

# **DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE Y SISTEMAS PARA EL USO DE ENERGÍA Y AGUA: CUESTIONES DE ESTUDIO EN PROSPECTIVA TECNOLÓGICA**

Juan José Zoreda Lozano

Víctor Castañeda

UAM-Xochimilco

El propósito de esta presentación es bosquejar los argumentos para justificar las indagaciones propuestas en el título, y la dirección que debieran tomar. Primero planteamos algunas definiciones operativas de los términos empleados. Después, se esbozan las razones para escoger como fundamentales a los sistemas tecnológicos energéticos e hidráulicos en el contexto urbano. Indicamos a continuación la importancia de tales sistemas *vis á vis* el desarrollo urbano sustentable del país. Finalmente, concluimos con algunas pautas a seguir que consideramos deseables.

## **Algunas Nociones Básicas**

Partiremos de la noción que las *tecnologías urbanas (sistemas tecnológicos urbanos)* son prescripciones, reglas y criterios, patrones y arreglos, actualmente en operación o concebidos para tal efecto referidos a series de *procesos --físicos, químicos, biológicos, y de gestión organizativa--*, diseñados para:

- combinar efectivamente trabajo humano, materiales, recursos energéticos y acuíferos, e insumos de capital;
- producir o poner a disposición bienes y servicios que son indispensables para la convivencia humana en asentamientos urbanos.

Asimismo, nos referiremos a las *infraestructuras urbanas* como la parte eminentemente material de tales sistemas tecnológicos o tecnologías, que se manifiesta siempre en la forma de redes (nodos y aristas) consistiendo de dispositivos y componentes físicos, químicos y biológicos. También, denotaremos como *medio (entorno) biogeofísico* al conjunto (ecosistema) interrelacionado de atmósfera, aguas, suelos, subsuelo accesible, flora y fauna, que es significativo en una situación dada.

En gran medida, esas tecnologías, sistemas e infraestructuras, definen y fomentan: (I) las interacciones entre asentamientos urbanos, y (II) la diversificación de funciones y niveles de especialización entre sectores urbanos, ciudades y regiones. Como tales, su innovación y aplicación juiciosa bajo condiciones ecológicas y socioeconómicas propicias siempre han sido agentes cruciales en la transformación de los quehaceres humanos.

En esta perspectiva, la trabazón entre los aspectos sociales y biofísicos de la vida humana adquiere mayor nitidez al examinar los asentamientos urbanos en el contexto de sus propias matrices biogeofísicas. De ahí surgen una multiplicidad de importantes patrones de interés tecnológico, de los que deseamos ahora resaltar solo dos:

- A. Como resultado de vitales e inevitables necesidades biofísicas, los urbanitas debemos acceder a nuestro medio circundante en pos de recursos renovables y no-renovables de energía, agua y otros materiales. Estos son procesados y finalmente consumidos. Simultáneamente, tanto humanos como entorno somos a menudo afectados negativamente por los residuos, sustancias y energías contaminantes, que como resultado son expulsados hacia el mismo medio; a diversas tasas, combinaciones y concentraciones. Como consecuencia debemos tratar y disponer de ellos adecuadamente. Todos esos procesos se llevan a cabo mediante algún sistema tecnológico urbano.
- B. A través de su manifestación espacial y temporal como *usos del suelo*, organizamos la ocupación del territorio que nos rodea, en el proceso asignando funciones específicas a cada una de sus porciones de acuerdo a necesidades y aspiraciones cambiantes, y sistemas tecnológicos, socialmente expresados.

Como preámbulo a la noción de desarrollo urbano sustentable, aceptaremos que la idea de *desarrollo* tiene que ver con actividades encaminadas a la consecución de metas específicas para promover todos los aspectos del bienestar humano. Tales actividades se llevan a cabo gracias a tecnologías que emplean medios y recursos *escasos* que normalmente pueden tener otras aplicaciones *alternativas* (Ekins y Max-Neef: 1992). De donde, el *desarrollo urbano* implica la toma de decisiones oportunas para escoger de entre las tecnologías disponibles aquella o aquellas que optimen el bienestar humano; al tiempo que se toman en consideración criterios económicos. Esto es, que se reconoce explícitamente la escasez relativa de los medios y recursos usados.

Los sistemas tecnológicos urbanos tienen esencialmente carácter fisicoquímico y ecológico mientras que el desarrollo urbano, aunque enraizado en las tecnologías, trata siempre con particulares sociopolíticos y humanistas. Así, nuestro afán de bienestar humano en los asentamientos urbanos siempre se despliega de forma dual y dialógica: biofísica y culturalmente.

El *desarrollo sustentable* concierne al uso de recursos bióticos y abióticos (renovables y no - renovables), así como de componentes de diversidad biológica, con el propósito que, a largo plazo (Shiva: 1993):

- ninguno de los procesos biogeofísicos que sustentan el flujo de recursos renovables sea dañado permanentemente;
- se evite el agotamiento de los recursos no-renovables;
- las diversidades biológica y cultural sean continuamente impulsadas.

La intención principal es preservar y fomentar enfáticamente el potencial de la biosfera para satisfacer las necesidades y aspiraciones de generaciones actuales y futuras, por medio de arreglos culturales equitativos a través de espacio y tiempo.

Para lograr el *desarrollo urbano sustentable*, en cuanto al uso de recursos naturales y la emisión y tratamiento de desechos en nuestro entorno biogeofísico, ciertas normas ecológicas deberían ser cumplidas por las tecnologías urbanas (Ekins: 1993; Ramade: 1981; Martínez-Alier: 1987); entre ellas mencionamos las siguientes:

1. Evitar contribuir a la desestabilización de las pautas ambientales globales; clima, capa de ozono, etc.
2. La extracción y cosecha de recursos renovables debe hacerse respetando las tasas de reproducción y recirculación de esos recursos en la biosfera: apoyo a la fertilidad del suelo, de los ciclos hidro-geobiológicos, de la cubierta vegetal necesaria y de cosechas sustentables.
3. La extracción continua de recursos no renovables conduce eventualmente al agotamiento del inventario accesible: las tasas de extracción deben ser tales que se logre una máxima longevidad del inventario, pensando también en sustitutos para evitar afectar las opciones vitales de generaciones futuras.
4. Para operar y evolucionar, todo sistema de actividad urbana demanda irremediamente insumos de energía y materia: los principios de la termodinámica, y de la transferencia de materia deben considerarse ampliamente en el análisis y diseño de tales sistemas (abiertos y auto-organizantes).
5. Las capacidades naturales del medio biogeofísico (atmósfera, aguas, suelos, suelo, subsuelo accesible, fauna y vegetación) para regenerarse a si mismo bajo el impacto de agresiones fisicoquímicas y episodios tóxicos no deben nunca ser excedidas: existen límites en las tasas de absorción, dispersión y neutralización de contaminantes y desechos materiales y energéticos.
6. Ecosistemas y características ecológicas importantes deben protegerse absolutamente para preservar la biodiversidad, que es la fuente fundamental de la sobrevivencia biótica (por ende la nuestra).
7. Actividades humanas que pueden provocar eventos que arriesgan la vida humana deben mantenerse a muy bajos niveles (si ellos es absolutamente necesario). En particular, tecnologías, como la nuclear, que amenazan la existencia del medio biogeofísico a cualquier nivel, deben evitarse como soluciones.

### **Tecnologías e Infraestructuras Urbanas Fundamentales**

En asentamientos urbanos observamos sistemas de actividad humana muy elaborados que siempre interaccionan significativa y múltiplemente con el entorno biogeofísico. Ello se revela en

la evolucionante distribución de *redes de infraestructuras* que manejan, entre otros, agua y residuos, gas, energía eléctrica, telecomunicaciones y transporte. Estas infraestructuras, a su vez, interactúan entre ellas mismas, y también con componentes relevantes (exógenas y endógenas) de carácter económico y biofísico, generando así los complejos patrones espacio-temporales tan peculiares de la dinámica de los asentamientos urbanos.

Por otro lado, es un dato natural inevitable que *todo fenómeno evolucionante no puede sostenerse sin recibir regularmente insumos adecuados de agua y energía*. Aún en presencia de cantidades considerables de otros insumos indispensables nada se mueve sin contar con las cantidades *esenciales de energía y agua* (naturalmente dependientes del caso en cuestión). Sin distinción de tamaño, todo sistema urbano de actividad humana --al estar sustentado ampliamente por procesos y útiles físicos, químicos y biológicos-- precisa de suministros continuos de esos dos recursos esenciales; la alternativa siendo deterioro acelerado y extinción última.

Así surge, entonces, la importancia de las *tecnologías energéticas e hidráulicas, que de ninguna forma es compartida con las otras en el esquema urbano*. Ellas se sitúan, solas, en el ápex de la jerarquía de tecnologías urbanas. Al unísono con los usos del suelo resultantes de su aplicación, forman una especie de *matriz tecnológica inclusiva* que a menudo condiciona (a corto y largo plazo) las opciones tecnológicas disponibles para todo tipo de operaciones urbanas. Esto ocurre en virtud de la demostrable rigidez física extrema que se encuentra en los acoplamientos entre los dispositivos y sistemas que componen las tecnología energéticas e hidráulicas fundamentales, y aquellos dispositivos y sistemas pertenecientes a las otras tecnologías dependientes (Puig y Corominas: 1990; Fair, *et al* : 1996)

### **Tecnologías Energéticas e Hidráulicas y Sustentabilidad Urbana**

En las principales áreas urbanas del país se observa patentemente la vigencia, casi irrestricta, de sistemas tecnológicos energéticos e hidráulicos --y patrones de usos de suelo a ellos asociados-- que distan mucho de contribuir al desarrollo urbano sustentable, quizás mas bien obstruyéndolo. La mayoría de las normas ecológicas que caracterizan la sustentabilidad tecnológica parecen

ciertamente estar de más. Ello nos lleva a cuestionar seriamente la sensatez ambiental y económica a largo plazo de los esquemas y supuestos actuales que nutren la planeación, construcción, operación y mantenimiento, de las infraestructuras energéticas e hidráulicas de los principales centros urbanos. En vista de las ya mencionadas rigideces físicas de tales infraestructuras, los asentamientos urbanos sufren continuamente graves impactos biofísicos y económicos (Castañeda y Zoreda: 1996).

La ausencia de sustentabilidad tecnológica redundante, a través de las cadenas que propagan el deterioro biogeofísico entre ecosistemas, en *continuos aumentos de costos* en el suministro de recursos renovables y no-renovables de buena calidad, a ser empleados en la operación de los sistemas de producción urbana. Por tanto, el potencial financiero para promover el desarrollo tecnológico sustentable se verá asimismo mermado. Por otro lado, igualmente importante, también se reducen las *eficiencias termodinámicas* (cantidad de trabajo útil generado por unidad de energía recibida) y las *tasas de rendimiento material* (cantidad de bien y servicio entregado por unidad de insumo recibido) de las operaciones urbanas a todos los niveles. Esto implica aumentos en la expulsión intensiva y extensiva de desechos y contaminantes sobre atmósfera, aguas, suelos, subsuelo, vegetación y fauna (Caselli: 1995).

Como consecuencia, aún actualizando prácticas y arreglos corrientes con inversiones e intervenciones públicas masivas, la utilización de *tecnologías tradicionales* energéticas e hidráulicas --con sus ordinarios, criterios de diseño, materiales, dispositivos, componentes y sistemas completos-- no reportaría beneficios significativo para las áreas urbanas. Sin importar tamaño e ingeniosidad, respectivamente todo presupuesto y floritura o truco tecnológico nunca serían suficientes para satisfacer las demandas de la creciente población urbana del país. *Las condiciones biogeofísicas y socioculturales actuales no tiene paralelo histórico alguno*; ninguna sociedad en el pasado ha tenido que hacer frente a retos y circunstancias similares. Esto nos lleva a plantear que las nociones tecnológicas urbanas vigentes podrían ser totalmente inapropiadas, si no insensatas, para garantizar la viabilidad estratégica de nuestros asentamientos urbanos al futuro.

## CONCLUSIONES

Es indispensable principiar ahora, amplia y vigorosamente, la promoción de *estudios prospectivos tecnológicos* (Jantsch: 1967; Medford: 1973): (I) investigaciones y desarrollo, evaluaciones e instrumentación oportuna, de paradigmas inéditos de diseño y ejecución de dispositivos, sistemas, infraestructuras, esquemas organizativos y de administración, relacionados con el uso de energía y agua que contribuyan efectivamente al desarrollo urbano sustentable (Peet: 1992; Speidel, *et al* : 1988); (II) asimismo, concomitantemente debiéramos esforzarnos en la previsión de situaciones críticas, políticas, económicas y ambientales, con el fin de efectuar oportunamente las conversiones tecnológicas necesarias de acuerdo a las necesidades percibidas, y a los ritmos y tendencias anticipados. Al parecer, es esta una visión tecnológica alternativa lo suficientemente sensata y viable para enfrentar realistamente las transformaciones drásticas e inciertas que se presentan ahora en las interrelaciones entre las sociedades humanas y sus entornos biofísicos. Hoy mas que nunca necesitamos imaginar soluciones para conservar y mejorar nuestro ambiente urbano. ¡Ese es el papel legítimo del pensamiento utópico! Existen ya algunas propuestas interesantes en ese sentido. Sólo mencionamos aquí, de forma general, algunos de sus principios guía (Bartelmus: 1986; varios autores en Lee y Zoreda: 1996; Mitsch y Jorgensen: 1989):

- Organización y operación de acciones humanas en concordancia con su ambiente biogeofísico, para beneficio mutuo.
- Concepción y puesta en marcha de nuevos dispositivos, sistemas y paisajes construidos, desarrollando y usando métodos y técnicas innovadores, basados en experiencias y teorías de origen local, y universal.
- Integración de tecnologías que emplean como componentes a los mismos procesos biogeofísicos auto-organizantes que ocurren en los ecosistemas de interés.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Bartelmus,P. 1986. Environment and Development. Boston: Allen and Unwind.

Castañeda, V. y Zoreda-Lozano, J.J. 1996. “Acercamiento al Moderno Mundo de lo Obsoleto”. Ciudades, (32), octubre-diciembre. Puebla: RNIU.

Caselli, M. 1995. La Contaminación. 3a. Edición. México: Siglo XXI.

Ekins, P. and Max-Neff,M. 1992. Real-Life Economics. London: Routledge.

Ekins, P. 1993. “Making Development Sustainable”. Global Ecology. Sachs, W. (ed). London: Zed Books.

Fair, G. M. et al. 1996. Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Vols. 1 y 2 . México: Limusa.

Lee, M. and Zoreda-Lozano, J.J. 1996. “Sustainable Development, Cultural Diversity and Complex Systems”. Ponencia presentada en la IX International Conference, Society for Philosophy and Technology. Octubre 30-31, Noviembre 1, Puebla.

Jantsch, E. 1967. Technological Forecasting in Perspective. Paris: OECD.

Martínez-Alier, J. 1990. Ecological Economics. London: Blackwell.

Medford, D. 1973. Environmental Harassment or Technology Assessment?. Amsterdam: Elsevier.

Mitsch, W. J. and Jorgensen, S. E. (eds). 1989. Ecological Engineering. New York: John Wiley and Sons.



Peet, J. 1992. Energy and the Ecological Economics of Sustainability. Washington: Island Press.

Puig, J. y Corominas, P. 1990. La ruta de la Energía. Barcelona: Anthropos.

Speidel, D.H. et al. (eds). 1988. Perspectives on Water. Nueva York: Oxford.

Ramade, F. 1981. Écologie des Ressources Naturelles. Paris: Masson.

Shiva, M. 1993. Monocultures of the Mind. London: Zed Books.