólo hemos de considerarlos como una "red de seguridad" mientras dure esa transición (10).

Cerrar los ciclos de materiales, dice el segundo principio. Un eslogan potente en este sentido es el de *la basura es comida* (*waste equals food*) propuesto por William McDonough y Michael Braungart (11). Los mismos autores quieren avanzar desde los ciclos de vida "de la cuna a la tumba" para los productos y materiales hacia ciclos "de la cuna a la cuna", sugiriendo así de forma muy plástica la idea del cierre de ciclos (12).

Una economía ecologizada distinguiría entre dos tipos de "metabolismo económico": todo lo que fuera a parar al *metabolismo biológico* de la naturaleza sería perfectamente biodegradable, y no contendría tóxicos en absoluto; por otro lado, lo que fuera al *metabolismo industrial* circularía una y otra vez en ciclos cerrados, sin mezclarse con el metabolismo biológico. Así, todos los pro-

ductos de la economía serían clasificados o bien como *nutrientes biológicos* o bien como *nutrientes técnicos* (13). El planteamiento en cualquier caso ha de ser *residuo cero* (14), en el sentido de que los residuos de los procesos productivos serían aprovechados íntegramente como materia prima, igual que sucede en los ciclos de materiales que se dan en la biosfera.

El tercer principio aconseja **no transportar demasiado lejos**. En la naturaleza, el transporte vertical (propio del reino vegetal) predomina nítidamente sobre el transporte horizontal (privilegio de los animales), y el transporte horizontal a larga distancia es una absoluta rareza (15).

Los ciclos biológicos que prevalecen en tierra firme son los del mundo vegetal, que hace circular materiales en sentido casi exclusivamente vertical. Los seres vivos que se desplazan en sentido horizontal —los animales— representan una fracción muy pequeña de la biomasa terrestre y, además, no se prodigan en viajes gratuitos: la naturaleza terrestre está, en esencia, fija. Los grandes viajeros (aves migratorias, salmones que remontan ríos...) son más bien excepciones que confirman la regla. De ahí el conflicto con el transporte masivo de materiales a larga distancia que ponen en marcha las sociedades industriales modernas:

"Dado que los ecosistemas naturales terrestres han ido autoorganizándose mayoritariamente sobre la base de los ciclos verticales y cercanos, están muy mal adaptados para soportar movimientos horizontales masivos en su seno, como los que genera el actual sistema de transporte. Sus estructuras primordiales (suelo superficial, comunidades vegetales, interconexiones ecológicas, etc.) presentan una gran fragilidad frente al incremento de los desplazamientos horizontales. En consecuencia, el transporte tiene que 'abrirse paso' a través de unos ecosistemas naturales terrestres que no están 'diseñados' para soportarlo, y en su avance va fraccionando y empobreciendo estos ecosistemas..." (16).

De ahí que, para lograr so-

ciudades sustentables, aplicar el principio de biomimesis induzca a *minimizar el transporte horizontal a larga distancia*, e intentar que los sistemas humanos se "recentren" sobre el territorio. *Desarrollo sostenible es desarrollo autocentrado, producción limpia es producción de proximidad*: sobre esto no deberían caber dudas.

En cuarto lugar, se trata de **evitar los productos xenobióticos**, es decir, aquellos productos químicos u organismos producidos artificialmente que resultan "extraños" para los sistemas naturales. Los estudios más recientes muestran cómo cantidades minúsculas de contaminantes pueden causar con el tiempo efectos desastrosos sobre los sistemas biológicos: lo que hemos aprendido en los años noventa sobre disruptores hormonales invita a extremar la prudencia (17). En cuanto a los organismos transgénicos, les he dedicado bastante atención en otras obras (18).

Respetar la diversidad es el quinto —pero no por ello menos importante— principio básico. No hará falta insistir en la enorme, estupefaciente diversidad que caracteriza a la vida sobre nuestro planeta: esa diversidad a todos los niveles —genes, organismos, poblaciones, ecosistemas— es una garantía de seguridad en un mundo cambiante. Por eso, también aquí la biomimesis es un buen principio orientador: la economía humana ha de construirse *respetando las singularidades regionales, culturales, materiales y ecológicas de los lugares*. La flexibilidad de los sistemas humanos ha de permitir hacer frente a los imprevistos, y proporcionar los bienes y servicios necesarios para las personas y comunidades que en sí mismas son entes cambiantes.

Ciclos de materiales cerrados, sin contaminación y sin toxicidad, movidos por energía solar, adaptados a la diversidad local: ésta es la esencia de una economía sustentable. Cuando se trata de producción industrial, suele hablarse en este contexto de *producción limpia* (19).

Final: sobre equilibrios desequilibrados

Un aspecto a mi juicio importante de la noción de biomimesis es que permite —o facilita al menos— disipar un generalizado equívoco en torno a otro concepto importante para la ecologización de la sociedad:

El término biomimesis se usó antes en disciplinas como la robótica, que se fijaba en la locomoción de los insectos para construir robots hexápodos.



el de *economía de estado estacionario* (*steady-state economics*), introducido ya por los economistas clásicos (como Ricardo o Mills) y que elaboró hace algunos años Herman E. Daly. También cabría verterlo al castellano por “economía en equilibrio”.

En efecto, lastra a la idea de una economía en estado estacionario la connotación de estancamiento, de detención de la mejora humana. Pero si pensamos en ello desde la noción de biomimesis, el equívoco se desvanece: se trata de un “estado estacionario” –referido a los ciclos de materia y los flujos de energía a través del sistema económico– como *el de la biosfera*, es decir, caracterizado por la dinámica evolutiva, el surgimiento continuo de lo nuevo, y la diversidad inacabable que enriquece la experiencia. Todo lo contrario del estancamiento, por tanto: una sucesión de “cuasi-equilibrios” permanentemente en movimiento, a la que también podemos considerar un tipo de equilibrio, quizá un “equilibrio metaestable”. Vale la pena profundizar un momento en esta reflexión.

La crisis ecológica nos hace pensar en *desequilibrios*: desequilibrios energéticos, territoriales, en los flujos de materiales... Por otro lado, se ha de reconocer que, como escribe el sociólogo ambiental Graham Woodgate, “debemos aceptar que nunca alcanzaremos la sostenibilidad, porque no es un estado sino un proceso: nunca alcanzaremos una posición de equilibrio que se pueda mantener indefinidamente” (20). ¿Y entonces?

Una imagen para visualizar la sostenibilidad: el equilibrista sobre el sendero escarpado o la cuerda floja. *Equilibrio dinámico*: el funámbulo ha de avanzar para mantenerse en equilibrio. Los equilibrios posibles para nosotros no son estáticos ni cómodos, no cabe *dar nada por sentado* (hermosa imagen, si pensamos la expresión en su literalidad!).

Se intuye la necesidad de (re)construir una red de seguridad por debajo del equilibrista. La expansión en el desarrollo de las capacidades humanas ha de ir de consuno con una potente autolimitación en el metabolismo entre las sociedades humanas y la naturaleza. A ese punto de equilibrio podemos llamarlo desarrollo sostenible. ¿Pero qué equilibrio?

Recordemos que, para el físico y premio Nobel Ilya Prigogine, los sistemas vivos, y la biosfera en su conjunto, son “sistemas apartados del equilibrio” que tienen eficientes “estructuras disipativas” para extraer el desorden. En términos termodinámicos, *equilibrio es muerte*. Por otro lado, al menos desde la publicación de aquel potente libro del ecólogo Daniel Botkin, *Armonías discordantes*, no

podemos seguir empleando la expresión “equilibrio ecológico” con ingenuidad... Como escribió Ramón Folch, *equilibrio ecológico* es una “figura poética para evocar la interacción sistémica que se establece entre los componentes de un ecosistema. Es una metáfora sacralizada por los amantes de las simplificaciones y los fundamentalismos. A lo mejor, ni siquiera existe” (21).

Habrà quizá que pensar en un *metaequilibrio*, una proporción o razón de nuestros vitales desequilibrios. Una idea esencial en este contexto es la de *dejar margen para la incertidumbre*. Escribió Nicholas Georgescu-Roegen en 1972: “...quien crea que puede diseñar un plan para la salvación ecológica de la especie humana no comprende la naturaleza de la evolución, y ni siquiera la de la historia, que es la de una lucha permanente bajo formas siempre nuevas, no la de un proceso físico-químico predecible y controlable como los de cocer un

huevo o enviar un cohete a la Luna” (22). En este mismo sentido, Ramón Margalef: “...es como si la naturaleza se reservara siempre el derecho de introducir cosas absolutamente imprevisibles y capaces de trastocar nuestros esquemas. Hay que aceptarlo así y no se le pueden dar más vueltas” (23).

Hay que *dejar margen para la contingencia y la incertidumbre*, porque podemos intentar orientar la evolución de sistemas complejos, pero nunca vamos a tener certeza sobre los resultados. Esto quiere decir, por ejemplo, que si el *maximum sustainable yield* de un caladero determinado son 10.000 toneladas de una determinada especie de pez al año, será prudente limitar las capturas a 5.000 toneladas; y que los bancos de germoplasma no son una buena alternativa a la conservación de variedades vegetales (silvestres y domesticadas) *in situ*. 🌱

Notas y referencias

- 1 Véase la historia del robot Rhex en www.eecs.umich.edu/~ulucs/rhex.html (página web consultada el 25-9-2002).
- 2 JULIAN F.V. VINCENT: “Stealing ideas from nature”, en S. Pellegrino (ed.), *Deployable Structures*, Springer Verlag, Viena.
- 3 Fuera de esta primordial fuente de energía natural quedarían sólo fenómenos de energía gravitatoria (que influyen en las mareas, por ejemplo) y geotérmica (fuentes termales, etc.).
- 4 Citado por RAMÓN PASTOR, “Introducción al concepto de ecología industrial”, en la Primera Conferencia Europea de Ecología Industrial (Forum Ambiental Ecomed-Pollutec), Barcelona, 27 y 28 de febrero de 1997.
- 5 Sobre el principio de precaución véase JORGE RIECHMANN y JOEL TICKNER, *El principio de precaución: de las definiciones a la práctica*, Icaria, Barcelona 2002.
- 6 MANUEL ARIAS MALDONADO: “Sustentabilidad, democracia y política verde”, ponencia en el Primer Congreso Iberoamericano de Ética y Filosofía Política, Alcalá de Henares, 16 al 20 de septiembre de 2002.
- 7 Abundantes ejemplos en MICHAEL REDCLIFF y GRAHAM WOODGATE: *Sociología del medio ambiente*, McGraw Hill/ Interamericana de España, Madrid 2002.
- 8 Que por añadidura –aunque esto no nos interese aquí– es incoherente con la construcción de Arias Maldonado en el resto de su ponencia/artículo, pues luego tiene que distinguir entre “el *capital natural*, constituido por aquellos aspectos del mundo natural que son empleados o son potencialmente empleables en el sistema económico y social humano” y el capital hecho por el hombre: es decir, necesita –para el resto de su construcción doctrinal– que sean diferenciables el capital natural y el capital manufacturado.
- 9 Véase, por ejemplo, JORGE RIECHMANN, “La crisis ecológica: un desafío para los trabajadores”, en JORGE RIECHMANN y FRANCISCO FERNÁNDEZ BUEY, *Trabajar sin destruir. Trabajadores, sindicatos y ecología*, Eds. HOAC, Madrid 1998, p. 78-79.
- 10 Para desplegar estas perspectivas, nada mejor que dos libros básicos de HERMANN SCHEER (*Estrategia solar*, Plaza y Janés, Barcelona 1993; y *Economía solar global*, Galaxia Gutenberg, Barcelona 2000) y otros dos de EMILIO MENÉNDEZ (*Las energías renovables: un enfoque político ecológico*, y *Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo*, ambos en Los Libros de la Catarata, Madrid, 1997 y 2001 respectivamente).
- 11 WILLIAM McDONOUGH y MICHAEL BRAUNGART: “The next industrial revolution”, *The Atlantic*, octubre 1998 (versión electrónica en www.theatlantic.com/issues/98oct/industry.htm).
- 12 WILLIAM McDONOUGH y MICHAEL BRAUNGART: *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York 2002. Ambos autores son también socios en una consultoría de diseño industrial, y su página web tiene cosas de mucho interés: www.mbd.com.
- 13 McDONOUGH y BRAUNGART: “The next industrial revolution”, op. cit.
- 14 SARA DEL RÍO: “Residuo cero”, en *Boletín Greenpeace* 2002/III, p. 30-31.
- 15 Sobre este asunto ANTONIO ESTEVAN y ALFONSO SANZ, “Las raíces del conflicto entre el transporte y el medio ambiente”, en su libro *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*, Los Libros de la Catarata, Madrid 1996, p. 27-29.
- 16 ESTEVAN y SANZ, op. cit., p. 29.
- 17 T. COLBORN/ J.P. MYERS/ D. DUMANOSKI: *Nuestro futuro robado*. Ecoespaña Editorial, Madrid 1997. Una notable cantidad de información sobre disruptores endocrinos en esta página web del Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS): www.istas.net/ma/decops.
- 18 Me refiero a mis dos libros *Cultivos y alimentos transgénicos: una guía crítica* (Los Libros de la Catarata, Madrid 2000) y *Qué son los alimentos transgénicos* (Integral/ RBA, Barcelona 2002).
- 19 Una introducción al respecto en ESTEFANÍA BLOUNT, LUIS CLARIMÓN, ANA CORTÉS, DOLORES ROMANO y JORGE RIECHMANN (coords.): *Industria como naturaleza. Hacia la producción limpia*, Los Libros de la Catarata, Madrid, en prensa.
- 20 GRAHAM WOODGATE en *Sociología del medio ambiente* (coord. por Woodgate y Michael Redcliff), McGraw-Hill, Madrid 2002, p. xxx.
- 21 FOLCH, *Diccionario de socioecología*, Planeta, Barcelona 1999, p. 135.
- 22 Citado en ERNEST GARCÍA, *El trampolín fáustico*, Tilde, Valencia 1999, p. 5.
- 23 Citado en E. GARCÍA, op. cit., p. 25.