

## Biomímesis: respuesta a algunas objeciones<sup>1</sup>

Jorge Riechmann

Universidad Autónoma de Madrid (UAM)

*Compartís [la burguesía] con todas las clases dominantes que han existido y perecieron la idea interesada de que vuestro régimen de producción y propiedad, obra de condiciones históricas que desaparecen en el transcurso de la producción, descansa sobre leyes naturales eternas y sobre los dictados de la razón.*

Karl Marx y Friedrich Engels (1981, p. 41)

*Cuanto más preparada esté una ecopolítica para cuestionar su propio discurso sobre la 'naturaleza', mayor será su efectividad.*

Kate Soper (1995, p. 151)

Desde hace decenios, ecólogos como Ramón Margalef, H. T. Odum o Barry 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 a mi entender le corresponde un papel clave a la hora de dotar de contenido a la idea más formal de sustentabilidad<sup>2</sup>. Lo expuse primero, en el año 2000, en un capítulo de mi libro *Un mundo vulnerable* (Riechmann 2000, pp. 117-118); lo desarrollé más en 2003 en el capítulo titulado “Biomímesis” del libro colectivo *Industria como naturaleza* (Blount y otros, 2003); y finalmente fue objeto de pormenorizado desarrollo en las dos ediciones de mi libro *Biomímesis* (Riechmann, 2006 y 2014).

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

plantearnos primordialmente).

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 armoniosamente en los sistemas naturales*.

Es muy importante reparar en que la biomimética ingenieril se puede integrar sin problemas en las estrategias de acumulación capitalista, y como han observado Jiménez & Ramírez (2019), hoy en día existen empresas dedicadas en exclusiva a hacer asesorías biomiméticas: en el ámbito corporativo se recurre cada vez más a este enfoque para “verdecer” a las empresas. La biomímesis “sistémica” es menos recuperable, pero también cabría imaginar un “capitalismo verde” que recorriese un tramo de camino con estrategias de ecoeficiencia (sobre todo) y biomímesis sistémica (en menor grado). Como he sugerido en otros lugares, son sobre todo los *principios de suficiencia y precaución* los que se oponen de plano a las dinámicas capitalistas<sup>3</sup>.

Una aplicación generalizada de la biomímesis sistémica sería una condición necesaria para construir economías verdaderamente sustentables, pero de ninguna manera supondría una condición suficiente.

## La idea de biomímesis

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*.

Ya a mediados de los años noventa, la idea de biomímesis había avanzado lo suficiente como para plasmarse en un sólido manual (Benyus, 1997). Janine M. Benyus, la investigadora que lo escribió (popularizando así el término *biomimicry* en el mundo de habla inglesa), destaca que los sistemas naturales tienen las siguientes diez propiedades interesantes:

1. Funcionan a partir de la luz solar.
2. Usan solamente la energía imprescindible.
3. Adecúan forma y función.
4. Lo reciclan todo.
5. Recompensan la cooperación.
6. Acumulan diversidad.

7. Contrarrestan los excesos desde el interior.
8. Utilizan la fuerza de los límites.
9. Aprenden de su contexto.
10. Cuidan de las generaciones futuras.

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 base 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). 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.

## Seis principios básicos de sustentabilidad

A partir de la biomímesis, del funcionamiento de los ecosistemas, podemos sugerir seis principios básicos para la reconstrucción ecológica de la economía (aunque no tengo aquí espacio para derivarlos de manera más rigurosa):

1. ESTADO ESTACIONARIO, o con más precisión, HOMEOSTASIS aproximada en términos biofísicos (esto es, en cuanto a los intercambios de materia y energía de los sistemas humanos con sus entornos).
2. VIVIR DEL SOL como fuente energética.
3. CERRAR LOS CICLOS de materiales.
4. NO TRANSPORTAR DEMASIADO LEJOS los materiales.
5. EVITAR LOS XENOBIÓTICOS como COP (contaminantes orgánicos persistentes), OMG (organismos transgénicos)...
6. RESPETAR LA DIVERSIDAD.

*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. No cuesta reconocer que 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;
- *ecología urbana* para reintegrar armónicamente los pueblos y ciudades en los ecosistemas que los circundan;
- *ecoarquitectura* buscando que edificios e infraestructuras “pesen poco” sobre los paisajes y ecosistemas;
- *agroecosistemas* mucho más cercanos a los ecosistemas naturales que la actual agricultura industrial basada en monocultivos y agrotóxicos;
- *química verde* con procesos que permanezcan cerca de la bioquímica de la naturaleza;
- *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<sup>4</sup>.

Esto implica *sofrenar el optimismo tecnológico* que ha caracterizado la historia de las sociedades industriales, y ser capaces de entender la historia como un aprendizaje al que hay que sacar partido. Sabemos que los privilegiados de este mundo hemos de reducir nuestro impacto ambiental en un factor aproximadamente de diez: es decir, reducir a la décima parte nuestro consumo de energía y materiales, liberando así espacio ambiental para que puedan vivir decentemente los seres humanos del Sur, y el resto de los seres vivos con los que compartimos la biosfera<sup>5</sup>. Una parte de estas reducciones pueden lograrse mediante una “revolución de la ecoeficiencia”, pero no será ni mucho menos suficiente: ha de completarse con una “revolución de la suficiencia”, y eso quiere decir modificar pautas de comportamiento, ideas y valores; nuestro entero sistema de producción y consumo. *Precisamos un “factor diez” ético-político*, además del “factor diez” en ecoeficiencia que ya se formuló como objetivo en los años noventa del siglo XX.

## Los peligros del naturalismo acrítico

La propuesta de “imitar a la naturaleza” sin duda hará que más de un lector marxista o más de una lectora feminista se revuelvan inquietos en su asiento (releáanse las palabras del *Manifiesto comunista* que encabezan este artículo). Al fin

y al cabo, la *naturalización de lo social y lo cultural* ha sido una de las armas favoritas de las fuerzas reaccionarias durante milenios, como bien saben los movimientos sociales que han luchado contra el patriarcado, la opresión religiosa, la dominación de clase, el racismo, las tergiversaciones nacionalistas o la represión de las sexualidades divergentes: sobran los ejemplos de construcciones culturales opresivas para grupos sociales específicos que eran legitimadas en virtud de su “naturalidad”<sup>6</sup>. Incluso las políticas más abismalmente malignas -las políticas nazis de exterminio masivo, por ejemplo- han buscado legitimarse apelando a la naturaleza, y así el mismo Hitler -en una conversación con Rauschning que éste anotó- declaraba:

Tenemos el deber de despoblar, lo mismo que tenemos el deber de cuidar adecuadamente a la población alemana. (...) ¿Quiero yo eliminar estirpes enteras de un pueblo? ¡Sin duda alguna! Así aproximadamente, hacia ahí caminamos. La naturaleza es cruel. Por eso, también nosotros podemos serlo (citado en Safranski, 2000, p. 240)<sup>7</sup>.

Un activista gay inquieto ante determinados discursos ecologistas puede insistir en que:

(...) si, en el proceso de ‘recuperar’ la naturaleza, el marxismo o cualquier otro movimiento político ignora la violencia y complejidad ideológica de la naturaleza como concepto cultural, sólo recuperará una naturaleza entreverada con esas ideologías que han contribuido a provocar crisis recientes. Por decirlo en dos palabras: corremos peligro de que mucho pensamiento reaccionario regrese siguiendo a la naturaleza y a aquellos que -con razón- reconocen la enorme urgencia de una política ecológica. Claro que hay distinciones obvias y fundamentales que pueden ayudar a evitarlo: entre la naturaleza humana y la naturaleza destruida por la cultura humana, entre la concepción ecológica y las concepciones ideológicas de la naturaleza... Pero se trata de distinciones que el concepto tradicional de naturaleza no ha solido respetar (Dollimore, 1991, pp. 114-115).

Cautelas como las de Dollimore están justificadas: debemos ser especialmente rigurosos a la hora de invocar la naturaleza (en nuestro caso, a la hora de fundamentar nuestra propuesta de biomímesis). Hay que intentar trazar con nitidez las “distinciones fundamentales” a las que alude, puesto que un naturalismo acrítico puede sin duda prestar apoyo ideológico a los sistemas de dominación que -por otra parte- han desempeñado un papel fundamental en el surgimiento de la crisis ecológica actual. Ya abordé en un ensayo anterior la elaboración conceptual de *naturaleza*, teniendo en cuenta los riesgos y complejidades a los que acabo de aludir; ruego que las reflexiones que siguen se lean sobre el trasfondo de aquel primer texto (Riechmann, 1997).

## Más tiempo de rodaje

*Observa los fenómenos naturales y encontrarás en ellos un manantial inagotable de normas para el espíritu*, escribía Juan Ramón Jiménez hace un siglo (1990, p. 141), recogiendo un consejo que cabría rastrear en la historia de las ideas de lo que llamamos Occidente desde su mismo origen (o más bien una de las fuentes de su plural origen): el pensamiento griego. Por eso, 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 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 complejísimos mecanismos: enseguida insistiré sobre ello. No es estática y está cambiando constantemente, pero se mantiene en una estabilidad dinámica merced a sutiles mecanismos de retroalimentación negativa que los cibernéticos y teóricos de sistemas 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*. Hay una expresión inglesa que dice: “si funciona, no lo arregles” (*if it works, don't fix it*). De alguna forma, esta idea describe el punto de partida de las estrategias biomiméticas. La biosfera funciona: eso es indudable. Es verdad que funciona, en principio, de forma no acogedora o poco amigable para el ser humano: por eso, desde hace decenas de miles de años, hemos ensayado diversas estrategias para sobrevivir y para vivir bien, haciendo reformas en la “casa común” que es la biosfera.

Hacer reformas en esa casa (*oikos* en griego, raíz del vocablo “ecología”) resulta inevitable, al ser nosotros el tipo de animal que somos (con lenguaje articulado, capacidad de simbolización, técnica, etc). La cuestión es qué tipo de reformas hacemos en nuestro *oikos*. Si contrarían la dinámica que ha conducido a esa biosfera que funciona bien, si chocan frontalmente contra sus principios de funcionamiento, entonces tales reformas acabarán volviéndose contra nosotros mismos: el muro se derrumbará encima del albañil imprudente.

## Crítica de la “teoría verde del valor” de Goodin

Creo que vale la pena ahondar un poco en la cuestión del valor, en relación con lo natural y lo artificial. Pues más de un pensador ecologista trabaja -explícita o

implícitamente- con una idea de la naturaleza como *prístina otredad de la cultura*, de manera que resulta tanto menos valiosa cuanto más mezclada con la actividad humana. Esto lo ha formalizado el politólogo australiano Robert E. Goodin (que de alguna forma teoriza la filosofía de la *deep ecology*, al menos en alguna de sus versiones) en su “teoría verde del valor”:

Lo que hace valiosos los recursos naturales es precisamente su naturalidad. Es decir, lo que les confiere valor no son atributos físicos o propiedades que podrían exhibir. Más bien es la historia y el proceso de su creación. Según la teoría verde del valor, lo que resulta crucial para hacer valiosas las cosas es el hecho de que han sido creadas por procesos naturales en vez de procesos humanos artificiales.” (Goodin, 1995, p. 26).

Para esta “teoría verde del valor” lo valioso es aquello que ha sido creado por procesos naturales, y no por intervención humana; y Goodin emplea la analogía con las falsificaciones en el mundo del arte para argumentar que un ecosistema restaurado, incluso si fuese idéntico al original, resultaría menos valioso por tratarse de un fruto de la actividad humana.

Hay dos o tres críticas pertinentes que hacer, creo. Veamos la primera. La característica de lo natural que -según Goodin- resulta crucial para explicar su valor es el “formar parte de algo más grande que nosotros mismos/ fuera de nosotros mismos” (Goodin, 1995, p. 45), pues de esa forma “fijamos nuestro lugar en el mundo exterior” y conseguimos “situar el yo, en un sentido psicológicamente profundo que importa enormemente a la gente” (Goodin, 1995, p. 39). La gente necesita como el comer, según Goodin, encontrar su “lugar en el mundo”: y es precisamente la naturaleza -los procesos naturales independientes de la actividad humana- la que puede proporcionárselo.

Si ésta es la razón, parecería que la elección de nuestro teórico verde resulta algo arbitraria. Al fin y al cabo, la sociedad/comunidad humana -con todo su denso tejido de relaciones sociales y toda su dimensión simbólica- es un candidato obvio a ese “algo más grande que nosotros mismos/ fuera de nosotros mismos” que puede dar sentido a la vida humana. ¿Por qué la naturaleza en vez de la sociedad, si de lo que se trata es de dar sentido? Y no es que en este punto falten los candidatos: ¿por qué no la Nación, o la Raza Elegida, o la Única Religión Verdadera? ¿Por qué precisamente la naturaleza? Tenemos una profunda necesidad de situarnos y de orientarnos, es verdad; pero hay muchas maneras de hacerlo, y no se ve por qué habría que privilegiar una de ellas. Se requeriría aquí, como mínimo, una argumentación más afinada.

Una segunda crítica es la siguiente. Puesto que -de acuerdo con esta teoría del valor- basta con pasear por el ecosistema virgen para degradarlo, parece lógico concluir que sería mejor que nunca hubiese existido la especie humana, lo cual

ya es fuerte como conclusión. Pero además podemos preguntarnos: ¿por qué la misma argumentación no debería aplicarse a otros seres vivos, que igualmente hacen uso de los recursos de la naturaleza? ¿Por qué la interacción humana con la naturaleza devalúa ésta, y no lo hace la interacción de otras especies no humanas? De nuevo, parece introducirse aquí una opción arbitraria. Se diría que la posición de Goodin conduce a lo que se ha llamado -en sociología medioambiental y en historia de las ideas- “excepcionalismo humano”<sup>8</sup>, quizá incluso a lo que yo he caracterizado en otro lugar como “tesis del espléndido aislamiento” (Riechmann 2003, pp. 52-58), y en esa medida es (a) ontológicamente poco plausible, y (b) políticamente poco coherente con los objetivos del movimiento ecologista y el movimiento de defensa de los animales.

Mi tercera observación crítica es la siguiente. Para Goodin, la naturaleza alterada por la intervención humana es siempre menos valiosa que la naturaleza prístina. Eso conduce a conclusiones tan absurdas como que una persona curada por una intervención médica es menos valiosa que otra que no ha pasado por semejante cura (o que ella misma antes de beneficiarse de ella). Por ejemplo, un enfermo de cáncer quedaría devaluado después de atravesar una operación quirúrgica y una radioterapia que consiguiesen eliminar su tumor...

Parece por tanto que hay buenas razones para abandonar la “teoría verde del valor” de Goodin (u otras similares). El problema no es que el trabajo humano se “mezcle” más o menos con la naturaleza, alterándola (por emplear el viejo lenguaje de la teoría de la apropiación de Locke, luego desarrollado en la teoría del valor-trabajo de Ricardo y Marx); el problema es que los excesos de la actividad humana dañan las posibilidades de vida buena para muchos seres humanos, y para muchos seres vivos no humanos susceptibles también de vivir una vida buena.

El valor básico, en mi propia teorización, es el *florecimiento de los vivientes* (o si se quiere: la buena vida de los seres capaces de tener una buena vida) (“Capacidades esenciales y florecimiento de los vivientes”, capítulo 4 de Riechmann, 2003). Como se ve, esto no tiene que ver -directamente al menos- con la cuestión natural/artificial. Si una estrategia de biomímesis parece recomendable no es porque nos aproxime a la naturaleza (y esto sea valioso como tal), sino porque nos acercaría -en mi opinión- a un mundo propicio a ese florecimiento de los vivientes (humanos y no humanos). Florecimiento que requiere, como precondition básica, una biosfera con buena salud.

### **“No se puede ir contra la naturaleza”**

Otra objeción podría venir de quienes sostienen, como Fernando Savater, que “si hay razones para considerar rechazables ciertos logros humanos, nada tendrán

que ver desde luego con su mayor o menor ‘naturalidad’, porque ir *contra* la naturaleza es cosa que nadie sabe hacer... al menos en este mundo” (Savater, 1996, p. 244). El pensador donostiarra defiende que, desde una perspectiva materialista, no se puede ir contra la naturaleza porque todo es natural, “el plástico es tan natural como la miel” (Savater, 1996, p. 245). Si así fuera, la misma idea de biomímesis carecería de sentido: todos los sistemas humanos serían igualmente naturales (o antinaturales), y no podríamos distinguir entre ellos según su mayor o menor cercanía a la naturaleza, ni esgrimir características de los sistemas naturales como deseables para los sistemas humanos.

Ya en mi ensayo *La industria de las manos y la nueva naturaleza* critiqué este punto de vista: creo el tipo de materialismo al que apela Savater es demasiado esquemático y reductivo, y sostengo que *podemos ir contra la naturaleza en este mundo en un sentido que es filosóficamente relevante, y que praxeológicamente -en la era de la crisis ecológica global- resulta esencial*. Sin repetir ahora los detalles de mi argumentación, ofreceré al menos algunos ejemplos de uso coherente del término antinatural:

- Antinatural como incompatible con la bioquímica de la vida (en este sentido, el DDT, el lindano o el metilmercurio son antinaturales).
- Antinatural como perturbador de los ciclos de materiales de los ecosistemas (en este sentido, el grueso de la producción industrial actual es antinatural).
- Antinatural como desequilibrador de los grandes ciclos biogeoquímicos de la biosfera (en este sentido, los sistemas energéticos basados en combustibles fósiles son antinaturales).

Aunque “no se puede ir contra la naturaleza”, como dice Fernando Savater, si *naturaleza* se entiende como la totalidad de las cosas existentes (sometidas a las regularidades que estudian las ciencias naturales), *ciertamente sí que se puede ir contra la naturaleza en cuanto biosfera*, y ése es el sentido que resulta más relevante para los debates ecológicos contemporáneos.

Vale la pena, en este punto, recordar la tercera “ley” informal de la ecología que propuso Barry Commoner hace más de treinta años: *nature knows better* (la naturaleza sabe lo que se hace). No se trata aquí de ninguna sustantificación esencialista ni ninguna deificación de “Madre Naturaleza”, sino de una manera muy condensada de transmitir una verdad empírica importante. A saber:

Detrás de cada ser vivo hay dos o tres mil millones de años de ‘investigación y desarrollo’. En todo este tiempo se ha producido una pasmosa cantidad de seres vivos individuales, cada uno de los cuales ha dado oportunidad de ensayar la conveniencia de algún cambio genético al azar. Si este cambio es perjudicial para la viabilidad del organismo, lo más probable es que éste muera antes de poder transmitirlo a las

futuras generaciones. De esta manera, los seres vivos han acumulado una compleja organización de partes compatibles; las posibles combinaciones que eran incompatibles con el conjunto quedaron borradas en el largo transcurso de la evolución. Así, la estructura de un ser vivo actual o la organización de un ecosistema natural actual serán probablemente ‘las mejores’ en el sentido de que fueron despojadas de los componentes perjudiciales hasta el punto de que cualquier forma nueva sería, casi con toda seguridad, peor que las existentes (Commoner, 1973, p. 41).

Commoner explica su principio mediante una analogía mecánica: si uno abre la tapa posterior de un reloj, cierra los ojos e introduce la punta de un lápiz en la maquinaria, *casi siempre* estropeará el reloj. Ciertamente existe una minúscula probabilidad de que el reloj estuviese dañado y que la intervención fortuita del lápiz consiguiese arreglarlo: pero nadie pondrá en duda que se trata de un resultado sumamente improbable. Algo parecido sucede en los sistemas naturales, donde las partes y el todo son recíprocamente coherentes después de casi cuatro mil millones de años de coevolución.

*Recuadro 1. Las “Leyes” básicas de la ecología según Barry Commoner*

- 
1. Todo está relacionado con todo lo demás. La biosfera es una compleja red, en la cual cada una de las partes que la componen se halla vinculada con las otras por una tupida malla de interrelaciones.
  2. Todas las cosas han de ir a parar a alguna parte. Todo ecosistema puede concebirse como la superposición de dos ciclos, el de la materia y el de la energía. El primero es más o menos cerrado; el segundo tiene características diferentes porque la energía se degrada y no es recuperable (principio de entropía).
  3. La naturaleza es la más sabia (o “la naturaleza sabe lo que hace”, traducción del inglés *nature knows better*). Su configuración actual refleja casi cinco mil millones de años de evolución por “ensayo y error”: por ello los seres vivos y la composición química de la biosfera reflejan restricciones que limitan severamente su rango de variación.
  4. No existe la comida de balde. No hay ganancia que no cueste algo; para vivir, hay que pagar el precio. (Extractado de Commoner, 1973, pp. 33-45)
- 

En aspectos muy decisivos, *ninguna intervención humana deliberada supera la “sabiduría” que resulta de la coevolución de diferentes sistemas en tiempos largos*, así estemos hablando de las culturas campesinas y los agrosistemas, o del sistema inmunitario humano y los patógenos. El tiempo, es un gran organizador, podríamos decir parafraseando a Marguerite Yourcenar.

En suma, es bien sabido que “natural” y “naturaleza” son términos polisémicos. La tesis implícita en mi defensa de la biomimesis es que, a la hora de hacer frente a la crisis ecológica actual, *el sentido más importante de “natural” es “acorde*

*con el funcionamiento de ecosistemas y organismos*”: natural como congruente con la biología de los ecosistemas y la bioquímica de los organismos. En este sentido, debemos aspirar a una agricultura natural, una industria natural, unos sistemas energéticos y de transporte naturales, etc.

*Recuadro 2. Un edificio como un árbol, una ciudad como un bosque*

---

“Trabajando con un equipo reunido por el profesor David Orr, del Oberlin College, concebimos la idea de un edificio y su entorno que funcionaran del mismo modo que un árbol. Imaginamos distintas formas de que pudiera depurar el aire, crear sombra y hábitat, enriquecer la tierra, y cambiar según las estaciones, eventualmente aportando más energía de la que necesitaría para funcionar. Tendría paneles solares en el tejado, una línea de árboles en el lado norte del edificio para protegerlo del viento y aumentar la biodiversidad, un interior diseñado para cambiar y adaptarse a las preferencias funcionales y estéticas de las personas, con tarimas y moquetas alquiladas, un aljibe que almacenaría agua para el riego, una máquina viviente en su interior y aparte del edificio –que consta de un estanque lleno de organismos y plantas especialmente seleccionados para la limpieza de los efluentes; aulas y amplios espacios públicos orientados hacia el oeste y el sur para aprovechar el sol; cristales especiales en las ventanas para controlar la cantidad de luz ultravioleta que penetrara en el edificio; un bosque restaurado en el lado este del edificio; y una forma de concebir el mantenimiento del paisaje y de los suelos que harían innecesarios los plaguicidas o el regadío. Estas características están actualmente en proceso de optimización –en su primer verano, el edificio comenzó a generar más energía de la que utilizaba–, lo cual hace de él un modesto pero esperanzador comienzo.

Imaginemos un edificio como un árbol, una ciudad como un bosque.” (Braungart y McDonough, 2005, pp. 132-133)

---

## **Contra el pansociologismo que niega la distinción entre naturaleza y sociedad**

Ya antes distinguimos entre dos de los sentidos importantes del término *naturaleza*: naturaleza como totalidad de las cosas existentes (sometidas a las regularidades que estudian las ciencias naturales), o naturaleza como biosfera (se trata respectivamente de naturaleza-1 y naturaleza-4, con la terminología que propuse en el capítulo 4 de *Un mundo vulnerable* al que hice referencia: Riechmann, 2000). Ahora me importa evocar otro sentido de *naturaleza*, el que está en la base de la importante distinción “natural/ artificial”: se trata de la naturaleza en cuanto conjunto de las cosas que existen o suelen existir sin intervención humana (naturaleza-2, en mi terminología de *Un mundo vulnerable*).

Pues bien: otra de las objeciones que pueden alzarse contra el principio de biomímesis se basaría en la negación de la distinción natural/ artificial. Diría más o menos: ¿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 auto-ordenación social, u ordenación de un aspecto de lo social: lo medioambiental(Arias Maldonado, 2002).

Es una idea también muy difundida entre los sociólogos ambientales “constructivistas” (abundantes ejemplos en Redclift & Woodgate, 2002). Manuel Medina, siguiendo a Bruno Latour, caracteriza a nuestra época por la *proliferación de híbridos* que embrollan constantemente las supuestas líneas de demarcación nítidas entre ciencia, tecnología, política, economía, naturaleza, derecho<sup>10</sup>...Como ejemplos de esta imparable hibridez, Medina sugiere los implantes electrónicos en el cerebro humano, los microprocesadores biónicos, la clonación de animales, los alimentos transgénicos, la congelación de embriones humanos, las píldoras abortivas y poscoitales, el viagra, los psicofármacos como Prozac, los entornos de realidad virtual generados por ordenador, internet, etc. Y señala que “en la época del *Proyecto Genoma Humano* se puede hablar de la naturaleza como de ‘un objeto manufacturado’ (Hess), al mismo tiempo que la ingeniería genética y las biotecnologías están dando paso a una naturaleza ‘extraída del laboratorio y después transformada en realidad exterior’ (Latour)” (Medina, 2000, pp. 37-38).

Ahora bien: hay que darse cuenta de que aquí, en esta suerte de *pansociologismo*, hay disfrazado, so capa de necesidad y evidencia, o una confusión conceptual, o un nada necesario *parti pris* ideológico<sup>11</sup>. 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 naturaleza silvestre “incontaminada”. Yo mismo he argumentado en este sentido en muchas ocasiones (véase, por ejemplo, Jorge Riechmann, ‘La crisis ecológica: un desafío para los trabajadores’, en Riechmann & Fernández Buey, 1998, pp. 78-79). *Pero de ahí a sostener que no puede distinguirse entre lo natural y lo social hay un salto que hemos de negarnos a dar*. Por decirlo con el ejemplo de Andrew Dobson, también en las condiciones actuales de “mundo lleno” sigue

habiendo una diferencia significativa entre el Hyde Park londinense y las selvas del centro de Nueva Guinea (Dobson, 1998, p. 75). Pondré otros dos ejemplos para que se vea lo que quiero decir.

Poca duda cabe de que, antes de 1969, 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 quizá asistamos 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 decía estar preparando el primer alunizaje con fines de lucro ¡nada menos que para el 2003! (Lo cual no sucedió, desde luego). Si este incipiente “desarrollo comercial” progresara, 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 optáramos por aplicar de verdad y desarrollar el Convenio de Estocolmo sobre COP (Contaminantes Orgánicos Persistentes), dentro de dos o tres generaciones habrían desaparecido de los cuerpos de los seres vivos estas “bombas químicas” de efecto retardado, y nos resultaría 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. Tal y como argumentaba Javier Echeverría, respondiendo a algunas exageraciones de Hans Jonas<sup>12</sup>:

Los mares y el fondo del mar no han sido engullidos por el artificio humano, como tampoco las montañas, los desiertos o los casquetes polares. Tampoco ha desaparecido la muerte, que es algo natural, demasiado natural. Es cierto que la *polis* se ha expandido muchísimo, pero de ahí a decir que ya no hay *physis* ni *biophysis* media un abismo. Por otra parte, si ya no hubiera naturaleza y se hubiera convertido en artificio humano, ¿cómo afirmar el imperativo de conservar la naturaleza, como hace Jonas?” (Echeverría 2003)<sup>13</sup>.

Aunque la naturaleza esté cada vez más “artificializada” (vale decir: aunque los frutos del trabajo humano se mezclen cada vez más con el mundo no humano), *mantener la distinción conceptual natural/ artificial resulta imprescindible*<sup>14</sup>. Incluso

en un hipotético mundo del todo “artificializado”, seguiría teniendo sentido distinguir entre “menos artificial” (más natural) y “más artificial”. Pensemos por ejemplo en el experimento *Biosfera 2* en 1991-1993 (aquella especie de enorme terrario construido en Arizona por científicos estadounidenses)<sup>15</sup> e imaginemos por un momento que hubiese tenido éxito, abriendo camino a la construcción de varias “mini-biosferas” artificiales. Pues bien: podríamos juzgar si una hipotética “Biosfera 7” es más o menos natural que otra supuesta “Biosfera 16” en función de su mayor o menor cercanía a la biosfera original (única e irremplazable, como precisamente mostró el fracaso de “Biosfera 2”).

Es cierto que lo humano se ha mezclado con casi todo en la biosfera del tercer planeta del Sistema Solar. ¿Y bien? Podemos hablar de naturaleza (más o menos) salvaje, silvestre, en el sentido siguiente: naturaleza sana, diversa, funcional, autónoma. En ésta, los procesos básicos de los ecosistemas y la dinámica evolutiva se conservan. El punto de referencia no es una biosfera sin seres humanos, sino una naturaleza que conserva su autonomía<sup>16</sup>.

### **Tras una transición ecosocial biomimética, ¿se mantendría el nivel de vida?**

Otra duda podría formularse así: una economía transformada de acuerdo con criterios biomiméticos, ¿logrará proporcionar una vida buena a todos los seres humanos? ¿No se producirá necesariamente un descenso del nivel de vida?

Para contestar adecuadamente, habrá que dar un pequeño rodeo a través de la teoría de las necesidades humanas (traté este asunto con más detalle en Riechmann, 1998). La cuestión clave aquí es distinguir entre las necesidades y deseos humanos que ha de satisfacer un sistema productivo, y los satisfactores o medios concretos para satisfacer esas necesidades y deseos. Las teorías contemporáneas de las necesidades en mi opinión más solventes -Manfred Max-Neef, por ejemplo, o Len Doyal e Ian Gough- postulan que las necesidades básicas son finitas, pocas, clasificables, universales y objetivas. *Lo que cambia, a través de los tiempos y de las culturas, no son las necesidades sino la manera o los medios utilizados para la satisfacción de las necesidades*: es decir, los satisfactores de estas necesidades. “Alimentación y abrigo no deben considerarse como necesidades sino como satisfactores de la necesidad fundamental de subsistencia. Del mismo modo, la educación (ya sea formal o informal), el estudio, la investigación, la estimulación precoz y la meditación son satisfactores de la necesidad de entendimiento” (Max-Neef, 1993, pp. 40-42)<sup>17</sup>. Y la observación decisiva es que *diferentes satisfactores para la misma necesidad (o deseo) pueden tener impactos ecológicos absolutamente diferentes*.

La relación de los satisfactores con las necesidades es la de los *medios* con los

*finés*. La sociedad productivista/ consumista se caracteriza, entre otros rasgos, por la confusión constante, deliberada e incesante entre fines y medios -los medios se transforman en fines y estos se pierden de vista, se desvanecen en el universo de los objetos-; en la crítica de esta sociedad y en la formulación de alternativas mostrará la pareja de conceptos *necesidad/ satisfactor* toda su potencia crítica. Las necesidades no son intencionales, y en ese sentido no podemos elegir las: sencillamente están ahí. *Pero sí que podemos elegir los satisfactores*. Aunque las necesidades básicas estén dadas, podemos autodeterminar -al menos en parte- los deseos y los satisfactores. Mantener abierta esta posibilidad resulta crucial para cualquier perspectiva de emancipación en un “mundo lleno”, un mundo cuyos límites ecológicos se han alcanzado o -en algunos ámbitos- incluso se han sobrepasado ya.

Pensemos en la cuestión de la energía, absolutamente básica. Una transición biomimética nos desengancharía de los combustibles fósiles y la energía nuclear para “conectarnos” a la corriente energética del sol, lo que alguna vez se ha llamado el gran “molino de fotones” terráqueo, limitado por la corriente energética del sol. Ahora bien: la fotosíntesis -causa última de los depósitos de energía fósiles sobre los que se ha basado la sociedad industrial hasta hoy- consume sólo el 0'06% aproximadamente de la energía solar que llega a la Tierra para la producción primaria neta de biomasa. La mayor parte de la energía solar, o bien se refleja de vuelta hacia el espacio exterior (un 30% aproximadamente), o bien se almacena temporalmente como calor en las capas bajas de la atmósfera (“efecto invernadero” natural, un 50% aproximadamente). El restante 20% es responsable de “mover” el agua y los vientos (ciclo natural del agua y las corrientes atmosféricas).

Eso quiere decir que la producción energética que recibimos del Sol es enorme: y sin embargo *no sería suficiente si pretendiésemos mantener los niveles de consumo de materiales y energía de las insostenibles sociedades industriales modernas* (Altvater, 1994, p. 39). No se trata de pensar sencillamente en sustituir las energías fósiles (y la energía nuclear) por energía solar, dejando lo demás como está: simultáneamente ha de aumentar radicalmente la eficiencia energética (y reducirse su consumo), modificarse cualitativamente el uso de la energía, cambiar los sistemas de transformación, reconstruirse la cultura.

La clave, por tanto, estriba en modificar los satisfactores (ecoficiencia, biomimesis) y actuar sobre los deseos, las relaciones sociales y la cultura (suficiencia, autocontención), de manera que permanezcamos dentro de los límites impuestos por los ecosistemas. *Esto puede lograrse con una buena calidad de vida para todos y todas* (aunque mostrarlo con detalle excede el propósito de este texto). Cabe aspirar a *una vida buena basada en un modelo productivo que consuma muchos menos materiales y energía que el actual*, lo cual nos obligará a organizar de otra forma nuestros sistemas de producción y nuestras relaciones sociales: y con ello queda contestada la pregunta que nos hacíamos en este apartado.

## Emular con labor de arte la sencilla obra de la naturaleza

Una línea de pensamiento muy influyente desde hace varios siglos subraya que lo verdaderamente humano es el artificio. Pedro Salinas, en un par de líneas de su satírica -y pacifista antinuclear- novela de anticipación *La bomba increíble*, la sintetiza con acierto: ahí la pierna ortopédica de un mutilado de guerra “deja de asemejarse a la del animal, es la extremidad hechizada, inventada, forjada por la habilidad humana. Quién sabe si más auténticamente humana, por eso, por emular con labor de arte la sencilla obra de la naturaleza” (Salinas, 1997, p. 40). No se inquieten los aficionados a esta exaltación de la industria y el artificio como esencia de lo humano: al fin y al cabo, cualquier diseño biomimético que logre avanzar hacia su plasmación en la realidad no es desde luego un trozo de naturaleza, sino artificio humano -tan *hechizado, inventado, forjado por la habilidad humana* como los otros diseños “antinaturales” a los que sustituye.

No se trata de “volver a la naturaleza” sin más, con todos los aspectos regresivos que semejante programa podría entrañar, sino de *rediseñar nuestros artificios de forma que sean más semejantes a los productos de la naturaleza*. Así, por ejemplo, y en lo que a nuestra ropa se refiere, no se trata de volver a un estado preindustrial idealizado, donde no se empleasen más que fibras naturales. Pues...

“los materiales naturales para cubrir las necesidades de la población actual ni existen ni pueden existir. Si varios miles de millones de personas quisieran prendas vaqueras de fibras naturales teñidas con tintes naturales, la humanidad tendría que destinar millones de hectáreas al cultivo de algodón e índigo, simplemente para satisfacer la demanda -y esas hectáreas son necesarias para la producción de alimentos. Además, incluso los productos ‘naturales’ pueden no ser necesariamente saludables para los seres humanos y el entorno. El índigo contiene mutágenos y, al ser normalmente cultivado en explotaciones de monocultivo, reduce la diversidad genética.” (Braungart & McDonough, 2005, p. 38).

Por decirlo con otro ejemplo: encarecer *artificialmente* el transporte (por medio de una fiscalidad ecológica bien diseñada) que previamente se abarató de manera insostenible y *artificial* (con el uso masivo de combustibles fósiles), tal sería el tipo de *naturalidad* a que podemos aspirar en el siglo XXI (más sobre este asunto en ‘La industria de las manos y la nueva naturaleza’, capítulo 4 de Riechmann, 2000).

*Recuadro 3.* Los principios de la “Economía azul” según Gunter Pauli

---

1. Las soluciones se basan sobre todo en las leyes de la física. Los factores decisivos son la presión y la temperatura tal y como se encuentran en el lugar concreto.
  2. Sustituye “algo” por “nada”- para cada recurso, revisa si realmente es indispensable para la producción.
  3. En la naturaleza los nutrientes, materiales y energía siempre se reutilizan -la basura no existe. Cada co-producto es la base para un nuevo producto.
  4. La naturaleza evolucionó desde pocas especies hacia una rica biodiversidad. Riqueza significa diversidad. Pero la norma industrial va en sentido contrario...
  5. La naturaleza da espacio a los empresarios que hacen más con menos. La naturaleza se opone a los monopolios.
  6. La fuerza de la gravedad es la fuente principal de energía; el segundo recurso renovable es la energía solar.
  7. El agua es el disolvente principal (en vez de catalizadores complejos, químicos y tóxicos).
  8. La naturaleza está sometida a un constante cambio. Las innovaciones se generan continuamente.
  9. La naturaleza trabaja sólo con lo que se encuentra disponible en el mismo sitio. La economía sostenible no sólo respeta los recursos naturales, sino también la cultura y la tradición. La naturaleza se orienta hacia las necesidades básicas y luego se desenvuelve desde la mera satisfacción hacia la sobreproducción. El modelo económico presente se basa en la escasez como punto de partida para la producción y el consumo.
  10. Los sistemas naturales no se desarrollan en procesos lineales.
  11. En la naturaleza todo es degradable -sólo depende del tiempo.
  12. En la naturaleza todo está conectado y se desarrolla de manera simbiótica.
  13. En la naturaleza el agua, el aire y la tierra son bienes comunes, de libre acceso y disponibles en abundancia. En la naturaleza un proceso tiene múltiples utilidades. Los sistemas naturales tienen riesgos.
  14. Cada riesgo es un incentivo para innovaciones.
  15. La naturaleza es eficiente. Por ello la economía sostenible aprovecha al máximo los materiales y la energía disponibles, lo que hace que el precio baje para el consumidor.
  16. La naturaleza busca lo mejor posible para todos los involucrados.
  17. En la naturaleza las desventajas se convierten en ventajas. Los problemas son oportunidades.
  18. La naturaleza persigue las ventajas de la diversificación. Una innovación natural trae una multitud de ventajas para todos.
  19. Responde a las necesidades básicas con lo que tienes, desarrolla innovaciones inspiradas en la naturaleza, crea beneficios múltiples así como empleo y capital social, ofrece más con menos: ésta es la Economía Azul (Pauli, 2012).
-

## Una técnica más amoldada a lo orgánico

Siendo verdad -como lo es- que “el hombre transforma iterativamente el entorno” (Echeverría, 1999, p. 40), y tomando nota de que “lo importante es que el artificio no sólo se contrapone a lo natural, sino ante todo a un artificio previo, que se trata de mejorar, o que simplemente se deja de lado” (ibid.), la propuesta de biomímesis trata de dejar de lado en ocasiones esos “artificios previos” o rasgos de la tecnosfera que se han mostrado disfuncionales por su falta de coherencia con los ecosistemas; y trata en ocasiones de mejorar artificios previos, empleando como criterio de valoración precisamente el buen encaje dentro de la biosfera.

En su obra maestra *Técnica y civilización*, publicada en 1934, Lewis Mumford, no sin algo de *wishful thinking*, invocaba un futuro alternativo que en aquel tiempo aciago no logró abrirse camino. Pero quizá ahora, en otro tiempo crítico, tenga una oportunidad:

Hemos alcanzado ya un punto en el perfeccionamiento de la tecnología misma en que lo orgánico ha empezado a dominar a la máquina. En vez de simplificar lo orgánico (...), hemos empezado a complicar lo mecánico, con el fin de hacerlo más orgánico; por tanto, más efectivo y más armonioso con nuestro ambiente vital. (...) Existe una nueva concentración de fuerzas del lado de la vida. Las exigencias de la vida, antes expuestas solamente por los románticos y por los grupos e instituciones sociales más arcaicas de la sociedad, están ahora empezando a ser representadas en el corazón mismo de la técnica. (...) Comprendemos ahora que las máquinas, en el mejor de los casos, son imperfectas falsificaciones de organismos vivos. Nuestros mejores aeroplanos son bastas e inciertas aproximaciones si se comparan con un pato en vuelo; nuestras mejores lámparas eléctricas no pueden compararse en cuanto a eficiencia con la luz de una luciérnaga; nuestro sistema automático de teléfonos más complicado es un artefacto infantil si se compara con el sistema nervioso del cuerpo humano (Mumford, 1992, pp. 388, 389 y 392).

Me place dejar cerca de estas enjundiosas reflexiones de Mumford sobre la posibilidad de una técnica más cercana a lo orgánico otra interrogación, la de ese gran creador plástico que fue Eduardo Chillida:

Tengo la sensación de que la aplicación que se hace hoy día con tanta facilidad, en el mundo de la técnica, de la geometría a la realidad es un error terrible, en el sentido de que la geometría sólo es válida en la mente. Es decir, Euclides, cuando inventa sus puntos geométricos, parte de una base maravillosa, un lugar sin dimensión, que es el punto; pero en un papel un punto tiene dimensiones y entonces se hunde toda la geometría, es falsa. En realidad, la geometría en que está fundado el mundo de la técnica es falsa, habría que apoyar ese mundo técnico en otra estructura que no fuera solamente conceptual, sino que fuera de otro orden (Chillida 2005: 83).

Creo que Chillida no está proponiendo ninguna regresión “tecnofóbica”, sino advirtiendo sobre la magnitud de las pérdidas que se producen cuando pasamos, demasiado rápidamente, del concepto abstracto a su plasmación en el mundo real; y está evocando -como Mumford hizo algunos decenios antes- otras posibilidades, quizá no tan utópicas como intentan hacernos creer (y para el escultor vasco tangibles, desde luego, a través de la práctica del arte).

¿El socialismo no tendrá que ver, de forma bastante esencial, con el sosiego? En la medida en que los mecanismos de acumulación de capital son algo semejante a un engranaje gigante que rueda cada vez más rápido, quienes defendemos el socialismo (un ecosocialismo feminista para el siglo XXI) ¿no buscamos alejarnos de lo maquinal y autoacelerado de aquel movimiento? Y la idea de una técnica más lenta y amoldada a lo orgánico, coherente con ese socialismo ecológico ¿no merece la pena investigarla con una seriedad y rigor de los que hasta ahora no hemos sido capaces?

#### NOTAS

<sup>1</sup> Una primera versión de este texto se publicó en *Argumentos de razón técnica* 9, Universida de Sevilla 2006, p. 13-36.

<sup>2</sup> Aunque los orígenes del concepto son anteriores, la palabra *ecomimesis* se acuñó, creo, a mediados de los años noventa. Un artículo seminal es Friend, 1996.

<sup>3</sup> Desde hace tiempo he desarrollado un análisis de la cuestión de la sustentabilidad, en el contexto de la crisis ecológica global, que parte de las siguientes cuatro premisas (o rasgos básicos de nuestra situación actual): 1) Hemos “llenado” el mundo, saturándolo en términos de espacio ecológico (como nos ha hecho ver el economista ecológico Herman E. Daly desde hace más de tres decenios). A esto me refiero como el *problema de escala*. 2) Nuestra tecnosfera está mal diseñada, y por eso -como nos enseñó el biólogo Barry Commoner hace casi cinco decenios- se halla “en guerra” con la biosfera. A esto lo llamo el *problema de diseño*. 3) Además, somos terriblemente ineficientes en nuestro uso de las materias primas y la energía (como han mostrado, entre otros, los esposos Lovins y Ernst Ulrich von Weizsäcker en *Factor 4*). Denominaré a esto el *problema de eficiencia*. 4) Por último, nuestro poderoso sistema ciencia/ técnica (que ahora podemos cabalmente llamar tecnociencia, tal y como insiste Javier Echeverría) anda demasiado descontrolado. Cabe referirnos a ello como el *problema fáustico*. De cada uno de esos rasgos problemáticos puede deducirse -en un sentido muy laxo del término *deducción*- un importante principio para la reconstrucción ecológica de los sistemas humanos, esto es, para avanzar hacia sociedades ecológicamente sostenibles:

problema de escala: hemos “llenado” el mundo	= principio de autolimitación (o de gestión generalizada de la demanda)
problema de diseño: nuestra tecnosfera está mal diseñada	= principio de biomimesis
problema de eficiencia: somos terriblemente ineficientes	= principio de ecoeficiencia

problema fáustico: nuestra poderosa = principio de precaución  
tecnociencia anda  
demasiado descontrolada

<sup>4</sup> Esta cuestión es de enorme importancia. El principio de biomímesis nos advierte: la naturaleza *no* es cera virgen en manos del demiurgo-ingeniero. Tiene consistencia y estructura, que resultan de cientos de millones de años de evolución geofísica y biológica, a la que se han añadido miles de años de coevolución entre sistemas naturales y sistemas culturales. En ella, ciertas novedades pueden encajar bien, y otras no. A la hora de introducir cambios -sobre todo cambios tecnológicos de amplio alcance-, para evitar sorpresas desagradables, *hay que tener en cuenta a la naturaleza*, introduciendo una suerte de control previo de compatibilidad con la biosfera. El reconocimiento de nuestra naturaleza terrestre y la sana prudencia -que puede formalizarse como *principio de precaución*- así lo indican. Traté este asunto con más detalle en Riechmann, 2014, pp. 179-181.

<sup>5</sup> No se cansa de repetirlo -y tiene razón- Ted Trainer en un importante libro suyo traducido al castellano, *La vía de la simplicidad* (Trainer, 2017). Por lo demás, incluso una institución tan *mainstream* como el *World Business Council for Sustainable Development* afirmaba en un informe de 1993 (difundiendo resultados de un taller que había organizado esta institución) que “hacia 2040 el mundo industrializado tendrá que reducir su flujo metabólico material [*throughput*], uso de energía y degradación ambiental en un 90%, para así responder con justicia a las necesidades de una creciente población mundial sin sobrepasar los límites planetarios”. Business Council for Sustainable Development, *Getting Eco-Efficient*, Report of the BCSD First Antwerp Eco-Efficiency Workshop, Ginebra, noviembre de 1993.

<sup>6</sup> Por ejemplo, Pierre Bourdieu & J.C. Passeron en *La reproducción* reflexionaron sobre los mecanismos de violencia simbólica que presentan las desigualdades sociales como diferencias naturales, de forma que los dominados interiorizan su propia dominación como legítima (Bourdieu & Passeron, 1970).

<sup>7</sup> En cuanto a la veneración de Hitler por la naturaleza como “cruel reina de toda sabiduría”, véase Amery, 2002.

<sup>8</sup> El concepto de “excepcionalismo/ exencionalismo humano” fue introducido en la sociología ambiental en un artículo seminal de Catton y Dunlap (1978). Los dos autores criticaban la perspectiva dominante en la sociología estadounidense, prendida de lo que denominaron *paradigma del excepcionalismo humano*: la idea de que los rasgos excepcionales de *homo sapiens* -lenguaje, tecnología, ciencia, cultura en genera- eximían a las sociedades industrializadas de las constricciones de la naturaleza. Después cambiaron el término por el de *exencionalismo humano*, para admitir que no cuestionaban que los seres humanos posean características “excepcionales”, sino que nuestra especie estuviera exenta de las constricciones ecológicas. Véase Dunlap, 2002. Riley E. Dunlap. ‘Evolución de la sociología del medio ambiente: breve historia y valoración de la experiencia estadounidense’, en Michael Redclift y Graham Woodgate: *Sociología del medio ambiente*, McGraw Hill/ Interamericana de España, Madrid 2002, p. 3 y ss.

<sup>9</sup> Esta ley cuarta no es sino una de las posibles formulaciones del *principio de entropía* o segunda ley de la termodinámica, de incalculable importancia a la hora de pensar la relación entre sociedades humanas y biosfera. Puede verse una introducción breve en Jorge Riechmann: ‘Por qué los muertos no resucitan y el reciclado perfecto es imposible’, capítulo II.1 de Fernández Buey/ Riechmann 1996. El clásico para esta cuestión es el economista rumano Nicholas Georgescu-Roegen: un artículo suyo luminoso y accesible es ‘¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología?’, en Aguilera Klink/ Alcántara, 1994.

<sup>10</sup> Pero es muy interesante el giro que ha dado Bruno Latour estos últimos años, al toparse (es mi conjetura) con los enormes asuntos del calentamiento global y Gaia. Ahora el *maître à penser* de la epistemología posmoderna, reivindicado hasta ayer mismo desde las filas de quienes defienden que

la naturaleza no existe, se descuelga calificando de “genial” el lema de los zadistas franceses: *no estamos defendiendo la naturaleza, somos la naturaleza que se defiende* (Latour, 2019, p. 97). “Zadistas” son los activistas de defensa del territorio vinculados a la ZAD (*Zone à défendre*) que han luchado de forma ejemplar contra el proyecto de un nuevo aeropuerto en Notre-Dame-des-Landes (cerca de Nantes, en Francia).

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> “La frontera entre ‘Estado’ (*polis*) y ‘Naturaleza’ (*physis*) ha quedado abolida. La ciudad del hombre, que antaño constituía un enclave dentro del mundo no humano, se extiende ahora sobre toda la naturaleza terrenal y usurpa su lugar. La diferencia entre lo artificial y lo natural ha desaparecido, lo natural ha sido devorado por la esfera de lo artificial” (Jonas, 1995, p. 37).

<sup>13</sup> Echeverría prosigue: “Una reflexión más ponderada aconseja distinguir dos grandes entornos para los seres humanos, el natural y el artificial. En la época premoderna, las ciudades humanas eran enclaves cerrados y protegidos, como afirma Jonas. Hoy en día las urbes se desparraman por extensos territorios y generan sus propias modalidades de naturaleza artificial (jardines, parques, alimentos transgénicos, especies animales artificiales, etc.). Mas la *physis* no ha desaparecido de la superficie del planeta. En particular, no ha desaparecido la *physis* de los seres humanos, es decir nuestros cuerpos. Por ello preferimos decir que el segundo entorno (*polis*) se superpone al primero (*physis*), e incluso lo oculta en parte (ropas, edificios, etc.), pero sin eliminarlo.”

<sup>14</sup> Ha argumentado en este sentido, con mucho más detalle del que puedo permitirme ahora, Kate Soper (Soper, 1995).

<sup>15</sup> En septiembre de 1991, ocho investigadores se encerraron en *Biosfera 2*, un invernadero hermético de 1’25 hectáreas construido en el desierto de Arizona, en cuyo interior se habían creado mini-ecosistemas. El intento de hacer funcionar aquello durante dos años sin ningún intercambio con el exterior (aparte el flujo de luz solar) fracasó: la degeneración de los ecosistemas artificiales fue rápida, y hubo que bombear oxígeno desde el exterior para, a trancas y barrancas, mantener al equipo investigador dentro del invernadero durante dos años. Puede verse una información sucinta en Prugh & Assadourian, 2004, pp. 10-11. También Sagan, 1995, pp. 251 y ss.

<sup>16</sup> La propuesta ecologista no tiene que ver con un (imposible) retorno a una naturaleza virgen, sino que invita a un *reencuentro con la naturaleza propia*. Redescubrirnos como los seres naturales que somos: criaturas gaianas en una biosfera terrestre donde todo está conectado con todo, y tenemos responsabilidades de hermanos mayores hacia las demás criaturas.

<sup>17</sup> En realidad Max-Neef propone un triple nivel: *necesidades/ satisfactores/ bienes económicos* (ver pp. 49-53), pero no entraremos ahora en estas distinciones para no complicar excesivamente nuestro asunto.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA KLINK, F. & ALCÁNTARA, V. (1994). *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Barcelona: Icaria.
- ALTVATER, E. (1994). *El precio del bienestar*. Valencia: Edicions Alfons el Magnànim.
- AMERY, C. (2002). *Auschwitz, ¿comienza el siglo XXI? Hitler como precursor*. Madrid: Turner/Fondo de Cultura Económica.
- ARIAS MALDONADO, M. (Septiembre 2002). 'Sustentabilidad, democracia y política verde', ponencia en el I Congreso Iberoamericano de Ética y Filosofía Política, Alcalá de Henares.
- BENYUS, J.M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Nueva York: William Morrow.
- BLOUNT, E., CLARIMÓN, L., CORTÉS, A., RIECHMANN, J. & ROMANO, D. (coords.) (2003). *Industria como naturaleza. Hacia la producción limpia*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- BOURDIEU, P. & PASSERON, J.C. (1970). *La reproduction. Éléments pour une théorie du système d'enseignement*. París: Minuit.
- BRAUNGART, M. & MCDONOUGH, W. (2005). *Cradle to cradle (de la cuna a la cuna)*. Madrid: McGraw Hill.
- CATTON, W.R. & DUNLAP, R.E. (1978). 'Environmental sociology: a new paradigm'. *The American Sociologist*, vol. 13.
- COMMONER, B. (1973). *El círculo que se cierra*. Barcelona: Plaza y Janés.
- CHILLIDA, E. (2005). *Escritos*. Madrid: La Fábrica.
- DOBSON, A. (1998). *Justice and the Environment -Conceptions of Environmental Sustainability and Dimensions of Social Justice*. Oxford: Oxford University Press.
- DOLLIMORE, J. (1991). *Sexual Dissidence: Augustine to Wilde, Freud to Foucault*. Oxford: Clarendon Press.
- DUNLAP, R.E. (2002). 'Evolución de la sociología del medio ambiente: breve historia y valoración de la experiencia estadounidense', en Redclift & Woodgate (Eds.). *Sociología del medio ambiente*. Madrid: McGraw Hill/ Interamericana de España.
- ECHEVARRÍA, J. (1999). *Los Señores del aire: Telépolis y el Tercer Entorno*. Barcelona: Destino.
- ECHEVERRÍA, J. (2003). 'El principio de responsabilidad: ensayo de una axiología para la tecnociencia', *Isegoría*, 29 (monográfico sobre ética y responsabilidad).
- FERNÁNDEZ BUEY, F. & RIECHMANN, J. (1996). *Ni tribunus. Ideas y materiales para un programa ecosocialista*. Madrid: Siglo XXI.
- FRIEND, G. (1996). *Ecomimesis: copying ecosystems for fun and profit*. The New Bottom Line, Obtenido de <http://www.natlogic.com/resources/nbl/v05/n04.html>.
- GOODIN, R.E. (1995). *Green Political Theory*. Cambridge: Polity Press.
- GREENPEACE ESPAÑA (9 de agosto, 2004). *La energía nuclear recibió 40 veces más ayudas públicas que la energía eólica* [Comunicado de prensa].
- IPCC (2001). *Climate Change 2001. Working Group 3: Mitigation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- JIMÉNEZ, J.R. (1990). *Ideología*. Barcelona: Anthropos.
- Jiménez, N. & Ramírez, O. (2019). 'Political ecology of adaptation: claiming a critical biomimicry for the Anthropocene', *Journal of Political Ecology*, vol. 26, pp. 567-578.
- JONAS, J. (1995). *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Barcelona: Herder.

- LATOUR, B. (2019). *Dónde aterrizar*. Madrid: Taurus.
- MARX, K. & ENGELS, F. (1981). *El manifiesto comunista (1848)*. Madrid: Ayuso.
- MAX-NEEF, M. (1993). *Desarrollo a escala humana*. Barcelona: Icaria.
- MEDINA, M. (2000). 'Ciencia-Tecnología-Cultura del siglo XX al XXI', en Medina y Teresa Kwiatkowska (Eds.). *Ciencia, tecnología/ naturaleza, cultura en el siglo XXI*. Barcelona: Anthropos.
- MUMFORD, L. (1992). *Técnica y civilización (1934)*. Madrid: Alianza.
- PAULI, G. (2012). *La economía azul*. Barcelona: Tusquets.
- PRUGH, T. & ASSADOURIAN, E. (2004). *¿Qué es la sostenibilidad?*. Madrid: Worldwatch 20.
- REDCLIFT, M. & WOODGATE, G. (2002). *Sociología del medio ambiente*. Madrid: McGraw Hill/ Interamericana de España.
- RIECHMANN, J. (1997) 'La industria de las manos y la nueva naturaleza. Sobre naturaleza y artificio en la era de la crisis ecológica global', *Ecología Política*, 13, p. 87-106.
- RIECHMANN, J. (coord.) (1998). *Necesitar, desear, vivir*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- RIECHMANN, J. (2000). *Un mundo vulnerable*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- RIECHMANN, J. (2003). *Todos los animales somos hermanos*. Granada: Universidad de Granada.
- RIECHMANN, J. (2006). *Biomímesis. Ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- RIECHMANN, J. (2014). *Un buen encaje en los ecosistemas (segunda edición actualizada de Biomímesis)*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- RIECHMANN, J. & FERNÁNDEZ BUEY, F. (1998). *Trabajar sin destruir. Trabajadores, sindicatos y ecología*. Madrid: HOAC.
- SAFRANSKI, R. (2000). *El mal*. Barcelona: Tusquets.
- SAGAN, D. (1995). *Biosferas*. Madrid: Alianza.
- SALINAS, P. (1997). *La bomba increíble*. Madrid: Viamonte.
- SAVATER, F. (1996). *Diccionario filosófico*. Barcelona: Planeta.
- SOPER, K. (1995). *What is Nature?*. Oxford: Blackwell.
- TRAINER, T. (2017). *La vía de la simplicidad*. Madrid: Trotta.