

La ciudad como ecosistema

Fernando PARRA

Experto en ecología del territorio

RESUMEN: El concepto nodular de la ecología moderna, el ecosistema, puede ser aplicado a un constructo artificial como la ciudad a condición de que se establezcan con cierto rigor los flujos de energía y los ciclos materiales que lo definen.

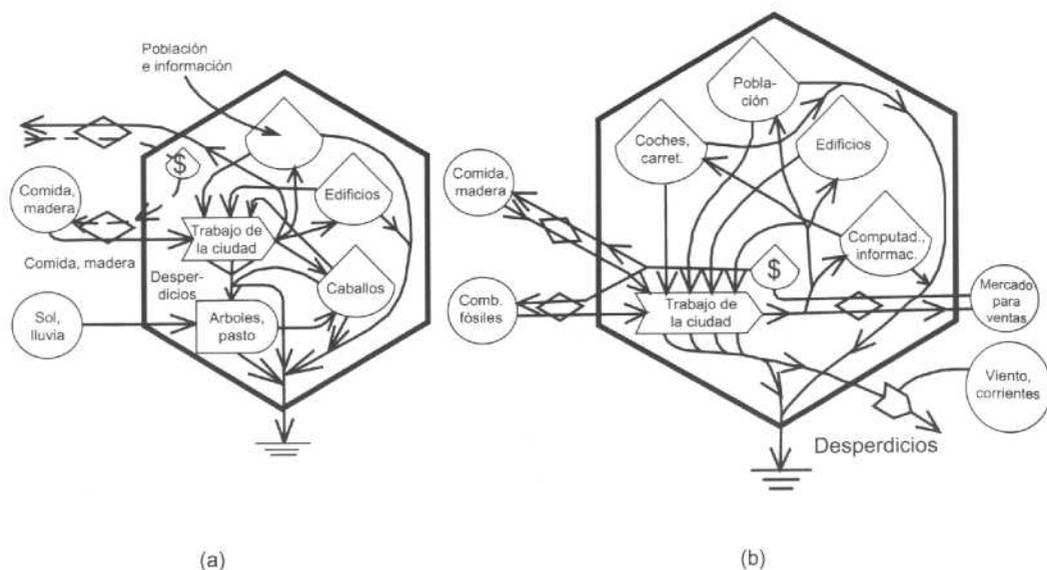
Se trata pues más de un problema de enfoque o de énfasis que del objeto de estudio en sí mismo. En España se ha intentado parcialmente este enfoque con ciudades como Madrid y Barcelona. Los resultados se apartan de los habituales del urbanismo, la geografía y otras disciplinas más convencionales.

Aunque todavía hay gentes que tienen una noción rudimentariamente topográfica del concepto de ecosistema -como un sitio o lugar concreto-, éste tan sólo implica un enfoque o punto de vista que podríamos calificar de holístico. Ante todo un sistema es un constructo que relaciona elementos que interactúan entre sí. Un ecosistema es, por tanto, un sistema de relaciones entre elementos bióticos y abióticos: animales, plantas, substrato, clima ... cuyo conjunto excede en su poder explicativo y en su capacidad predictiva a la mera suma de sus elementos.

Es además el concepto nodular de la moderna ecología, hasta el punto que esta

ciencia de las relaciones de los seres vivos entre sí y con su medio ha sido definida como "la biología de los ecosistemas" (MARGALEF) y más aún, como "la ciencia de los ecosistemas" (E.P. ODUM). La ecología ocupa así el nivel más alto de integración dentro de la biología, que comenzaría con el nivel molecular (bioquímica o biología molecular) y antes aún por el atómico (biofísica), seguiría por el celular, el tisular, el anatómico orgánico, el fisiológico, de poblaciones o demográfico hasta llegar al ecosistémico.

Al establecer Tansley este concepto en los años treinta, estableció así mismo los flujos de materia y energía como las características descriptivas clave para el mismo. La materia, si el punto de vista es suficientemente



Modelos de flujos de energía para ciudades. a) Ciudades agrícolas basadas en la energía solar. b). Área urbana basada principalmente en los combustibles fósiles.

Fuente: H.T. ODUM & E.C. ODUM (1980). *Energy basis for man and nature*; McGraw Hill, Inc. New York.

amplio, discurre de unos seres vivos a otros y con el medio inerte -de este último a los "productores" o plantas verdes fotosintéticas, de estas a los "consumidores primarios" o animales herbívoros, etc., describiendo ciclos cerrados, en tanto que la energía, conforme a las limitaciones termodinámicas de su segundo principio de la entropía lo hace como un flujo que se degrada. En dicho sentido la biosfera del planeta, como ecosistema total, es un puente entre la fuente del sol y el sumidero final del espacio. En el ínterin, ese flujo energético "mueve" los ciclos de la materia a través de los ecosistemas como el agua lo hace con las ruedas de un molino, permitiendo que esos sistemas se autoorganicen y consigan cierta evasión de las inclemencias externas al sistema. Es lo que hace el bosque, que "crea" sus propias condiciones de prosperidad climáticas y edáficas, independientemente de las generales de la zona.

La cuestión que nos ocupa es si es útil, esto es, si aporta algo la aplicación del ecosistema a un artificioso constructo histórico como la ciudad, o las ciudades, que incluya visiones nuevas que no aporten otras ciencias más

tradicionales, puras o aplicadas, como la geografía y el urbanismo. Y la respuesta es que sí; en efecto, la contemplación de una ciudad como un ecosistema surcado de flujos energéticos y de información y de materiales es muy fructífera aunque tan difícil como inusual todavía.

1. LOS CASOS DE MADRID Y BARCELONA

En la ecología convencional, para abordar el estudio de un ecosistema de forma clásica, se procede midiendo la biomasa (peso seco) de las comunidades vegetales, se evalúan por muestreos (métodos de marcado y recaptura) los efectivos de las poblaciones animales más notorias, se establece la productividad y las transferencias energéticas entre cada nivel trófico y se analizan las constantes y variables del medio físico: temperaturas, elementos químicos, nutrientes, etc. Se consigue así un cuadro descriptivo en términos de materia y energía; un reparto entre sus niveles tróficos que suele representarse en forma de pirámides de biomasa, pirámides de números y cadenas

tróficas y una serie de diagramas estacionales y anuales.

En el caso de una ciudad el tema puede resultar más complejo y a la vez más sencillo; diferente en todo caso. Sólo una población, la humana, resulta significativa en términos de biomasa, aunque la presencia de otros elementos naturales, institucionales en parques, jardines y animales de compañía, o marginales en forma de restos de vida silvestre y antropogénica (poblaciones de ratas del subsuelo, por ejemplo) no es en absoluto despreciable. El modelo de intercambio de materia y energía de una metrópolis es opuesto al de un ecosistema maduro natural tipo arrecife de coral o bosque húmedo. En estos últimos, los ciclos son muy cortos y el transporte eminentemente vertical, el caso extremo es el de las pluvisilvas ecuatoriales como la amazónica donde los elementos químicos no se almacenan en un reservorio del suelo, como en los bosques templados europeos, sino que se reciclan rápidamente otra vez a la vegetación. Es por eso que a veces se ha dicho que este tipo de selvas no están "en" el suelo, sino "sobre" el suelo, y explican por que, tras la deforestación repentina, sobreviene el desierto infértil en lugar de terrenos con valor agronómico como en las antiguas tierras forestales templadas.

Por el contrario, la ciudad no es autosuficiente y extiende su importación de materia y energía a un espacio en derredor considerable; domina pues el transporte horizontal largo, a expensas de invertir grandes insumos de energía exosomática, en lugar del reciclado vertical corto.

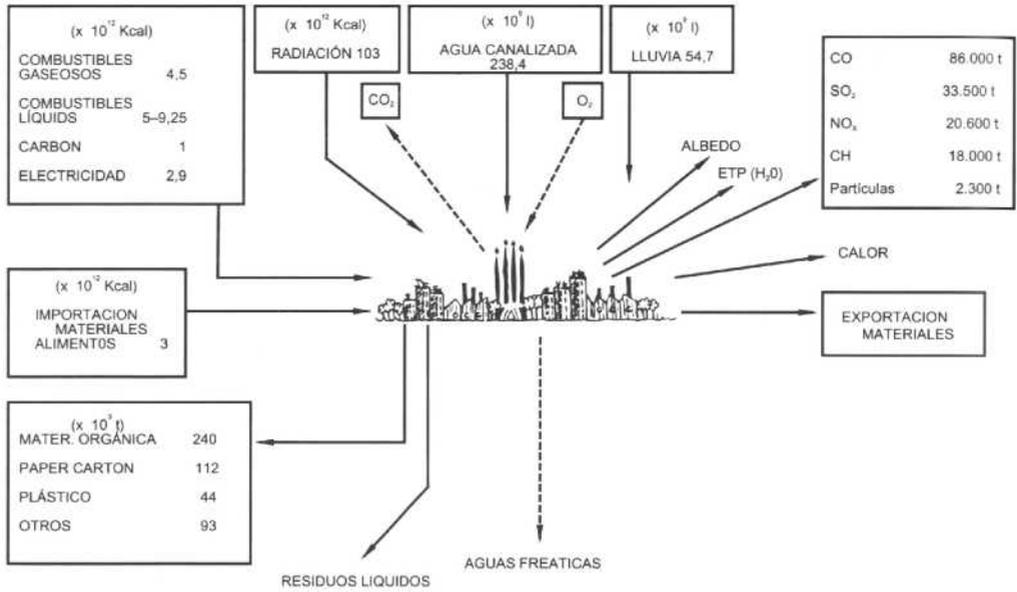
Igualmente, el intercambio gaseoso, que en los ecosistemas naturales se reduce a la fotosíntesis y el fenómeno parejo de la respiración; a los balances de evapotranspiración, etc., en el caso de la ciudad incluirán los gases de combustión de calefacciones y coches, de industrias, etc. Sin embargo, al igual que en los ecosistemas naturales como el bosque, la ciudad también crea sus propias condiciones ambientales independientemente de las de su entorno inmediato, modificando (elevando) la temperatura media, disminuyendo o aumentando la infiltración y la escorrentía del ciclo del agua, el régimen de vientos y un largo, etcétera, que hacen inviable, como a menudo torpemente se hace, inferir las

condiciones ambientales de una ciudad de las generales de la región en la que está inscrita. En este sentido, ni Madrid es simplemente un lugar de clima continental meseteño ni Barcelona, mediterránea oceánico.

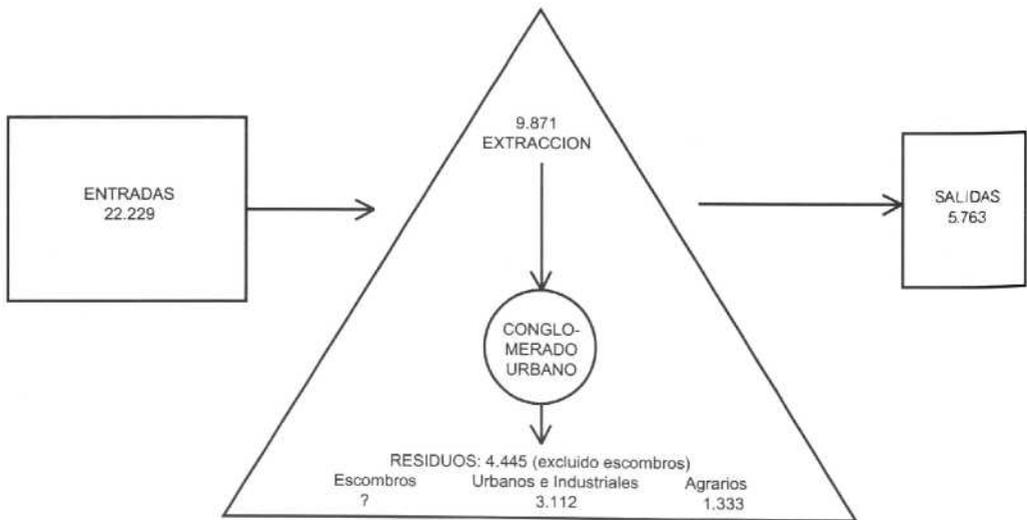
Tanto la ciudad de Madrid como la de Barcelona han sido estudiadas desde la óptima del ecosistema; en el primer caso por el equipo de José Manuel Naredo y en el segundo por el de Jaume Terradas. Los resultados son similares. NAREDO y FRIAS (1988), TERRADAS, PARÉS y POU (1985) Madrid además ha sido estudiada desde el punto de vista de sus restos marginales de vida silvestre tanto "cimarrona como institucional" (PARRA, 1986).

El trabajo de Terradas tiene principalmente un talante pedagógico: mostrar como el enfoque del ecosistema puede ser útil para interpretar la realidad de la ciudad de Barcelona. No se basa en estudios directos sino en la documentación preexistente. En cambio, el estudio de Naredo sobre Madrid tiende a establecer realmente los flujos de energía, agua, materiales e información que discurren en el área metropolitana. En realidad se trata de un novedoso análisis económico que propugna la comparación de estos flujos con los monetarios para establecer un diagnóstico de la realidad metropolitana. La energía y el agua tienen disponible informaciones a distintos niveles de agregación como convenía al estudio, pero no ocurre lo mismo con los demás materiales ni con los flujos de dinero e información que en muchos casos fueron inducidos o evaluados indirectamente. El conjunto ofrece un panorama muy novedoso en el campo de los estudios urbanos que aún no ha sido, a mi juicio, explorado a fondo. Por su parte, mi trabajo sobre Madrid, se aborda con un enfoque más convencionalmente naturalista y con la intención, ciertamente heterodoxa, de desmontar la falsa idea de que un naturalista avezado sólo encuentra dignos objetos de su interés en las remotas selvas de Borneo. No obstante, se contempla Madrid como un sistema, esto es, un ecosistema, dividido en varios "habitats" distintos donde se establecen los sucesivos paseos o transectos naturalísticos.

El enfoque ecosistémico de la ciudad tiene, por supuesto, limitaciones. Los ecosistemas

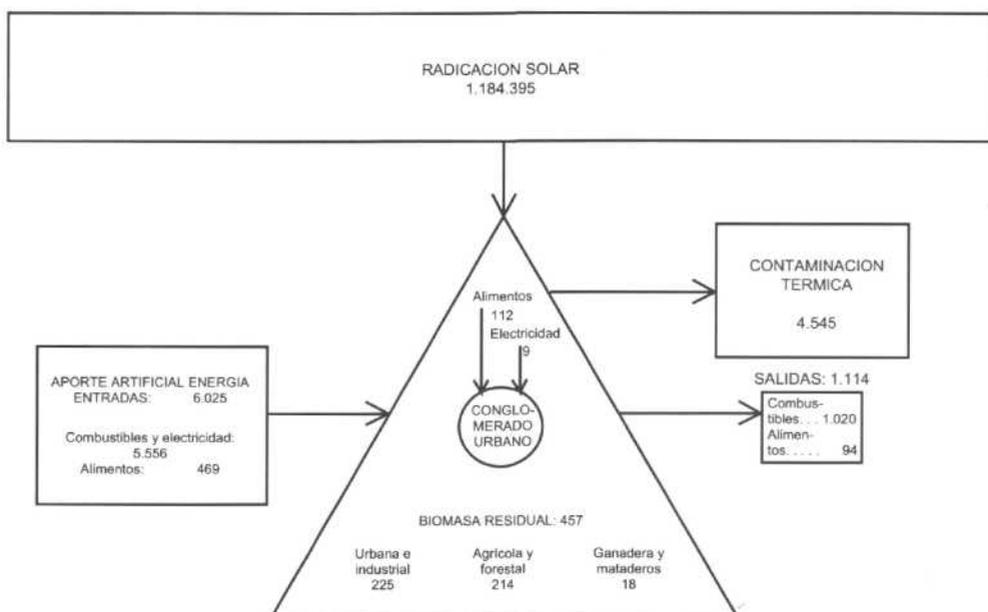


Modelo global. Según J. Terradas.



Flujo de materiales. (Miles de toneladas anuales).

Fuente: NAREDO, J.M. y FRIAS, J. (1988). Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid.



Flujos de energía. (Miles de tep anuales).

Fuente: NAREDO, J.M. y FRIAS, J. (1988). Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid.

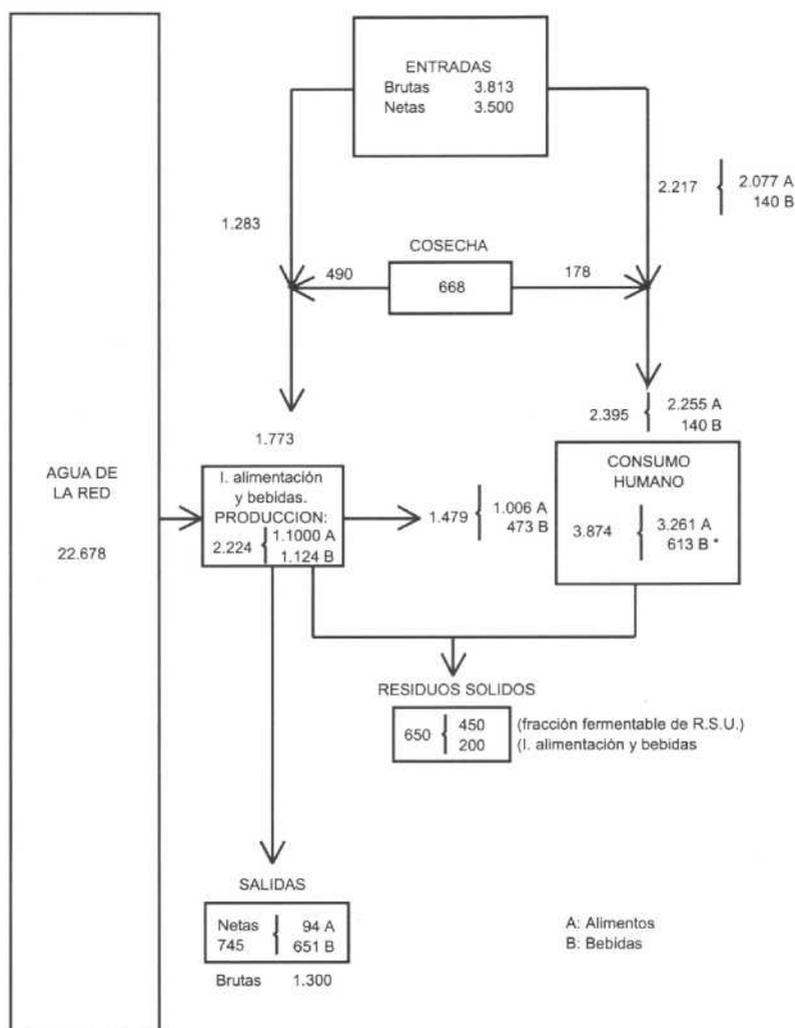
bien delimitados son autosuficientes, pero si el proceso de urbanización -creciente- del globo concluyera en una única metrópolis global ésta sería inviable. Este presupuesto, el de la total urbanización del planeta, es el que plantea Walter SHUNT (1993) para analizar las relaciones entre ecología y urbanismo. El resultado sería de pesadilla, porque paradójicamente la ciudad es un entorno hostil en su desmesura, pese a haber surgido como fórmula para evadirse de las inclemencias del entorno. El problema es, pues, de grado. En esta línea se sitúan las terribles profecías de Kevin LINCH (1965).

2. EL FLUJO ENERGÉTICO EN LAS CIUDADES.

La única energía de la que disponen los ecosistemas naturales es la solar radiante que ingresa a través de la fotosíntesis de los vegetales autótrofos -los "productores" y por vía metabólica va pasando al resto de elementos de la cadena trófica. No obstante,

el hombre utiliza masivamente, en proporciones que exceden en varios órdenes de magnitud la energía de los alimentos, otro tipo de energía, la "exosomática", proveniente fundamentalmente de los combustibles fósiles: petróleo, gas natural y carbón. En realidad, se trata de la apropiación de la energía solar almacenada por biosferas del pasado geológico (no hay más cera que la que arde, y el sol es la única, repito, la única fuente energética del planeta).

Este uso masivo de energía exosomática y el dominio del transporte horizontal amplio frente al transporte habitual en los ecosistemas naturales: corto y vertical, son las dos principales diferencias ecológicas de los sistemas fuertemente intervenidos por el hombre y, por ende, de nuestra especie. De hecho, la contaminación, tan "traída" y "llevada", no es otra cosa que una enfermedad del transporte: se toman recursos dispersos allí donde los haya, se



* La estimación del consumo humano no incluye el agua tomada de la red ni el tabaco, que tampoco figura en la industria de alimentación y bebidas.

Flujos de alimentos y bebidas. (Miles de toneladas anuales).

Fuente: NAREDO, J.M. y FRIAS, J. (1988). Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid.

transportan desde largas distancias, se concentran y utilizan en un punto (por ejemplo, la ciudad, o la fábrica) y se vierten sus desechos en otro punto cercano de forma concentrada. Y esto es así desde hace algo más de un siglo, con el comienzo de la revolución industrial en el mundo occidental y la inicial aplicación de la máquina de vapor al trabajo y el transporte en barcos, trenes,

bombas de agua y un futuro largo etcétera.

Un análisis interesante es ver las características energéticas de las ciudades basadas en el uso de los combustibles fósiles que generan flujos de energía más concentrados.

Como lo ha definido metafóricamente y no tanto el ecólogo Ramón MARGALEF (1977) es el modelo de la selva húmeda o pluvisilva

ENTRADAS		SALIDAS	
Materiales de construcción	5.690	Extractivas y materiales de construcción	2.000
Alimentos y bebidas	3.813	Extractivas	1.140
Materias primas	1.383	Industrias min. no metálicas	860
Productos consumo	2.430	Alimentos y bebidas	1.300
Combustibles	4.306	Alimentos	100
Petróleo	3.582	Bebidas	1.200
Carbón	724	Combustibles	1.093
Productos siderúrgicos	1.668	Petróleo	906
Materias primas	470	Carbón	187
Productos semielaborados	1.198	Productos siderúrgicos	270
Otros productos	6.752	Otros	1.100
Materias primas	3.220		
Productos	3.532		
TOTAL GENERAL	22.229	TOTAL GENERAL	5.763

Balance global de las entradas y salidas de materiales. (Miles de toneladas).

Fuente: NAREDO, J.M. y FRIAS, J. (1988). Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid.

(Ral Forest amazónica) frente al modelo de la "fosa séptica" (símbolo del habitat urbano, con perdón). En la selva domina el transporte vertical en ciclos cortos y cerrados; de la parte inferior de la vegetación, donde se sitúan las raíces extractivas de nutrientes, a la parte culminante insolada de la cúpula arbórea donde se aprovechan -por medio de la fotosíntesis; y todo ello en un proceso de ceñido y veloz reciclado de la materia. En cambio, la fosa séptica no tiene virtualidad sino se contempla en el panorama más amplio del fenómeno metropolitano, donde los residuos fecales se conectan como desechos después de larguissimos recorridos horizontales desde donde vienen, en una amplia área de influencia que excede con mucho la ciudad, el agua, los alimentos, etc.

Un análisis interesante, por tanto, es tratar de contemplar las características energéticas de las ciudades basadas en ese uso masivo de combustibles fósiles que, ante todo, generan flujos de energía más concentrados, tal como pusieron de manifiesto los estudios de Howard y Elisabeth ODUM (1980). Las áreas urbanas tiene una gran concentración de energía por unidad de superficie (por hectárea, por ejemplo) comparativamente a un campo de cultivo o a un ecosistema natural. Con más maquinarias, más coches (metabolizadores de esas biosferas del pasado geológico), grandes edificios, computadoras,

complejidad, desperdicios, contaminación, ruidos y flujo de dinero e información. Es evidente el agravio comparativo para una ecología más "natural": mientras los combustibles fósiles sean tan anómalmamente baratos -otro precio tendrían si se les imputaran todas las extrenalidades o deseconomías, esto es, todos los costes sociales que general su uso-, la gran metrópoli, con sus grandes flujos energéticos, vencerá en la competición a las ciudades no industrializadas. La situación se invertiría en un no tan utópico panorama futuro de escasez.

Ahora bien (de ahí la metáfora de la fosa séptica), las ciudades no absorben ni reciclan sus desperdicios, sino que los deben transportar, en el mejor de los casos, a instalaciones especiales para su tratamiento y distribución.

Si, por otra parte, esquematizáramos gráficamente los flujos entre el campo y la ciudad, se observaría que existe un flujo circular de beneficios y servicios en el que el dinero circula precisamente en sentido contrario a los beneficios y servicios, en intercambio con ellos. La energía solar diluida es concentrada en forma de alimentos en las granjas de los campos, madera y fibras que mantienen a la ciudad "parásita". En la ciudad esos productos -alimentos, madera, fibras- se convierten en energía de alto grado,

como el trabajo humano, que a su vez produce productos manufacturados que vuelven a las granjas (con considerable aumento del valor añadido). A este esquema basado en la energía solar hay que añadir el más importante basado en la quema de combustibles fósiles. Este tipo de esquemas es el que han aplicado equipos como el del profesor NAREDO (1990) a casos como el de Madrid y son de una gran expresividad en la manifestación de las diversas dependencias. Como señala agudamente la socióloga urbana Concha Denche, "la ciudad, como el eucalipto, se asienta sobre la fertilidad para trocirla en desierto"; sólo que esa fertilidad ya no es tanto la presente de la actual fotosíntesis como las del remoto pasado acumuladas por biosferas de hace millones de años.

3. RECAPITULACIÓN.

Puede que todo lo anterior no haga mayor mella en el lector que la de avalarle su convencimiento del éxito del modelo intensivo urbano; nada más lejos, en cualquier caso, de mi torpe intención. La ciudad ha fracasado. O mejor: fracasa a partir de cierto tamaño; es la explosión del desorden, en palabras del urbanista Ramón FERNÁNDEZ DURÁN (1994). Pues, si bien es cierto que la ciudad surgió como una forma de evadirse de un entorno inclemente y hostil, favoreciendo de paso los intercambios (culturales, comerciales, etc.) hoy, en aparente paradoja, la ciudad es un ecosistema hostil para la vida de ese mismo organismo que la creó, a la inversa que los confortables termiteros para las termitas, los estanques de diques de los castores para los castores y los pocos otros casos de constructos de habitats que puedo invocar en el reino animal. El hombre no se contentó como especie en adaptarse pasivamente a las condiciones del medio; lo modificó a su conveniencia. ¿A su conveniencia?. La conveniencia de la especie no tiene por que coincidir con la conveniencia de determinados grupos sociales detentadores de la capacidad de decisión, del poder; de ahí la ingenuidad de confiar que la mano "oculta" del Mercado lo arregle todo.

De hecho, como señala en otro trabajo NAREDO (1990) "La ciudad ya no es un

proyecto sobre el que cabe incidir, sino una realidad que escapa a su control", y cuanto antes los reconozcan los profesionales del urbanismo mejor para todos, añadido yo. No se trata de justificar la inacción, sino de reconocer el fracaso de nuestros instrumentos, incluso los de simple medición, que no corrección. Y es en este sentido en el que insisto que puede resultar útil la visión de la ciudad como ecosistema.

El problema es doble: sin haber llegado a tomarnos en serio las dignas corrientes higienistas de los urbanistas utópicos de hace unas décadas, es urgente ahora salubrizar, hacer habitable, higienizar la ciudad; y por otro lado, detener el deterioro parasitario que esas aglomeraciones generan en el enorme derredor más supuestamente natural. Las megalópolis actuales difieren de las antiguas ciudades no sólo en su tamaño, sino en la configuración y funcionamiento de sus ciclos de materia y energía; sus desajustes son origen de alteraciones medioambientales sin precedentes en el pasado. En realidad la visión ecosistémica lo primero que podría revelarnos en que esas enormes concentraciones urbanas, con edificación en altura no han ahorrado ni un centímetro de suelo (adlos a los volúmenes edificables), sino que suponen una ocupación "real" mucho mayor por Habitante, y además esa ocupación ha tendido a recaer en los suelos de mayor valor ecológico, agronómico y natural.

Evidentemente esto es así por la creciente demanda para servicios, la extracción de materiales para construcción, la ocupación de fondos de valle para embalses de abastecimiento de agua, la usurpación de territorios como cintas asfaltadas de comunicación, etcétera, etcétera.

No, no somos castores, ni nuestros edificios "inteligentes" resisten la mínima comparación con los homeostáticos termiteros de temperatura y humedad. Más bien, siguiendo a Margalef somos copépodos planctónicos -Unas gambitas ínfimas- o al menos nuestra racionalidad urbana es parecida. Vean sino, Margalef dixit: "Los copépodos planctónicos comen en la zona fótica (iluminada) y excretan en profundidad, comprimiendo los excrementos rodeados de

una fina membrana, de manera que se sedimentan a gran velocidad y alcanzan una profundidad considerable antes de disgregarse. Con lo que retardan considerablemente el ciclo que los nutre." R. MARGALEF (1984) Es lo mismo que hace el hombre tomando la producción primaria (la de los vegetales fotosintéticos) de un área extensa y acumulando su basura, ferreamente rodeada por membranas de plástico, en un área pequeña alejada de aquella. Los copépodos de Margalef, sin embargo, nos aventajan en que no tratan de acelerar los ciclos forzando los sistemas que explotan, contaminándolos y simplificando la diversidad biológica.

La contemplación de la ciudad actual bajo el prisma del ecosistema nos recuerda algo que debería ser obvio: que las bases a largo plazo de nuestra economía -y de la propia vida son, en última instancia, el uso de convertidores autoorganizados efectivos de la energía solar: ecosistemas naturales o levemente intervenidos -agrobiosistemas- y los modelos de agricultura de baja energía

que hemos estado utilizando durante mucho tiempo. Entre tanto, podemos seguir entregando nuestras ciudades a los automóviles -artilugios absolutamente estúpidos desde el punto de vista ecológico-, podemos "sobrevivir" en esas raras condiciones atmosféricas que hemos generado en las urbes: con poca concentración de O₂ y mayor de CO₂, más propias de bacterias de la fermentación que de exquisitos mamíferos de gran talla, pero la energía nos seguirá dando la pauta, si queremos verla, del camino del futuro; un camino más ajustado a las limitaciones de la naturaleza y a nuestras verdaderas necesidades, siempre que sepamos que el mero hecho de girar un grifo o apretar un interruptor de la luz es un gesto simple pero una acción muy compleja; y siempre que recordemos un aforismo que algunos atribuyen a Paracelso y otros a Bacon, pero que podría sentenciar cualquier campesino: "a la naturaleza sólo se la domina respetándola".

BIBLIOGRAFÍA

- FERNÁNDEZ DURÁN R. (1994). *La explosión del desorden; la metrópoli como espacio de la crisis global*. Fundamentos, Madrid.
- LINCH, K. (1965). "La ciudad como medio ambiente" en *Scientific American*, Madrid.
- MARGALEF, R. (1977). *Ecología Omega*, Barcelona.
- NAREDO, J.M. (1988). *Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid*. Consejería de Economía CAM; Madrid.
- NAREDO, J.M. (1990). "El crecimiento de la ciudad y el medio ambiente" en *Las grandes ciudades: debates y propuestas*, Alfoz, Madrid.

- ODUM, H.T. & ODUM, E.C. (1980). *Energy basis for man and nature* McGraw Hill Inc. New York.
- PARRA, F. (1984). *El naturalista en la ciudad* Tecnos, Madrid.
- SHUNT, W. (1993). "Algunas reflexiones en torno a la ecología y el urbanismo" en *Historia y ecología: Ayer* n° 11.
- TERRADAS, J., PARÉS, M. & POU, G. (1985). *Ecología de una ciutat: Barcelona* Ayuntamiento, Barcelona.