

SISTEMAS DE TÉCNICAS PRODUCTIVAS Y SUSTENTABILIDAD URBANA: UNA AGENDA INAPLAZABLE DE ESTUDIO¹

Juan José Zoreda Lozano*

- Tampoco ignoro yo —dijo Cándido— que es menester cultivar nuestra huerta.
- Razón tienes —dijo Panglós—; porque cuando fue colocado el hombre en el paraíso del Edén, fue para labrarle, *ut operaretur eum*, lo cual prueba que no nació para el sosiego.
- Trabajemos, pues, sin argumentar —dijo Martín—, que es el medio único de que la vida sea tolerable.

Voltaire²

1. Relaciones sociedad-medio ambiente: problemas, ciudades y desarrollo sustentable

Los usos de la *biosfera*³ —en la forma de ciudades, sistemas agropecuarios, redes de transporte, etcétera— para satisfacer necesidades humanas responden en gran medida a las formas de las interacciones entre sociedad y medio biogeofísico, implícitas en el tipo de desarrollo técnico-cultural que nuestra sociedad posea.⁴ En general, las relaciones sociedad-medio⁵ biogeofísico pueden concebirse, espacial y temporalmente, como series de procesos dinámicos, altamente complejos y retroalimentados, que involucren, por un lado: *a)* gran número de grupos sociales con relaciones de poder

asimétricas y variados matices culturales, que interactuando en múltiples situaciones persiguen sus propios intereses; y por otro, *b)* los sistemas y componentes de la biosfera que son intervenidos y perturbados directa e indirectamente, con diferentes intensidades, en tales múltiples situaciones y acciones recíprocas humanas.

Asimismo, es posible observar que esos procesos derivan en: *1)* pautas de conducta social que establecen el acceso, a menudo desigual, de los distintos grupos sociales e individuos a los recursos naturales disponibles, y a los bienes y servicios producidos mediante sus acciones recíprocas; y *2)* alteraciones en las propiedades, estructura y comportamiento —de los sistemas y componentes del medio biogeofísico— generadas por las acciones recíprocas humanas, y por la propia dinámica interna de la biosfera.⁶ Ello implica, entre otras actividades, la apropiación de elementos bióticos y abióticos del medio, su transformación en bienes y servicios, la distribución y consumo de éstos y, finalmente, el vertido de desechos resultantes —o el reciclaje de materiales en su caso— hacia el mismo medio. En esto ineludiblemente incurrimos en gastos y disipación de energía, alteración de los ciclos biogeoquímicos,⁷ y degradación progresiva de las sustancias naturales utilizadas; afectando así la calidad de la biosfera como sustento vital, y por ende el mismo bienestar humano.

En esta perspectiva, cualquier discusión sensata (no reduccionista y consistente) sobre el uso y contaminación

* Profesor-investigador del Departamento de Tecnología y Producción, CyAD, UAM-Xochimilco.

Resumen

Se esbozan las relaciones sociedad-medio ambiente, acentuando la orientación *dual socioeconómica-biofísica* que su examen cabal debiera contemplar. De forma general, se plantean algunos problemas actuales en el uso de los recursos naturales en términos de políticas económicas vigentes a nivel global. La importancia de ciudades y áreas urbanas se inserta en ese contexto, definiendo el *desarrollo sustentable* como medio para lograr relaciones sensatas entre sociedades y naturaleza. Se propone el análisis del *desarrollo urbano sustentable* con base en un *enfoque biofísico*, que involucra las nociones de *microeconomía urbana* y *sistemas de técnicas productivas* como expresión de las interacciones biofísicas entre sociedades urbanas y biosfera. El enfoque propuesto se fundamenta desde un punto de vista biológico y ecológico, y ofrece una *agenda específica de estudio* sobre esos temas. Se mencionan, asimismo, las *limitaciones* de lo propuesto y se especifican ciertos *atributos biofísicos de sustentabilidad* que, como desiderata, los sistemas de técnicas productivas urbanas debieran exhibir.

Abstract

We outline the relationships society-natural environment while underlining the *dual character, i.e. socioeconomical and biogeophysical*, that their proper study should encompass. In general, some current problems in natural resource use are expressed in terms of economical global policies now in force. The importance of cities and urban areas is examined within this context. Further, we define *sustainable development* as a means to achieve sensible relationships between societies and nature, and propose a biophysical approach to the analysis of *urban sustainable development*. It involves the notions of *urban microeconomy* and *systems of productive techniques* as manifestations of biophysical interactions between urban societies and biosphere. The foundation of such a approach is sought in biology and ecology, and we offer a *specific agenda to study these matters*. We additionally discuss the *limitations* of the above approach, specifying certain *biophysical attributes* that, as a goal, the *sustainable systems of urban productive techniques* should meet.

humanos de la biosfera: así como de los estados de bienestar colectivo e individual que de ello resultan en nuestra sociedad, no puede divorciarse —como suele hacerse frecuentemente— de dos tipos de consideraciones, igualmente importantes: a) las peculiaridades de la estructura y dinámica socioeconómica, sistemas tecnológicos, la historia, las ideologías, etcétera, características del grupo humano en cuestión; y b) los fenómenos biofísicos, en el contexto de su propia dinámica interna, que irremediamente afectan y son también afectados por las acciones humanas. Cualquier

tratamiento de las relaciones sociedad-medio ambiente que soslaye estos aspectos bien pudiera considerarse no sólo incompleto, sino gnoseológicamente inválido de principio.⁸

A partir de la industrialización, los desarrollos tecnológicos han fomentado la utilización de nuevas fuentes de energía y la reorganización incesante de los procesos socioeconómicos, posibilitando a la humanidad la capacidad de explotar intensiva y extensivamente la biosfera, transformándola de forma inusitada.⁹ Esta situación ha propiciado, entre otros efectos, incrementos y altas concentraciones de población sobre territorios que denominamos variadamente *asentamientos urbanos, zonas metropolitanas o áreas urbanas*; las que a su vez ejercen una presión sobre los recursos naturales a una escala que, cada día se antoja, va más allá de la capacidad de respuesta del medio biofísico.

Históricamente, este proceso de urbanización ha sido un factor principal en los cambios de uso del territorio a nivel global. Paralelamente, al degradarse o bien verse casi agotados algunos recursos naturales, se ha deteriorado de forma igual la calidad ambiental de las mismas aglomeraciones urbanas. En la actualidad, los cambios demográficos más rápidos ocurren en las ciudades. Estas complejas estructuras, constituyen ecosistemas¹⁰ contruidos por el hombre, genuinas matrices biofísicas insertas en la biosfera, que albergan y sustentan espacios económicos, políticos, administrativos y culturales, en los que se cristaliza la vida cotidiana de la sociedad, construyendo y reconstruyendo el hábitat y la cultura de la especie humana.

Según informes recientes,¹¹ de 1950 a 1995 la población urbana mundial aumentó de 738 millones a 2,600, y para el año 2015 se estima será de 4,100 millones; mientras que la rural aumentó de 1,980 millones a 3,100, estimándose en 3,300 millones para el año 2015. Así, mientras la población urbana del mundo probablemente se quintuple entre 1950 y 2015, la población rural lo hará en menos de la mitad. Por otro lado, se estima que entre 1995 y 2050 la población urbana se triplicará. Asimismo, en las últimas cinco décadas, el crecimiento demográfico mundial cobró mayor intensidad en las regiones urbanas, dado que mientras el total de la población se incrementó 2.3 veces, la población urbana creció 4.4 veces.

Existe una copiosa y extensiva literatura sobre los problemas actuales que se dan, tanto a nivel nacional como internacional, en el curso de las interacciones entre sociedades, en particular las urbanas, y sus entornos biofísicos.¹² Con referencia a los esquemas planteados al inicio de este trabajo —y en términos de las peculiaridades de la estructuración y dinámica socioeconómica, tecnológica e ideológica de las interacciones en cuestión— esos problemas tienen su origen en supuestas políticas de desarrollo, que generadas por instituciones internacionales y multinacionales, regionales y nacionales —en coordinación o independientemente— son implantadas sobre naciones enteras o grupos sociales específicos dentro de ellas, a menudo bajo coersión política y económica.¹³ Es necesario mencionar, por sus profundas implicaciones ambientales y socioeconómicas de todo orden, que



Parque Ecológico de Xochimilco, rescate de un espacio de gran valor ambiental en la ciudad de México.

la articulación concreta de las propuestas y acciones implícitas en tales políticas se da en un marco científico-tecnológico de amplitud global, caracterizado por avances incesantes e inusitados, principalmente en la física y técnicas de las telecomunicaciones, la computación, automatización e informática; así como, en la ciencia de los materiales, la bioquímica y biotecnología. Desde el Estado, indiscriminadamente, se impulsan agresivas medidas de apertura, expansión y consolidación de mercados para bienes y servicios de todo tipo, así como, de capital financiero –a niveles nacional e internacional– muchas veces a expensas de fallidos o exitosos (para el caso da lo mismo) programas de Estado o sociales, que antaño fueron tenidos como inviables por empresas privadas nacionales y multinacionales y que ahora son ampliamente codiciados por las mismas.

Al amparo de tales medidas, inspiradas en una visión exacerbada y disfuncional, distorsionada y poco crítica de las propiedades de los intercambios mercantiles,¹⁴ se instrumen-

tan políticas estatales estrechas y de corto plazo para el fomento de la gran producción monopólica y oligopólica privada de alta rentabilidad, normalmente favoreciendo a grupos sociales –tanto locales como internacionales– ya muy establecidos hegemoníicamente en sus posiciones económicas y políticas, o con claros visos de oportunistas y *parvenis*. Asimismo, se propician controles presupuestarios estatales y políticas monetarias y fiscales sin metas redistributivas del ingreso y la riqueza, atendiendo en exclusiva al pago de deudas nacionales e internacionales virtualmente insalvables, y cuyos acreedores ocupan posiciones de élites financieras largamente establecidas e irremovibles. A ello se sumaría la indiscriminada puesta en marcha de proyectos de desarrollo tecnológico, de producción industrial y agrícola, de comunicación, educación, salud, etcétera –cada día más complejos, globales y onerosos, que casi siempre reportan ventajas pecuniarias a las naciones tecnológicamente hegemónicas– que, al no encajar en las condiciones culturales y ambientales de los

grupos receptores, perjudican más que benefician su situación material y espiritual.

Esas situaciones socioeconómicas se reflejan eventualmente —como ya lo mencionamos— de una forma directa e indirecta, en aumentos en la intensidad y tasas de desempeño de actividades de interacción entre las sociedades y sus entornos biogeofísicos, específicamente en: la apropiación de elementos bióticos y abióticos, su transformación en bienes y servicios, la distribución y consumo de éstos y, finalmente si no hay reciclaje, el vertido de desechos resultantes hacia el mismo entorno. Ineludiblemente se incurre, acorde con los modos y convenciones tecno-económicos vigentes, en enormes consumos y disipación de energía, cuyas fuentes principales son yacimientos (finitos) de hidrocarburos (gas y petróleo), carbón, uranio, y en menor grado el potencial hidráulico.¹⁵ A la par, el acceso a la energía, su explotación y uso son mantenidos discrecionalmente al servicio de una minoría selecta, y restringidos para la mayoría, por medio de manipulaciones económicas y tecnológicas, según los intereses y conveniencias (tácticas y estratégicas) de los diversos grupos hegemónicos, tanto locales como regionales e internacionales, los que a veces se enfrascan en agudas y desestabilizadoras contiendas políticas y económicas.¹⁶ Entonces, de nueva cuenta, con una mayor disponibilidad de energía se gestan niveles más altos de actividad económica, los que a su vez son acompañados —si no hay cambios sustanciales en la productividad tecnológica— de consumos adicionales de recursos naturales, renovables y no renovables; todo ello, se traduce finalmente en incrementos en los volúmenes de desechos materiales y energéticos vertidos en el medio.

Así, de cara a las altas tasas de crecimiento demográfico, y a la ausencia de genuino desarrollo individual y colectivo, sobre todo en países periféricos y en la población marginada de algunos países hegemónicos, los efectos netos sobre la estructura y dinámica del medio biogeofísico, y sobre los mismos espacios socioeconómicos, son realmente poco halagüeños (y a veces francamente desoladores) tanto a niveles locales y regionales, como globales.¹⁷ El aceleramiento energético y productivo en cuestión, amplifican en gran escala alteraciones globales en ciclos biogeoquímicos y climáticos (cuyas consecuencias son inciertas)¹⁸ sufriendo irreversiblemente la calidad y cantidad del *capital* y *flujos naturales* de recursos de sustento con que la humanidad cuenta. Lo anterior es ampliamente constatable (por mencionar algunos casos)¹⁹ en: expoliación y degradación masiva de suelos, minerales, bosques, cuerpos de agua, fuentes y flujos de energía, diversidad biológica, atmósfera, etcétera; epidemias recurrentes de padecimientos supuestamente superados y de nuevo cuño (con virulencia inusitada); desabasto crónico de alimentos, energía y agua; fluctuaciones climáticas erráticas acompañadas de desastres naturales más severos y frecuentes; dislocación y exterminio de núcleos humanos en guerras al interior de naciones, así como entre ellas, motivadas esencialmente por la apropiación de recursos naturales y de los medios para su explotación mercantil; y, como corolario, crecientes desigualdades entre la población local,

regional y global²⁰ en el acceso a los frutos del bienestar material que, paradójicamente, también se crea a manos llenas como nunca en la historia humana.

Estas condiciones inquietantes nos deberían mover a examinar el tipo de *decisiones* y *acciones* que podemos tomar para lograr relaciones más sensatas entre sociedades y medio biogeofísico, que eviten la destrucción paulatina de nuestra única fuente vital (o capital de sustento) que es la naturaleza misma, al tiempo que se establece una distribución más equitativa del bienestar entre la población. Lo que se encuentra en juego es la permanencia humana a largo plazo sobre la faz de la tierra, basada en un *desarrollo socioeconómico sustentable*; esto es, respondiendo al uso de recursos naturales bióticos y abióticos (renovables y no renovables) con miras a lo siguiente: *a)* no dañar de manera permanente ninguno de los procesos biogeofísicos que alimentan el flujo de recursos renovables y los servicios que nos proporcionan; *b)* evitar el agotamiento de los recursos no renovables; y *c)* impulsar continuamente las diversidades biológica y cultural. La intención principal es preservar y fomentar el potencial de la biosfera para satisfacer las necesidades y aspiraciones de generaciones *actuales* y *futuras*, por medio de arreglos socioeconómicos equitativos a través de *espacio* y *tiempo*.²¹ Es obvio que las ciudades y áreas urbanas, en su franca tendencia a concentrar en su seno a la mayoría de la población del orbe y del país, están llamadas a jugar un papel preponderante en cualquier consideración de estos menesteres.²²

2. Desarrollo urbano sustentable: aspectos biofísicos, microeconomía y tecnologías productivas

Para efectos de estudio y análisis, partiremos de la apreciación que tenemos a nuestra disposición, dos clases de medios teóricos (cognoscitivos y formales) para sostener adecuadamente estudios que satisfagan nuestros intereses en estas materias. Aquí, entendemos por *teoría*,²³ de forma breve, un conjunto de supuestos y sus consecuencias lógicas, que tienen como propósito *explicar hechos* (estados o cambios de estado de cosas concretas) y mostrar cómo ocurren ellos. Esos medios teóricos son, por un lado, las clases de *ciencias* cuyas finalidades, de alguna forma, son el examen de los fenómenos subyacentes en las relaciones entre sociedades urbanas y su entorno biogeofísico; y por otro, las clases de *tecnologías* que atañen a las diversas maneras de hacer cosas (técnicas), para transformar esas relaciones y tratar de resolver los problemas percibidos. Además, siguiendo el principio de que "para hacer es necesario conocer", supondremos que los quehaceres tecnológicos son fruto de la actividad científica, tanto como la ciencia está (actualmente) condicionada por los mismos resultados tecnológicos, en todos los órdenes.²⁴ Esto es, utilizando ideas de Dewey,²⁵ *theoria* y *praxis* son "transaccionales", en la misma forma que lo son las sociedades urbanas y sus entornos biofísicos.

En este esquema de cosas, con el propósito de acotar y simplificar la discusión de los temas de nuestro interés en este trabajo, nos enfocaremos principalmente en los matices biofísicos de situaciones de orden microeconómico. Llamaremos como *biofísico* a todo atributo o propiedad (medible o al menos "indicable") de cosas u objetos de naturaleza, ya sea biológica (biótica) o física (abiótica), o ambas; admitiendo para estos términos los significados más amplios, usualmente vigentes en las ciencias naturales, principalmente en las ciencias ambientales de factura ecológica.²⁶ Del mismo modo, nos referiremos a la *microeconomía*²⁷ como el conjunto interactuante de instituciones sociales (públicas y privadas), cuyas acciones tienen como finalidad exclusiva lo siguiente: *a) producir o poner a disposición*, eficientemente y a nivel de unidad o conjuntos de unidades de producción, ya sean primaria, secundaria o terciaria, bienes y servicios que son indispensables para la convivencia y bienestar humanos; y *b) disponer* adecuadamente de los desechos y contaminantes que en el curso de estas acciones se hayan emitido, también a esos niveles.

Asumiremos, igualmente, que las *técnicas productivas* son haces, arreglos, o patrones fijos de procedimientos y prescripciones, reglas y criterios, máquinas y dispositivos,²⁸ que coherentemente se emplazan con fines de producción

microeconómica; referidos siempre a procesos físico-químicos, biológicos, cognitivos y de gestión organizativa. Finalmente, de manera importante, usaremos la noción general de *sistemas de técnicas productivas* o *sistemas tecnológicos*, cuyos componentes son, por definición, técnicas productivas de diversos géneros. Aquí, el significado de la palabra *sistema* se toma, en un sentido muy amplio, como un objeto complejo cada componente del cual interactúa con al menos otro de sus componentes (en este caso técnicas productivas) persiguiendo metas específicas (en este caso producción microeconómica); o bien, como una relación formal entre rasgos o atributos tecnológicos y microeconómicos, observados sobre el objeto complejo.²⁹

En síntesis, los *sistemas de técnicas productivas*³⁰ urbanas, o *sistemas tecnológicos urbanos*, existen o son diseñados *ex profeso* para *combinar y transformar* mediante técnicas productivas recursos biofísicos originales o ya procesados, tanto energéticos y materiales, como capital (instalaciones y equipos) y trabajo humano, con fines de producción microeconómica en los asentamientos urbanos; según han sido apuntados anteriormente tales fines.

En ocasiones, nos referiremos a las *infraestructuras productivas* urbanas como la expresión material de tales siste-



La carencia de agua en los hacinamientos populares hoy continúa siendo una realidad del medio ambiente urbano.

mas de técnicas productivas urbanas. Entonces, la ocupación y organización humana del territorio urbano, que asigna funciones específicas a cada una de sus partes, de acuerdo con necesidades y aspiraciones individuales y colectivas, y esquemas socioeconómicos cambiantes, se plasma *biofísicamente* en términos de sistemas o conjuntos de diversas infraestructuras productivas urbanas que interactúan entre sí con fines particulares.

En este orden de ideas, la concepción general de *desarrollo socioeconómico*³¹ está asociada con actividades encaminadas a la consecución de metas específicas para promover todos los aspectos del bienestar humano, espiritual y material, individual y colectivo. Esto implica, de una forma u otra, la realización de actividades microeconómicas gracias a sistemas de técnicas productivas que emplean recursos biofísicos escasos –a la par de capital y trabajo humano– los que normalmente pueden tener aplicaciones alternativas de acuerdo con fines alternos de producción de bienes y servicios.

Por tanto, podemos concebir que el *desarrollo urbano sustentable*, como antes lo definimos, conlleva la toma de decisiones oportunas para escoger entre los conjuntos de sistemas de técnicas productivas urbanas disponibles aquellos que optimen (o al menos satisfagan lo mejor posible) el bienestar humano; al tiempo que se toman en consideración (concomitantemente) criterios ecológicos y económicos.³² Esto es, se reconoce explícitamente la vulnerabilidad y escasez de los medios e insumos de los que podemos disponer, lo que es consecuencia de las limitaciones impuestas por las peculiaridades de los procesos del entorno biogeofísico, entre otras: 1) los recursos renovables se reproducen a tasas establecidas a diversas escalas, por la naturaleza y en gran medida sin (y a pesar de) la intervención humana; 2) los recursos no renovables eventualmente se extinguen bajo la presión de su extracción indiscriminada; 3) las tasas de absorción del medio (que incluyen a los humanos) que restringen su capacidad para procesar contaminantes y desechos son establecidas a diversas escalas, igualmente por la naturaleza –ajena a prácticas de intervención humana, salvo cuando ésta las nulifica irreparablemente–; 4) una vez eliminadas la diversidad biológica, especies animales y vegetales, la acción humana no puede en forma alguna restituir las en su estado original (al menos en la actualidad).³³

El desarrollo urbano sustentable, aunque enraizado en los sistemas tecnológicos productivos urbanos, trata siempre con particulares socio-políticos y de impronta fundamentalmente humana, mientras que las técnicas productivas urbanas tienen carácter netamente biofísico. Así, nuestro afán de bienestar humano en los asentamientos humanos siempre se despliega de forma dual y dialógica: biofísica y culturalmente.

En línea con nuestro propósito, en adelante nos concernirán principalmente los fenómenos biofísicos de las relaciones sociedad urbana-medio biogeofísico, referidas siempre a sistemas de técnicas productivas urbanas orientados al desarrollo sustentable. El acento sobre sistemas de técnicas productivas se da en tanto ellos constituyen envolventes biofísicas, que

garantizan el sustento material de toda manifestación humana, al mediar *culturalmente*³⁴ entre humanos y naturaleza. Con esto, no se pretende negar la importancia de apreciaciones humanísticas, sobre todo éticas, claramente de mayor trascendencia en cuanto a las finalidades de la acción humana. Afirmando la primacía de estas consideraciones, en permear e informar en todo momento nuestros afanes tecnológicos.

3. Técnicas productivas urbanas: actividades microeconómicas y problemas de sustentabilidad

En esta perspectiva, en los asentamientos humanos observamos actividades microeconómicas muy elaboradas que siempre interactúan variadamente con el medio ambiente. En gran medida, ello se revela en la evolucionante distribución de infraestructuras productivas que, procesando insumos biofísicos, y disponiendo de los desechos así generados, producen bienes y servicios para la población urbana (y foránea). En general, estas infraestructuras al estar conectadas entre sí, y también con componentes exógenos y endógenos de carácter biofísico y socioeconómico, originan las complejas formas espacio-temporales tan propios de la dinámica de los asentamientos urbanos.

Por otro lado, es un dato natural insoslayable que todo proceso evolutivo no puede sostenerse sin recibir regularmente insumos adecuados de materia y energía. Por tanto, sin distinción de tamaño, todo complejo urbano de actividad urbana –al estar sustentado ampliamente por procesos evolutivos y útiles biofísicos– precisa igualmente de suministros continuos de materia y energía esenciales; la alternativa es el deterioro acelerado y la extinción última. La importancia de los sistemas tecnológicos urbanos radica precisamente en que manejan y transforman esos insumos materiales y energéticos, y los desechos simultáneamente generados, en interacción continua con el medio biogeofísico.

Esos sistemas de técnicas, al unísono con los usos del suelo resultante de su aplicación, forman una especie de *matriz tecnológica* inclusiva que a menudo condiciona y determina (a corto, mediano y largo plazos) las mismas opciones tecnológicas disponibles para todo tipo de operaciones microeconómicas urbanas. Esto ocurre en la medida en que los sistemas de técnicas productivas sean exitosos después de su puesta en marcha, y funcionen de acuerdo con las expectativas de quienes los promovieron –tanto entidades públicas como privadas o sociales– con el fin de alcanzar sus muy propias, particulares y restringidas metas. En esas condiciones, se daría una tenaz oposición a modificar o reorganizar cualquier aspecto (*software, hardware o bioware*) de los sistemas de técnicas en cuestión, bajo el riesgo de poner en entredicho los beneficios logrados y esperados. Sería, además, impensable confiar en la suspensión o desmantelamiento de tales sistemas, aun a pesar de demostrarse que fueran ambientalmente nocivos, en virtud de las consecuentes severas pérdidas financieras, o perjuicios políticos, a ser incurri-

das por los promotores de los sistemas, y paralelamente a las mermas de beneficios percibidas por los usuarios.

Sólo catástrofes de mayores proporciones con graves consecuencias sociales, económicas o biofísicas –quizá implicando la destrucción de los mismos componentes de las técnicas–, serían capaces de cancelar sistemas tecnológicos existosamente puestos en marcha. Esto es, la implantación de sistemas tecnológicos está siempre acompañada de *inercias instrumentales* difícilmente controlables, que les confieren el carácter determinativo y condicionante del que previamente hablamos.

En las principales áreas urbanas del país nos percatamos patentemente de la vigencia, casi irrestricta, de sistemas tecnológicos urbanos –y formas de uso de suelo a ellas asociados– que, *de hecho*, distan mucho de contribuir al desarrollo sustentable, quizá más bien lo obstruyen. En vista de las ya mencionadas *inercias instrumentales* de los sistemas tecnológicos –conjugadas con el uso dispendioso y conspicuo de recursos naturales y el elevado crecimiento demográfico– es previsible que los asentamientos humanos continúen sufriendo graves impactos biofísicos y económicos.³⁵ Ello nos lleva a cuestionar seriamente la sensatez ecológica y económica a largo plazo de los esquemas y supuestos actuales que nutren la previsión, la instrumentación, la operación, el mantenimiento y el reemplazo de los sistemas de técnicas productivas de los principales centros urbanos.

Los resultados finales han sido a la fecha, y de no mediar cambio alguno lo serán a futuro, índices crecientes de expulsión de desechos y contaminantes a la atmósfera, sobre las aguas, los suelos, los subsuelos, la vegetación, la fauna y nosotros mismos; lo que también daña los procesos biogeo-físicos que alimentan el flujo de recursos renovables y los servicios que nos proporciona la naturaleza, y que agota igualmente los recursos no renovables y la diversidad biológica.³⁶ El significado biofísico es que las técnicas productivas *no sustentables*, al incidir sobre las cadenas funcionales que propagan el deterioro biofísico entre ecosistemas y actividades microeconómicas urbanas –a todos los niveles– conducen necesariamente a reducciones en las *eficiencias termodinámicas* (cantidad neta de trabajo generado por unidad de energía recibida) y en las *tasas de rendimiento material* (cantidad neta de bien o servicio entregado por unidad de insumo recibido); como consecuencia se induce, a la par, aumentos en las *tasas de creación de entropía*.³⁷ Ello se traduce, de forma importante, en continuos aumentos: *a*) en los costos de abastecimiento de recursos renovables y no renovables, energía y materia, de buena calidad que son requeridos para la producción de bienes y servicios; y *b*) en los costos de disposición ambientalmente idónea de desechos y contaminantes emitidos durante la producción.

Por tanto, las operaciones microeconómicas, tanto públicas como privadas y sociales, se ven inmersas en un "ciclo perverso" donde el deterioro de sus niveles de costos y productividad mengua de hecho el potencial financiero, para mejorar su desempeño mediante *tecnologías sustentables*, y

así sucesivamente. En todas las formas y medidas se coarta intensiva y extensivamente el desarrollo urbano sustentable.

En adelante, al hablar de *sustentabilidad urbana como fenómeno biofísico* nos estaremos siempre refiriendo a los aspectos biofísicos de las relaciones sociedad urbana-medio biogeo-físico, representadas (restringidamente por razones de nuestro enfoque) por *sistemas de técnicas productivas urbanas sustentables*, en el sentido de sustentabilidad que hemos aquí adoptado para el desarrollo.

4. Una agenda de estudio sobre estas cuestiones: supuestos, temas y limitaciones

Ante la imposibilidad intelectual de abarcar en este trabajo (u otros) aspectos diferentes igualmente importantes de las relaciones sociedad-medio biogeo-físico, hemos recurrido a simplificar nuestro punto de vista, concentrándonos en exclusiva (por su relevancia) sobre los aspectos biofísicos de la sustentabilidad urbana –*vis a vis* sistemas de técnicas productivas



Espacio público integrador entre el medio construido y la naturaleza.

urbanas. Esto no implica, de manera alguna, suponer que las manifestaciones espirituales y culturales humanas se puedan reducir en última instancia a procesos o fenómenos biofísicos fundamentales, y explicarlas o describirlas categóricamente como tales. Más bien, *postulamos* el carácter primordialmente biofísico del fondo sobre el que descansa, de manera imprescindible, toda expresión humana sobre el planeta. La idea general es promover indagaciones localizadas críticamente que arrojen perspectivas iluminadoras sobre el carácter de las condicionantes materiales que nutren en su base la convivencia humana en ciudades. El origen biofísico de tales condicionantes queda claramente (y diríamos de manera absoluta)³⁸ establecido al visualizar biológicamente³⁹ al ser humano, en particular en un contexto ecológico.⁴⁰

De forma breve, como entes animales inmersos en ecosistemas somos organismos *heterótrofos*: esto es, *no estamos equipados* en nuestros propios cuerpos para sintetizar bioquímicamente (mediante procesos anabólicos) compuestos orgánicos de alto contenido energético a partir de sustancias inorgánicas, ni producimos tampoco oxígeno libre. Necesitamos, entonces, abastecernos cotidianamente de esos compuestos esenciales, además de los inorgánicos, y del oxígeno libre del medio ambiente; esto es, estamos obligados a consumir vegetales y otros animales que ya los contienen, y a extraer oxígeno libre de la atmósfera, con el fin de contar con la energía suficiente para mantenernos sobre la tierra. Esos compuestos orgánicos (en nuestro cuerpo) en presencia de oxígeno, agua y otras sustancias –igualmente sacados de nuestro entorno– nos permiten por mediación del catabolismo (una especie de proceso complejo de combustión) liberar la energía para sustentar nuestros procesos vitales. A la vez, desechamos hacia nuestro entorno, vía respiración y excreción, dióxido de carbono, agua y otras sustancias orgánicas e inorgánicas que no asimilamos. En contraste, los organismos *autótrofos* –vegetales, algunas bacterias y hongos– son capaces de sintetizar bioquímicamente (anabóticamente en sus propios cuerpos) a partir de sustancias inorgánicas del medio, los compuestos orgánicos de alto contenido energético y también producir oxígeno libre, que nosotros e igualmente ellos requerimos (para fines similares). Eso lo logran, de manera importante, los vegetales (verdes) clorofílicos –en presencia de luz, dióxido de carbono, nitrógeno, agua y otras sustancias del entorno– mediante la *fotosíntesis*, generando así esos compuestos orgánicos y oxígeno libre; mientras que otras bacterias y hongos (vegetales no clorofílicos) utilizan la energía proveniente de reacciones exotérmicas del entorno para los mismos propósitos. Todos los organismos vegetales igualmente respiran y excretan como los animales, aunque, es obvio, de forma diferente.

A la fecha, los seres humanos hemos fallado de forma miserable en replicar e imitar artificialmente (en diseño de artefactos autónomos)⁴¹ estos complejos y delicados procesos bioquímicos fundamentales que generan y preservan continuamente la biosfera, totalmente al margen de nuestro querer y entender.⁴² Sin embargo, paradójicamente, sí estamos dotados para manipular tales procesos en propio benefi-

cio por mediación de nuestras capacidades tecno-culturales. Por lo tanto, los vegetales, animales y otros componentes bióticos y abióticos del medio biogeofísico, son para nosotros *absolutamente imprescindibles* para permanecer vital y culturalmente en el planeta.

Es, en ese sentido, muy probable que aun *sin la presencia* de la especie humana la evolución de las formas vegetales y animales sobre la tierra (y la dinámica de sus concomitantes geológicos) prosiga imperturbable su devenir cósmico. También, desafortunadamente, la disminución (o erradicación) de actividades biofísicas fundamentales de sostenimiento vital a niveles planetarios delicadamente críticos (sea o no causada por el hombre) barrería del orbe –de seguro y sin miramiento alguno– cualquier presencia humana y de otras formas de vida; ello a pesar de todas las consideraciones y acciones políticas, económicas, financieras y sociales, que pudieran inútilmente esgrimirse al respecto. Nuestro sustrato vital son los recursos de la naturaleza y los servicios que ella nos proporciona; *en definitiva*, de manera irrevocable somos parte de la naturaleza, tanto como ella lo es de nosotros.

Ante esta tesitura de sobriedad moderadora, y consistente con los argumentos anteriores, es indispensable imaginar⁴³ una visión tecnológica alternativa, sensata y viable, para romper los “ciclos perversos” de naturaleza tecnológica y ecológica en la microeconomía urbana, y enfrentar de forma realista las transformaciones drásticas e inciertas que se presenten en las complejas interrelaciones entre sociedades urbanas y sus entornos biofísicos –existen ya propuestas interesantes sobre ello.⁴⁴ En fin, ineludiblemente, necesitamos la conformación de planes racionales de acción para generar, instrumentar y evaluar, sistemas de técnicas productivas urbanas que hagan realidad el desarrollo urbano sustentable. Sin embargo, para ser efectivos, los planes requieren fincarse sobre estudios oportunos de valoración y prospectiva,⁴⁵ fundamentados en *teorías científicas* acerca de: los fenómenos biofísicos de las relaciones sociedad urbana-medio biogeofísico, referidas siempre a sistemas de técnicas productivas urbanas orientadas al desarrollo sustentable.

Tales estudios debieran incluir, entre otros aspectos: 1) la exploración, investigación y desarrollo, de paradigmas inéditos de diseño y puesta en marcha de sistemas de técnicas productivas que contribuyan realísticamente al desarrollo urbano sustentable; y también, al mismo tiempo; 2) previsiones de situaciones críticas, ambientales, sociales y económicas, locales y globales, con el propósito de efectuar de manera oportuna las conversiones tecnológicas necesarias de acuerdo con las necesidades percibidas, y a los ritmos y tendencias anticipados.

Especialmente, nos planteamos la importancia de realizar la siguiente agenda de estudio y reflexión:

A. Explorar la formulación de *teorías específicas* acerca de los aspectos biofísicos de la sustentabilidad urbana –en la medida que ellos se reflejan en sistemas de técnicas productivas urbanas– buscando integrar marcos conceptuales y metodológicos idóneos con fundamento en: 1) aquellas dis-



Paisaje urbano de significación sensorial para el habitante de nuestra ciudad.

ciplinas que tienen como materia el medio biogeofísico, las tecnologías productivas y los procesos microeconómicos; y 2) las disciplinas lógicas y matemáticas, y de la computación susceptibles de aplicación.

B. Con cimiento en tales teorías específicas, crear y aplicar (en situaciones ejemplares concretas) *modelos o representaciones formales* que permitan *analizar* sistemas de tecnologías productivas e, igualmente, *valorar* su contribución a la sustentabilidad urbana. En esto, convendremos que el término *modelo*⁴⁶ significa, brevemente, un fragmento de una teoría formal o matemática que evidencia algún aspecto de cierto fenómeno o proceso particular de orden físico, económico, tecnológico o natural, y que permite hacer pronósticos acerca de su comportamiento.

C. Juzgar en perspectiva, conceptual y metodológicamente, los supuestos, procedimientos y resultados, de estas tareas, en términos de su *idoneidad y efectividad*, para contribuir, en general, a la creación de teorías y a la discusión racional de situaciones, decisiones y acciones sobre sustentabilidad urbana, a la luz de matices biofísicos imbricados en los sistemas de tecnologías urbanas de producción microeconómica.

Retomando lo propuesto al inicio del trabajo, las relaciones sociedad urbana-medio biogeofísico debieran pensarse en términos de dos apreciaciones igualmente importantes:

“*a*) las peculiaridades de la estructura y dinámica socioeconómica, sistemas tecnológicos, la historia, las ideologías etcétera, característicos del grupo humano en cuestión; y *b*), los fenómenos biogeofísicos en el contexto de su propia dinámica interna, que irremediablemente afectan y son también afectados por las acciones humanas.” Al adoptar el enfoque que aquí proponemos, centrándonos sobre los aspectos biofísicos de la sustentabilidad urbana *vis a vis* sistemas de técnicas productivas urbanas,⁴⁷ explícitamente estaríamos *dejando de lado* todo lo indicado en el punto *a*, *excepto lo relativo a sistemas tecnológicos*; tratando, asimismo, de cubrir cabalmente lo detallado en el punto *b*.

Sin embargo, de hecho, nuestro enfoque reconoce implícitamente, si bien de *forma global*, los carices excluidos —er tanto ellos se manifiestan biofísicamente— bajo la guisa de *entramados o redes*⁴⁸ de sistemas de técnicas productivas urbanas. Ello resulta de considerar que esos entramados o redes son la expresión de las condiciones materiales generadas por la multitud de decisiones y acciones de desarrollo —con implicaciones microeconómicas— efectuadas por diversos grupos humanos, que interactuando cotidianamente entre ellos y con el medio persiguen sus propias metas. Huelga decir que, en estudios específicos, la cobertura y contenido de tales entramados de sistemas de tecnologías productivas debieran

ser lo suficientemente amplias, y variadas, como para reflejar (de forma representativa) una gama igualmente pródiga de posibles situaciones socioeconómicas y políticas urbanas.

Como consecuencia, al llevar a cabo la agenda propuesta *no estaríamos* (ni por mucho) explorando la estructura y dinámica social y política de los conglomerados urbanos a la luz de sus vinculaciones con el entorno biogeofísico: tema singularmente intrincado que por lo demás principia a ser abordado en nuestros círculos de estudiosos, y debe urgentemente proseguirse, con profundidad.⁴⁹ Más bien, a la par y de manera importante, de acuerdo con nuestra postura *biofísica* (para llamarla de alguna forma) se buscarían delinear y enfatizar las condicionantes y los parámetros, siempre imprecisos y cambiantes, de orden ecológico, termodinámico y *geofisiológico*,⁵⁰ que deben *inevitablemente* incluirse en toda discusión, decisión y acciones de desarrollo urbano, sobre todo cuando ellas muestran matices (microeconómicos) de producción de bienes y servicios; toda vez que esto siempre implica (en un ciclo biofísico interminable) afectar y ser recíprocamente afectados por la biosfera.

A modo de epílogo

Finalmente, como desiderata de la perspectiva aquí adoptada, las *sociedades urbanas* que aspiren a ser *sustentables* deberían vincularse con la biosfera mediante entramados de sistemas de técnicas productivas urbanas que, de alguna forma, en espacio y tiempo, tiendan consistentemente al cumplimiento de los siguientes criterios biofísicos generales:⁵¹ 1) la extracción y cosecha de recursos renovables debe hacerse respetando sus propias tasas de reproducción y recirculación en la biosfera; 2) las tasas de extracción de recursos no renovables (finitos) deben ser tales que se logre una máxima longevidad del inventario existente, pensando también en sustitutos para evitar afectar las opciones vitales de generaciones futuras; 3) las capacidades naturales de la biosfera para regenerarse a sí misma bajo el impacto de agresiones físico-químicas y episodios tóxicos nunca deben ser excedidas; 4) debe preservarse la biodiversidad, en tanto que es la fuente de la sobrevivencia de las formas vegetales y animales (y por ende de la nuestra); 5) deben mantenerse a muy bajos niveles de operación (si ello es absolutamente indispensable) aquellos sistemas de tecnologías productivas que signifiquen resultados nocivos –presentes y futuros– para la vida y bienestar humanos; 6) es indispensable evitar la desestabilización de las pautas ambientales globales como clima, capa de ozono, etcétera; 7) al manejar los sistemas de tecnologías productivas fenómenos de transferencia de energía y materia, los principios de la termodinámica y del transporte de materia deben considerarse largamente en su tratamiento, en el contexto de los procesos biofísicos ambientales.⁵²

Para terminar, daremos una cita de lo que pensamos debiera ser el significado del interés en estas materias:

“Me pregunto si la vida espiritual no obtiene sus más seguras y amplias garantías al aprender que las leyes y condiciones

de la rectitud ‘el buen actuar’ están implicadas en los mismos procesos activos del universo; cuando se encuentra que mujeres y hombres, en sus luchas conscientes, en sus dudas, tentaciones, derrotas, en sus aspiraciones y éxitos, son impulsados y nutridos por las mismas fuerzas que han forjado a la propia naturaleza; y que en esta lucha moral ellos actúan no como meros individuos sino más bien como organismos que sustentan y proyectan al futuro el proceso cósmico.”⁵³

Notas

- 1 Agradezco el apoyo prestado de Margaret A. Lee Meno, por sus comentarios y correcciones al texto, y por haberme aportado las atinadas citas de J. Dewey.
- 2 Voltaire, *Cándido*. Zúñig. *El Ingenio*. *Micrómegas*. *Memoirs* y otros cuentos, prólogo de J. A. Guerrero, México, Porrúa, 1999, pp. 57-58.
- 3 *Biosfera*: la fina capa de organismos vivientes y su entorno en la superficie de la tierra; incluye todos los entornos capaces de sustentar la vida, tanto sobre y bajo el suelo como en los océanos (hidrosfera, parte de la atmósfera y litosfera). Ver Ramade, F., *Elementos de ecología aplicada*, Madrid, Mundi-Prensa, 1977, pp. 7-128.
- 4 Langson, N. E., “People and nature: understanding the changing interactions between people and ecological systems”, en Dodson, S.I. et al., *Ecology*, Nueva York, Oxford U. Press, 1998, pp. 25-76.
- 5 Siendo la *ecología* el estudio de las relaciones entre organismos y su medio, éste es la suma de todas las condiciones e influencias externas que afectan la vida y desarrollo de los organismos: usualmente se clasifica en medio *biótico* o *abiótico*. Ver Ramade.
- 6 Leff, E. (ed.), *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, México, Siglo XXI, 1986.
- 7 Ramade.
- 8 Leff.
- 9 1. Budyko, M. I., *Global ecology*, Moscú, Mir, 1980, pp. 222-280. 2. Christianson, G. E., *Greenhouse. The 200 year story of global warming*, Nueva York, Walker, 1999. 3. Smil, V., *Energetics. Energy in the biosphere and civilization*, Nueva York, John Wiley, 1991.
- 10 Un *ecosistema* es un conjunto funcional de elementos interactuantes que incluye en un todo los organismos de una comunidad y su medio ambiente. Ver Ramade.
- 11 INEGI-Semarnap, *Estadísticas del Medio Ambiente. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1995-1996, 1997*, Aguascalientes.
- 12 1. Cunningham, W. P. y B. W. Saigo, *Environmental science*, Nueva York, McGraw-Hill, 1999. 2. INEGI-Semarnap. 3. Leff, E. (ed.), *Medio ambiente y desarrollo en México*, vol. I, México, Porrúa, UNAM 1999. 4. Brown, L. R., *Edificando una sociedad perdurable*, México, FCE, 1987. 5. Olivier, S. R., *Ecología y subdesarrollo en América Latina*, México, Siglo XXI, 1981, pp. 103-219. 6. Piel, T. (ed.), *Managing planet earth*, Nueva York, Freeman and Co., 1990.
- 13 1. Amin, S., *Los desafíos de la mundialización*, México, Siglo XXI, UNAM, 1997. 2. Ceceña, A. E. y A. Barreda Marín, (eds.), *Producción estratégica y hegemonía mundial*, Siglo XXI, México, 1995. 3. Furtado, C., *El capitalismo global*, México, FCE, 1999. 4. Ianni, O., *Teorías de la globalización*, México, Siglo XXI-UNAM, 1999.
- 14 Abolafia, M., N. Biggart y P. Ekins, “Markets, ethics and competition”, en Ekins, P. y Max-Neef, M. (ed.), *Real-life economics*, Londres, Routledge, 1992.
- 15 International Energy Agency, *World energy outlook*, París, IEA/OECD, 1998, pp. 63-157.
- 16 Barreda, A. y O. Lagunas, “Los energéticos como límite al desarrollo capitalista” en Ceceña y Barreda Marín, pp. 177-224.
- 17 1. Cunningham y Saigo. 2. Leff. 3. Leggett. 4. Moncayo, P.P. y J. Woldenberg, (eds.), *Desarrollo desigual y medio ambiente*, México, Cal y Arena 1994. 5. Olivier. 6. Piel.

- 18 Leggett, J. (ed.), *El calentamiento del planeta. Informe de Green-Peace*, México, PCB, 1996.
- 19 Ramade, pp. 137-501.
- 20 Martínez Allier, J., "Pobreza y medio ambiente" en González Alcantud, J.A. y M. González de Molina, (eds.), *La tierra, mitos y realidades*, Barcelona, Anthropos, pp. 298-350.
- 21 J. Beltrán, E., *La deterioración ambiental: enfoque ecológico*, México, IMRNR, 1971. 2. Ekins, P. "Making development sustainable" en Sachs, W. (ed.), *Global Ecology*, Londres, Zed Books, 1993, pp. 91-104.
- 22 J. Geddes, R., *Cities in our future*, Washington, Island Press, 1997. 2. Massiah, G. y Tribillon, J-P. *Ciudades en desarrollo*, México, Siglo XXI, 1993.
- 23 J. Bunge pp., 295-296. 93-94. 2. Spinner, H., "Teoría" en *Conceptos fundamentales de la filosofía*, t. III, Barcelona, Herder, 1979, pp. 484-516.
- 24 Lara Rosano, F., "Actores y procesos en la innovación tecnológica" en Lara Rosano, F. (ed.), *Tecnología. Conceptos, problemas y perspectivas*, México, Siglo XXI-UNAM, 1998, pp. 5-21.
- 25 "La estructura de lo que sea ... se encuentra en los modos recurrentes de interacción que tienen lugar entre lo que llamamos organismos, por un lado, y entorno, por el otro. Esta interacción es el hecho primario, y constituye una *trans-acción*," en Hickman, L. y T. Alexander, (eds.), *The essential dewey*, vol. 2. *Ethics, logic, psychology*, Bloomington, Indiana U. Press, 1988, p. 68.
- 26 J. Cunningham, W. P. y B. W. Saigo, 2. Parker, R. (ed.), *McGraw-Hill Encyclopedia of Environmental Science*, Nueva York, McGraw-Hill, 1980. 3. White, I. D. et al., *Environmental systems*, Londres, Chapman and Hall, 1992.
- 27 Abraham, C. y A. Thomas, *Microeconomía*, París, Dunod, pp. 1-44.
- 28 Los componentes así definidos son lo que en ingeniería se denominan como *software* (de naturaleza mental), *hardware* (de naturaleza física) y *bioware* (de naturaleza biológica), sobre los que, además, se han establecido interacciones mutuas con fines específicos. Como tales, los componentes actúan siempre sobre objetos biofísicos susceptibles de manipulación. Ver Wymore, A.W., *Model-based systems engineering*, Boca Raton, CRC Press, 1993, pp. 1-20.
- 29 Un sistema puede describirse en términos de *composición, entorno, estructura y mecanismos*. Ver: J. Bunge, M., *Dictionary of Philosophy*, Amherst, Prometheus Books, 1999, pp. 282-284. 2. Mesarovic, M. D. y Y. Takahara, *General systems theory: mathematical foundations*, Nueva York, Academic Press, 1975, pp. 1-39.
- 30 Las técnicas pueden representarse matemáticamente de la siguiente manera general: dados el conjunto de insumos $\Omega = \{\omega\}$ = (recursos biofísicos originales o ya procesados (energéticos y materiales), capital (instalaciones y equipos), trabajo humano) y el conjunto de productos $P = \{p\}$ = (bienes y servicios), una técnica τ específica es un mapeo $\tau: \Omega \rightarrow P$, $\tau(\omega) = p$, donde $\omega \in \Omega$, $p \in P$, y $\tau \in$ Conjunto de mapeos (técnicas) disponibles = $T = \{\text{clases de software, hardware y bioware}\}$.
- 31 Para abreviar, en lo que sigue, por "desarrollo" entenderemos "desarrollo socioeconómico". Ver Sachs, W. (ed.), *The Development Dictionary. A Guide to Knowledge and Power*, Londres, Zed Books, 1993.
- 32 Ekins y Max-Neff, pp. 156-181.
- 33 Ramade, pp. 7-128.
- 34 Referido a *cultura*, entendiéndola en el sentido antropológico de conjunto de estructuras sociales, económicas, religiosas, etcétera y de manifestaciones intelectuales, artísticas, tecnológicas, entre otras, que caracterizan a una sociedad, en la interacción dinámica entre sus miembros, y entre ellos y la naturaleza.
- 35 Castañeda, V. y J. J. Zoroda Lozano, "Acercamiento al moderno mundo de lo obsoleto", *Ciudades*, núm. 32, número especial: Ciudad e innovación tecnológica, México, Red Nacional de Investigación Urbana, 1996, pp. 31-38.
- 36 J. Ramade. 2. Escobar, A., *Biodiversidad, naturaleza y cultura: localidad y globalidad en las estrategias de conservación*, México, CIBIC-UNAM, 1997.
- 37 La *entropía* es una función termodinámica de estado que mide el estado microfísico de desorden y también la irreversibilidad de un proceso. Según el segundo principio de la termodinámica, para sistemas aislados todo proceso implica aumento de entropía. Ver: J. Lévy, E. (ed.), *Diccionario Akal de Física*, Madrid, Ediciones Akal, 1992, pp. 290-292. 2. Van Ness, H. C., *Understanding thermodynamics*, Nueva York, Dover, 1983, pp. 51-103.
- 38 "Un hecho que ocurre relativo a todos los marcos de referencia, o una afirmación que vale sin importar el contexto, se dice que es *absoluta (a)*", en Bunge, p. 7.
- 39 Mánontov, S y V. Zajárov, *Biología general*, Moscú, Mir, 1986, caps. 4, 20.
- 40 J. Dodson, S.J. et al., *Ecology*, Nueva York, Oxford, U. Press, 1998, 2. Ramade.
- 41 Citamos en estos menesteres, por extensión analógica, a Searle, J., "The age of spiritual machines: when computers exceed human intelligence" en *The New York Review of Books*, vol. XVII, núm. 6, abril 8, 1999.
- 42 J. Lovelock, J., *The ages of Gaia. A biography of our living earth*, Nueva York, Norton, 1988. 2. Volk, T., *Gaia's body. Toward a physiology of Earth*, Nueva York, Springer Verlag, 1998, p. IX.
- 43 J. Naredo, J. M. y F. Parra, (eds.), *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Madrid, Siglo XXI, 1993. 2. Stokca, K. M., *Man and the biosphere. Toward a coevolutioning political economy*, Nueva York, Sharpe, 1994.
- 44 J. Ayres, R. V. y L. W. Ayres, *Industrial ecology. Towards closing the materials cycle*, Cheltenham, Edward Elgard, 1996. 2. Mitsch, W. J. y S. E. Jorgensen, (eds.), *Ecological engineering*, Nueva York, John Wiley 1989. 3. Mulder, H. A. J. y W. Biesoit, *Transition to a sustainable society. Backcasting approach to modeling energy and ecology*, Cheltenham, Edward Elgard, 1998.
- 45 J. Jantsch, E., *Technological forecasting in perspective*, París, OECD 1967. 2. Medford, D., *Environmental harassment or technology assessment?*, Amsterdam, Elsevier, 1973.
- 46 J. Borowski, E. J. y J. M. Borwein, (eds.), *The Harper Collins Dictionary of Mathematics*, Nueva York, Harper Collins, 1991, pp. 383. 2. Spriet, J. A. y G. C. Vansteenkiste, *Computer-aided modelling and simulation*, Londres, Academic Press, 1982, pp. 12-54.
- 47 Lefl, *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ...*
- 48 En realidad, esos *entramados o redes* son sistemas de sistemas; esto es sistemas cuyos componentes son, a su vez -cuando se hacen observaciones a un nivel de resolución mayor- igualmente sistemas.
- 49 J. Barkin, D., *Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable*, México, Editorial Jus, 1998. 2. Moncayo y Woldenberg. 3. Lefl, *Medio ambiente: desarrollo ...* 4. Reyes-Heróles, F., "Complicidad", *Reforma*, 12 de octubre de 1999, p. 16A. 5. Toledo, V. M., "Campesinos, pobreza rural; ecología política" en González Alcantud y González de Molina.
- 50 J. Lovelock. 2. Volk.
- 51 Ekins, "Making development sustainable".
- 52 J. Bocker, E. y R. van Grondelle, *Environmental physics*, Chichester John Wiley, 1995. 2. White et al.
- 53 Dewey, J., compilado en Hickman y Alexander.