

DIFERENTES CORRIENTES TEÓRICAS DE LA ECOLOGÍA Y SU VINCULACIÓN CON EL DISEÑO URBANO

Haydea Izazola*

Introducción

La creciente evidencia del impacto de las actividades humanas en el medio ambiente global y la consiguiente preocupación por parte de la comunidad internacional sobre los riesgos futuros, han conferido a la ecología un papel protagónico en la búsqueda de soluciones para mitigar el daño ambiental y modificar las relaciones entre la sociedad y la naturaleza que garanticen la sobrevivencia de la especie humana.

A pesar de la importante producción del conocimiento ecológico durante las últimas décadas, que han contribuido a la cada vez mayor conciencia acerca del precario equilibrio de la naturaleza, la ecología como disciplina independiente puede considerarse como una ciencia relativamente nueva y su desarrollo aún enfrenta grandes retos para dar respuesta a las exigentes demandas que la sociedad global le reclama.

En virtud de que las corrientes actuales de la disciplina se encuentran estrechamente relacionadas con la evolución de la misma, en el presente ensayo se hace una breve reseña de las transformaciones del pensamiento ecológico en el tiempo,

intentado relacionar las principales corrientes con el diseño urbano.

Orígenes de la ecología

A pesar de que la especie humana ha dependido desde sus orígenes de la naturaleza para su subsistencia, y a lo largo de la historia se han estudiado las regularidades de los ciclos naturales y su influencia en la disponibilidad de recursos, los que a su vez han sido marco de los grandes descubrimientos y civilizaciones, no es sino hasta la segunda mitad del siglo pasado que emerge la ciencia moderna encargada del estudio de las interrelaciones de los organismos vivos con su medio ambiente, como una rama de la biología. (Acot, 1990.)

Al abordar los orígenes de la ecología, algunos autores se remontan hasta la época de los griegos, en que Aristóteles escribió la *Historia de los animales*, obra que podría considerarse como precursora de la disciplina moderna por introducir conceptos clave, como competencia interespecífica; no obstante, su énfasis era principalmente descriptivo y consideraba que la naturaleza era finalista, es decir perseguía objetivos y fines (Acot, *op.cit.*). En los siglos siguientes el interés por conocer el funcionamiento de la naturaleza estuvo guiado principalmente por preocupaciones religiosas.

* Profesora-investigadora del Departamento de Métodos y Sistemas, CyAD, UAM-Xochimilco.

Resumen

En el artículo se abordan los orígenes de la ecología, su evolución como disciplina científica desde la segunda mitad del siglo pasado y sus principales corrientes teóricas; se pone de manifiesto el conocimiento insuficiente de las interrelaciones entre los organismos vivos, incluido el hombre y su medio ambiente. Se presta una atención especial a la relación de la disciplina, desde la perspectiva ecosistémica, con el diseño urbano, y se presenta el caso de la Ciudad de México, destacándose la necesidad de considerar no sólo la dimensión ecológica en la solución de sus problemas ambientales, sino de todas aquellas determinaciones sociales, económicas, políticas, culturales y tecnológicas que definen el acceso, uso y control de los recursos naturales en una sociedad altamente diferenciada.

Abstract

This article approach the origins of ecology, its evolution like scientific discipline since the second part of the last century and its principal common theory, putting the manifest the insufficient knowledge of the relations between the life organism, included the man, and its environment. Put special attention, with the urban design and we present the case of Mexico City, emphasize the necessity to consider, the ecology dimension in the solutions of their environment problems, except the social determinations, economical, political, cultural and technological that define the access, use and control of the natural resources in a different high society.

Los trabajos históricos realizados sobre el desarrollo de la ecología son escasos y se ciñen a la tradición científica occidental, ignorando todo el conocimiento desarrollado en otras tradiciones, como en las culturas prehispánicas y asiáticas, cuyo conocimiento de la naturaleza y de los astros fue muy importante para el surgimiento y expansión de sus civilizaciones. Recientemente se ha destacado la relevancia de rescatar el conocimiento tradicional de culturas autóctonas sobre el medio ambiente; sin embargo, es muy posible que éste se haya diluido y perdido en gran parte, ante los acelerados e intensos cambios producidos por los procesos de modernización y globalización, que han interrumpido la transmisión del conocimiento intergeneracional entre los productores rurales del mundo en desarrollo (Lazos, 1999).

Diversos autores coinciden en que las primeras referencias a la ecología se encuentran en la obra de Ernst Haeckel en 1866,¹ quien la define como "la ciencia de las relaciones del organismo con el medio ambiente, incluidas en sentido amplio, todas las condiciones de existencia". Desde entonces se han propuesto otras definiciones que, sin embargo, tienen en común que a todas ellas subyace el concepto clave de *interrelación*, por lo que de acuerdo con Gallopin "la ecología se

concentra primariamente no en los organismos en sí mismos ni en el ambiente de los organismos, por su propio interés, sino en las interrelaciones entre los organismos y sus ambientes, y su objetivo central es describir los principios que gobiernan esas interrelaciones" (1986: 127).

Esta determinación del objeto de estudio de la ecología intrínsecamente la hace una ciencia inter y transdisciplinaria no obstante, a menudo se le sigue considerando como una rama de la biología.

Su principal influencia la recibió de la historia natural y de la geografía de las plantas o geobotánica, que sentó las primeras bases para vincular al clima con las plantas y una contribución importante para la ecología fue el estudio de las *formas de crecimiento* de los vegetales a fines del siglo pasado "que designan el estado que toman las plantas al adaptarse a su medio" (Acot, 1990:72).

En sus inicios la ecología estuvo dominada por estudios detallados del ambiente en que viven las poblaciones de una determinada especie, así como sus relaciones con otras especies; esta rama de la ecología es conocida como autoecología. Posteriormente, a medida que el conocimiento fue avanzando, su interés se amplió al estudio de las comunidades; es decir, de más de una especie, complejizando así el objeto de estudio. Un paso posterior, en 1935, fue la incorporación de ecosistema, concepto unificador y principalmente dinámico aunque siempre con un claro interés biológico, es decir, sobre especies vegetales y animales, sin considerar al ser humano como parte de los ecosistemas, sino como un agente externo (Hurtubia, 1980). En la época actual, se ha incorporado al hombre como parte integrante de los ecosistemas, pero especialmente, la preocupación se ha orientado al ecosistema planetario, frente a la cada vez mayor evidencia de los problemas ambientales globales.

Ante la amplitud del objeto de estudio de la ecología, existen múltiples ramificaciones con distintos enfoques. Entre las principales aproximaciones que han guiado el desarrollo de la ecología se encuentran las relativas a la perspectiva funcional o evolutiva de la ecología. En este sentido, Gallopin (1986) menciona que la primera se preocupa principalmente de la operación e interacción de elementos estructurales, organismos, poblaciones, comunidades, etcétera, buscando las causas inmediatas o próximas de los fenómenos ecológicos. La segunda, por su parte, se preocupa de las causas últimas mediadas, de los fenómenos bajo estudio. Una distinción adicional en los enfoques de la ecología concierne a la perspectiva holista o reduccionista de los fenómenos estudiados, vinculada a su vez, a las unidades de estudio. Algunos autores defienden el estudio de una o pocas especies, en tanto que otros, defienden a la comunidad o al ecosistema. Una tercera distinción se refiere a dos enfoques al nivel de ecosistemas holológico y merológico; el primero considera al ecosistema en su conjunto como una caja negra, e investiga su comportamiento global. El segundo trata de reconstruir el todo a partir de sus partes e interacciones.



Integración entre cultura, medio natural y edificado.

En cuanto a las principales corrientes teóricas de la ecología, Gallopin (1986) propone distinguir entre la ecología de las poblaciones, la de comunidades y la de ecosistemas, si bien consideradas como ramas de la ecología y vinculadas a las unidades de estudio que han guiado el desarrollo de la disciplina a lo largo del tiempo, proponen distintos conceptos que pueden ser de utilidad para la vinculación con el diseño.

a) *Ecología de poblaciones*

Como mencionamos con anterioridad, la ecología de las poblaciones se orienta al estudio de los procesos que determinan el crecimiento, regulación, coexistencia y adaptación de una especie. Los conceptos básicos que destaca Gallopin (1986) son los relativos a potencial biótico o tasa intrínseca de crecimiento natural y su complemento, capacidad de carga o resistencia ambiental. La primera se refiere al potencial de crecimiento de una población determinada en condiciones ambientales óptimas, y la segunda es el crecimiento real determinado por el medio ambiente. Vinculados a estos conceptos, se distinguen también algunos relativos a la regulación y autorregulación de la densidad de poblaciones biológicas. Destacan los factores denso-independientes y denso-dependientes, que junto con las teorías de regulación

de poblaciones e interacciones entre poblaciones, han dado sustento a la explicación sobre la extinción de especies y el manejo de recursos renovables.

Otro concepto fundamental es el principio de exclusión competitiva, que argumenta que dos especies muy similares no pueden coexistir indefinidamente. Éste, a su vez, ha influido en las teorías de comunidades de sucesión ecológica, y en la de nicho ecológico.

b) *Ecología de comunidades*

La ecología de comunidades estudia los conjuntos de especies que habitan una determinada área y sus interacciones mutuas. Entre los principales aspectos que trata se encuentran la clasificación de comunidades y patrones de comportamiento, las interacciones bioquímicas en relación con la diversidad de especies en la comunidad, la asociación entre vegetación, clima y suelo; así como, usos del suelo, distribución espacial de comunidades, repartición de recursos escasos entre especies coexistentes, entre otros.

Vinculado con este último aspecto se desarrolló el concepto de nicho ecológico, que supone que cada organismo requiere de una serie de condiciones ambientales para su sobrevivencia, que cada especie desempeña un rol determi-

nado, y que a su vez, cada especie se relaciona de una manera determinada con otras especies, con su ambiente físico y el espacio dentro de su comunidad. Este concepto ha contribuido al conocimiento del funcionamiento de las comunidades, especialmente a los rangos de las variables ambientales en los que existen determinadas especies, la competencia entre ellas, pero sobre todo, acerca de la sucesión y diversidad de especies.

De particular importancia en relación con la diversidad de especies, resulta la vinculación con su estabilidad; a saber, que la diversidad de la comunidad promueve su estabilidad, de ahí la importancia recientemente destacada de mantener la diversidad de especies de las comunidades.

A este argumento subyace una perspectiva organicista que considera a las comunidades "como organismos vivos, es decir, como entidades discretas con las características estructurales y funcionales propias de los sistemas vivos" (Acot, 1990: 76).

Una característica limitante de las perspectivas ecológicas de poblaciones y comunidades, es que a menudo son descriptivas y se restringen a las interacciones locales bajo estudio, sin incorporar aquellas que desbordan sus propios límites. Asimismo, han estado dominadas por enfoques reduccionistas, que explican el todo a partir de la suma de sus partes. El enfoque ecosistémico supera estas limitaciones al estudiar las interacciones desde una perspectiva más dinámica, abierta y holística, incorporando niveles y procesos adicionales, pero también imponiendo nuevos retos al desarrollo de la disciplina.

c) *Ecología de ecosistemas*

Como consecuencia del desarrollo del conocimiento en la disciplina, se ha puesto de relieve la complejidad de interacciones entre los organismos vivos y su medio ambiente y la necesidad de estudiar los procesos detrás de estas interacciones. El concepto de ecosistema, que aún representa la base conceptual de la ecología moderna, se ha convertido en la contribución principal de la disciplina para dar cuenta de estas complejas relaciones, cuyo estudio requiere de la confluencia de las más variadas disciplinas científicas.

Diversos estudios ubican el surgimiento del concepto de ecosistema en 1935 por parte del ecólogo inglés A. G. Tansley. Sin embargo, desde fines del siglo pasado fue sugerido por otros autores, como Forbes (1887) quien al estudiar los lagos destacó las interconexiones con los elementos externos al mismo y propuso el término de microcosmos.

"El concepto de ecosistema enfatiza las múltiples interacciones entre los componentes vivos que habitan un área determinada y los componentes abióticos, interacciones que resultan en una organización reconocible del sistema, expresable a través de flujos de totales de energía, ciclos de acumulación, transformación y transporte de sustancias químicas, tramas tróficas, regulaciones globales, combinaciones definibles de estructuras biológicas y físicas, y trayectorias de cambio ecosistémico" (Gallopín, 1986: 149).

El concepto de ecosistema es básicamente integrador y de síntesis, pero sobre todo, abre el conocimiento fundamentalmente biológico hacia otras ciencias, no sólo naturales sino también a las sociales. En su desarrollo, la ecología "debía escaparse de lo meramente biológico para desempeñar el papel de vínculo entre las ciencias naturales y sociales, una ciencia de la economía de la naturaleza; que sus unidades de estudio comprendieran tanto los complejos sistemas naturales, como aquellos creados y modificados por el hombre mismo, los cuales en diversas escalas de complejidad debían reconocerse como sistemas ambientales" (Hurtubia, 1980: 171).

Al estudiar las interacciones entre los organismos vivos y su medio ambiente desde la perspectiva ecosistémica, se destacó la importancia fundamental de las relaciones alimentarias en la formación y funcionamiento de las comunidades de seres vivos, o sea, su estructuración trófica, que dependen de la producción primaria vegetal.

En tal virtud, el estudio de la fotosíntesis, dependiente, a su vez, de la energía solar, fue determinante para el estudio de los ecosistemas, en donde se vincula lo vivo con lo no vivo. Los intercambios de materia y energía representan, consecuentemente, los hilos conductores del estudio de los ecosistemas (Mc Harg, 1971).

De acuerdo con Hurtubia (1980) los ecosistemas se caracterizan por ser abiertos, dinámicos y complejos, lo que intrínsecamente reclama abordarlos desde una perspectiva holística. Sus componentes pueden distinguirse en componentes estructurales abióticos y bióticos. Los primeros consisten en sustancias inorgánicas, orgánicas y régimen climático. Los segundos son los integrantes de las cadenas tróficas (autótrofos, macro y microconsumidores y el hombre).

Los procesos del ecosistema se componen de la cadena alimentaria, los flujos de materia y energía, patrones de diversidad, el desarrollo del ecosistema y su control como resultado de las interacciones entre todos los componentes, que por medio de mecanismos de retroalimentación aseguran la autorregulación como un todo de complejidad organizada. Los conceptos de sustentabilidad y resiliencia aluden a esta organización de la complejidad que permiten la sobrevivencia —a través de la adaptación— de los organismos del ecosistema.

Si bien en sus inicios la perspectiva de los ecosistemas fue guiada por la curiosidad sobre cómo se estructuraban, funcionaban y se organizaban ecosistemas relativamente vírgenes, en la medida en que se hicieron evidentes los impactos de las actividades humanas sobre la naturaleza, especialmente en la segunda mitad del presente siglo, se incorporaron nuevas dimensiones a su estudio.

La preocupación por el medio ambiente

Los efectos devastadores de la actividad industrial emergieron a fines de la década de los cuarenta y posteriores, especialmente en los países desarrollados. Episodios como los del Valle de Donora en 1948, la inversión térmica en Londres en 1952, o el de la bahía de Minamata desde 1956, comenzaron

a llamar la atención de la opinión pública sobre los efectos no deseados de la industrialización y el crecimiento económico. Derrames de contaminantes industriales, urbanos y agropecuarios en los cuerpos de agua y en el aire, con los consiguientes daños a la salud humana y la desaparición de fauna y flora, especialmente en los países industrializados, pusieron de manifiesto las repercusiones del modelo de desarrollo que se estaba implantando a pasos acelerados en el mundo entero.

El famoso libro de Raquel Carson *La primavera silenciosa* que apareció en 1962, denuncia los posibles efectos del DDT en las aves y sugiere la realización de investigaciones científicas sobre el tema. La obra representa un hito en el cambio de percepción sobre la relación de dominio entre el hombre y la naturaleza (Hurtubia, 1980; Mc Harg, 1971; Ward y Dubos, 1971, entre otros).

En esa década, de grandes cambios sociales, económicos, culturales y políticos, la denuncia de episodios como los señalados conmueven a la comunidad internacional, se crean los primeros grupos ecologistas y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) convoca a la *Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano*, celebrada en Estocolmo en 1972. El documento preparatorio para la conferencia (Ward y Dubos, 1972) junto con *Los límites al crecimiento*, representan los primeros intentos por mostrar la situación del ecosistema planetario, y empiezan a llamar la atención acerca de la capacidad de carga del planeta y de la sustentabilidad del desarrollo. Este último concepto se legitima en 1987 en el *Informe Brundtland* (WCED, 1987) y representa la "bandera" de la Cumbre de la Tierra, celebrada en 1992 en Río de Janeiro.²

A raíz de la conferencia de Estocolmo se empiezan a crear instituciones gubernamentales en diversos países para proteger el medio ambiente, se ponen de relieve las interacciones entre los ecosistemas locales y globales, pero especialmente, los límites de la capacidad del planeta para continuar con un crecimiento indiscriminado. En un lapso de menos de 30 años la transformación de la percepción de la sociedad sobre su relación con la naturaleza ha sido sorprendente, en parte como resultado del desarrollo del conocimiento ecológico; pero principalmente a raíz de la experiencia directa de la población en desastres de origen industrial. En este contexto la ecología como disciplina científica recibe las miradas de la desesperada opinión pública.

No cabe duda de la importancia del conocimiento científico de los ecosistemas, desde el más simple hasta el planeta en su conjunto, para alcanzar la sustentabilidad. Sin embargo, hay que reconocer que de la biodiversidad del planeta, estimada en 13 millones de especies, solamente se ha documentado científicamente el 13% (GEO1).³ A pesar del creciente desarrollo de modelos de simulación y la capacidad de los sistemas de cómputo cada vez mayor, el conocimiento de las interacciones entre ellas y el medio ambiente se encuentra en una situación aún más desventajosa. Además hay que tener en consideración que muchas especies tienen complejos ciclos vitales que comprenden distintas etapas, en las que a menudo los miembros

jóvenes tienen diferentes hábitats, dietas y morfología que los adultos (Cockburn, 1991).

Este conocimiento insuficiente de la biodiversidad y el ecosistema planetario en su conjunto, ha propiciado que múltiples esfuerzos se encuentren dominados por una perspectiva antropocéntrica y utilitarista, en donde más que estudios sobre el ecosistema global, se trata de aproximaciones ecológicas a la especie humana. Preocupados por cuantificar la capacidad de carga del planeta Tierra, alertan sobre su finitud y sus límites, sugiriendo disminuir el crecimiento de la población y de la economía, así como la innovación tecnológica y la modificación de valores de la sociedad (Ward y Dubos, 1972; Meadows *et al.*, 1972 y 1992; WCED, 1987, etcétera).

Contar con el conocimiento científico suficiente del ecosistema planetario parece un objetivo inalcanzable. Sin embargo, existen evidencias suficientes sobre el deterioro ambiental global, como el calentamiento de la atmósfera, la disminución de la capa de ozono de la estratosfera, la pérdida de la biodiversidad, entre otros, que obligan a modificar el rumbo en nuestra relación como especie con nuestro medio ambiente.⁴ Los distintos campos del diseño pueden contribuir a una transformación de las interrelaciones de la población humana con su medio ambiente.

Vinculación de las corrientes de la ecología con los distintos campos del diseño

En términos de la vinculación de las teorías de la ecología con el diseño, dado el carácter prospectivo de éste, es indispensable considerar la situación actual y pasada de los ecosistemas que se relacionen con el diseño en cuestión; así como sus potencialidades futuras, tomando en cuenta sus componentes y procesos. Ello con el objetivo de prevenir daños al ambiente, optimizar la disponibilidad de recursos naturales y satisfacer las demandas de los distintos tipos de diseño.

La perspectiva ecosistémica pone de relieve las múltiples interacciones de los organismos vivos con su ambiente, pero sobre todo integra y sintetiza la perspectiva de la ecología de las poblaciones y de las comunidades. Los determinantes de las interacciones del ser humano con la naturaleza exceden las dimensiones físicas, químicas y biológicas. Dado su carácter extrabiológico, la creciente demanda de recursos naturales y la generación de desechos y desperdicios no se explican exclusivamente por sus necesidades calóricas o el solo tamaño y dinámica del crecimiento poblacional, aunque éstas son importantes.

Múltiples mediaciones económicas, sociales, políticas, tecnológicas y culturales deben ser consideradas para aproximarnos a la compleja interrelación entre los seres humanos y su medio ambiente.

Entre las principales mediaciones, destacan los mecanismos institucionales de acceso, uso y control de los recursos naturales, mediados a su vez por factores económicos, políticos, sociales, económicos, tecnológicos y culturales; entre ellos la participación de la población en la toma de decisiones,

la distribución del ingreso, la estructura sociodemográfica de la población y de los hogares, los patrones de consumo social y culturalmente determinados, la tecnología disponible para producir satisfactores, así como por la percepción que la sociedad tenga de su medio ambiente y de la naturaleza.

La relación de las teorías ecológicas con los distintos campos del diseño difícilmente podrán dar cuenta de la complejidad de la interrelación entre éste y el medio ambiente, si no se toman en consideración los factores apuntados, por lo que la perspectiva del ecosistema constituye la mejor aproximación a esta complejidad.

Los diversos tipos de diseño, a su vez, representan una mediación adicional entre el ser humano como especie y su medio ambiente, tanto a través de la transmisión de mensajes, la utilización de determinadas tecnologías y recursos naturales en los procesos productivos, la construcción de espacios físicos como el diseño de asentamientos humanos.

Ante las limitantes de espacio, en el presente ensayo presentaré algunas reflexiones acerca de la posible vinculación entre el diseño urbano con las teorías de ecología, en especial desde la perspectiva de los ecosistemas.

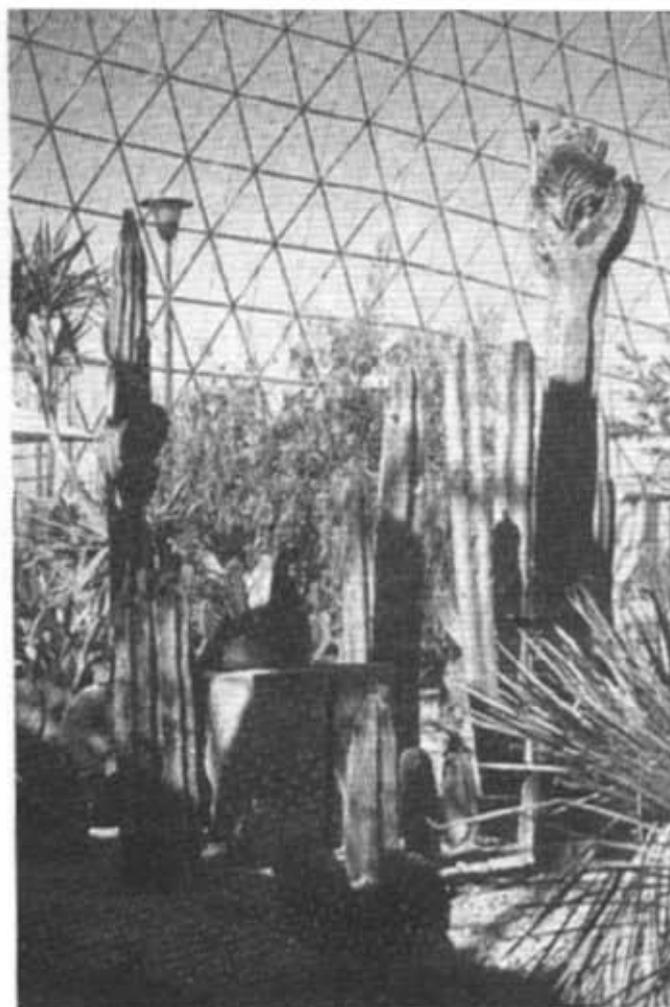
La ecología y el diseño urbano

A pesar de que las ciudades desde su surgimiento han dependido del medio ambiente para su reproducción, los niveles que la urbanización junto con la industrialización han alcanzado en la actualidad, representan importantes amenazas para el medio ambiente, tanto local como global.

La perspectiva ecosistémica ha puesto de manifiesto la importancia de los flujos y ciclos de energía y nutrientes para la estructura, funcionamiento y organización de los ecosistemas y sus partes constituyentes. Las ciudades, al constituir ambientes construidos sobre ecosistemas naturales, pueden ser sujetos de la aproximación ecosistémica.

A pesar de los numerosos estudios que vinculan la urbanización con el medio ambiente, especialmente a raíz de las investigaciones de la Escuela de Chicago, los procesos que promueven la concentración de población y actividades económicas en los centros urbanos con impactos negativos en el medio ambiente, no se han detenido y han alcanzado niveles alarmantes especialmente en las ciudades de los países en desarrollo.

Ya en 1969 (tres años antes de la Conferencia de Estocolmo) apareció la primera edición del libro *Design with Nature* de Ian Mc Harg, en el que se incorpora la dimensión ecosistémica al diseño urbano. En él se muestran las complejas interacciones entre los seres vivos y su entorno, y el autor hace un llamado urgente a tomar en cuenta esta dimensión en la elaboración de proyectos de desarrollo urbano. A 30 años de su publicación, los problemas de las grandes urbes parecieran agravarse sin solución en el mediano plazo. Ello demuestra que no es suficiente el conocimiento sobre las complejas interrelaciones entre sociedad y naturaleza, sino que factores demográficos, económicos, políticos, sociales y culturales, están contribuyendo a una exacerbación de los



Aviario, Parque Ecológico de Puebla, reconstrucción de un hábitat natural.

problemas ambientales a nivel local y global. No es suficiente desarrollar tecnologías más eficientes y racionales en el consumo de energía y otros recursos naturales. El caso del transporte en las grandes ciudades del mundo en desarrollo generalmente no responde a las necesidades de la población en su conjunto, sino a los intereses de grupos vinculados a los círculos del poder político. Lo mismo puede aplicarse a la expansión de la mancha urbana por asentamientos precarios como resultado de la migración rural y la expulsión de población de zonas centrales, que generalmente son controlados por líderes sin escrúpulos, como resultado de políticas que favorecen al sector industrial y de servicios sobre el rural y agropecuario. Tampoco es suficiente que la población sea consciente de la problemática ambiental, en tanto carezca de poder para modificar las relaciones entre hombre y naturaleza que han dado lugar al deterioro ecológico.

Al abordar el diseño urbano con un enfoque ecosistémico, es indispensable, además de las variables físicas, químicas y biológicas de los organismos y su medio ambiente, incorporar las dimensiones políticas, económicas, sociales, demográficas, tecnológicas y culturales, a efecto de comprender mejor

la complejidad de las interrelaciones entre medio ambiente y diseño.

De acuerdo con Mc Harg (1971) se deben considerar factores geológicos, fisiográficos, hidrográficos e hidrológicos, climatológicos, de relieve, vegetación existente, hábitats de vida silvestre, asociaciones de los ecosistemas dominantes, su calidad, así como las limitaciones del suelo, en términos de sus fundamentos y la proximidad de los acuíferos, para conocer la vocación natural del suelo urbano. También sugiere integrar en los diagnósticos previos a los proyectos de diseño urbano y en los análisis de costo beneficio, aspectos sociales, históricos, culturales, políticos y económicos que, a pesar de que algunos de ellos no son cuantificables en términos monetarios, son tan importantes como los físicos, químicos y biológicos en el proceso de diseño urbano.

El enfoque ecosistémico del diseño urbano adquiere relevancia ante las perspectivas del crecimiento de la población humana. En 1995 se estimaba que había 2.6 mil millones de habitantes en las ciudades de todo el mundo y se espera que llegue a 4.1 mil millones para el año 2015.

Generalmente se considera a los centros urbanos y a su población como los principales depredadores del medio ambiente, debido a sus impactos extralocales, que van desde la sustitución del suelo agrícola de excelente calidad como resultado de la expansión de la mancha urbana, hasta la emisión de contaminantes atmosféricos y la generación de desechos domésticos, industriales y municipales, además de la dependencia para su reproducción de ecosistemas externos (vecinos y lejanos) que pueden alcanzar niveles de deterioro como resultado de las prácticas productivas orientadas a satisfacer los mercados extralocales (por ejemplo, la ganaderización de zonas tropicales o el abastecimiento de agua a la ciudad de México proveniente de cuencas vecinas). Sin embargo, también se ha argumentado que la concentración de la población en áreas urbanas delimitadas representa una ventaja en términos ambientales, frente a la dispersión de la población en áreas rurales (Martine, 1996).

Lejos de buscar el consenso entre ambas posiciones, no cabe duda que el nivel de artificialización del ambiente en las ciudades se ha hecho a costa de la calidad del medio ambiente natural local, regional y global, y a menudo de la calidad de vida de la creciente población humana, por lo que la incorporación de la perspectiva ecosistémica al diseño urbano, podría contribuir a revertir las tendencias registradas en las últimas décadas ante las perspectivas del crecimiento de la población urbana; pero especialmente, de sus patrones de consumo y sus demandas de espacio y confort.

En el esfuerzo por alcanzar la sustentabilidad de las ciudades, Brown (1995) propone analizar en primer lugar el abastecimiento de alimentos, las fuentes de energía, los ciclos de nutrientes, el acceso al agua, y el reciclado de materiales. El autor advierte sobre la futura escasez de alimentos para una creciente población urbana a nivel mundial, pero también da ejemplos de tecnologías en desarrollo para hacer un uso más eficiente de la energía y de los nutrientes de los desechos.

Por su parte, Bartone *et al.* (1994) mencionan que los principales retos ambientales de las ciudades en desarrollo se refieren a los impactos en la salud de la contaminación urbana, que provienen de la mala calidad del agua, saneamiento, drenaje, recolección de desechos sólidos, inadecuado manejo de los desperdicios industriales y municipales, así como de la contaminación del aire, principalmente por partículas suspendidas. El origen de estos problemas se puede encontrar en factores geológicos, fisiográficos, hidrológicos, de relieve, entre otros, como advertía Mc Harg; pero obviamente son los factores económicos, sociales, políticos y culturales los que explican que en las ciudades de países en desarrollo se hayan alcanzado niveles alarmantes de contaminación ambiental, pero también por qué ciertos problemas son considerados por la sociedad como más apremiantes que otros (Lezama, en prensa).

La perspectiva ecosistémica del diseño urbano, al igual que en el diseño industrial, requiere considerar los componentes del ecosistema, los procesos constitutivos y los mecanismos de retroalimentación que dan lugar a su compleja y dinámica organización. En este apartado nos apoyamos en el ejemplo de la ciudad de México, a efecto de resaltar las transformaciones del ecosistema natural.

El caso de la ciudad de México

La falta de consideración de la dimensión ambiental en el diseño urbano es muy clara en el caso de la ciudad de México, considerada actualmente a nivel internacional como la ciudad más contaminada del planeta, a diferencia de la ciudad que encontraron los conquistadores a principios del siglo XVI (Bernal Díaz del Castillo).

La situación ambiental de la ciudad amenaza con afectar al ecosistema de tal forma que los mecanismos de información y retroalimentación podrían ser insuficientes para garantizar la sustentabilidad. Sin embargo, la capacidad de autorregulación del sistema ha sido evidenciada a lo largo del tiempo, pues el Valle de México ha sufrido numerosas transformaciones ambientales, que han provocado procesos de despoblamiento y colapso demográfico, como respuesta a las disrupciones del ecosistema.

Algunos autores se remontan hasta 20,000 años atrás, en que desaparecieron los grandes mamíferos y surgieron los lagos que conforman el sistema lacustre del Valle de México. Otros más se refieren al proceso de despoblamiento vinculado a la erupción del Xitle, de cuyos vestigios únicamente queda la pirámide de Cuicuilco.

Otro caso documentado en la literatura es el relacionado al despoblamiento motivado por la deforestación que ocasionó el florecimiento de Teotihuacán, cuya expansión requirió la quema de grandes extensiones de bosques (Ezcurra, 1998).

Aunque el caso más documentado y estudiado por los historiadores, quizá sea el vinculado con las transformaciones del sistema lacustre y el manejo del agua en el Valle de México.

La llegada de los mexicas al Valle de Anáhuac propició una transformación del ecosistema lacustre como resultado de la construcción de diques, chinampas e islotes que permi-

tieron una cultura integrada al agua que maravilló a los conquistadores.

Sin embargo, éstos vieron en el recurso agua, más que un potencial de crecimiento, un obstáculo para la imposición y la reproducción de su cultura. Frente a las constantes inundaciones motivadas por el inadecuado manejo del recurso, se iniciaron una serie de obras tendientes a secar la cuenca, que transformaron radicalmente el ecosistema.

Destaca la apertura de la cuenca con el Tajo de Nochistongo que, a pesar de ser una obra monumental, no solucionó el problema hidráulico del valle, sino que lo agravó, pues en 1629 tuvo lugar la peor inundación de que se tiene memoria, la que duró cinco años, causó la muerte a más de 30,000 indígenas y "de las 20,000 familias de españoles no quedaban más de 400 en la ciudad inundada. Las otras habían huido hacia las ciudades alejadas de la catástrofe, sobre todo a Puebla" (Musset, 1997: 156).

A pesar de que se canalizaron cuantiosos recursos y esfuerzos por drenar la cuenca desde entonces, no cabe duda que el problema del agua en la ciudad de México aún no se ha podido resolver, tanto en lo relativo a su abasto en calidad y cantidad suficiente para una creciente población, como para su desagüe sin afectar ecosistemas vecinos. No obstante las inundaciones recurrentes desde la época colonial y anteriores, la ciudad de México se expandió constantemente y no dejó de ser el centro político, económico y cultural del país, adecuándose a las transformaciones propias de cada época.

Actualmente el consumo de agua se calcula en más de 60 m³/segundo,⁵ que provienen en parte de la explotación de los mantos acuíferos (75% del total del agua usada, cuya extracción es superior en 40% a la capacidad de recarga). De forma creciente se recurre al líquido de cuencas lejanas para el abastecimiento de la metrópoli, con efectos extralocales en los cambios de uso del suelo y la migración, pero también con una demanda de energía impresionante para bombear el líquido. El agua servida sale de la cuenca, sin ser tratada ni reutilizada en su mayoría, afectando ecosistemas vecinos. Mazari y Bellón en un esfuerzo por cuantificar la capacidad de carga de la cuenca con base en el recurso agua, señalan que "en 1964 se sobrepasó la capacidad natural del sistema para abastecer a la población de la ZMCM" (1995: 174).

Resulta irónico que un sistema lacustre haya llegado a la necesidad de importar agua de cuencas lejanas y a sobreexplotar los acuíferos desde hace 35 años para garantizar el abasto a la población. Esto evidencia la falta de conocimiento sobre la estructura, funcionamiento y organización del ecosistema sobre el que se asienta la ciudad de México. No cabe duda que el problema vinculado al recurso agua debería llamar la atención prioritaria de la sociedad para su adecuada solución. Sin embargo, otros problemas han captado la atención y los recursos públicos, tanto por su impacto global, como por su efecto en la salud de algunos grupos más participativos de la población.

La industrialización y urbanización aceleradas a partir de la segunda mitad del presente siglo, dieron lugar a un crecimiento explosivo de la mancha urbana y de la población, ali-

mentada por flujos de migrantes de origen rural y urbano de interior del país. Este crecimiento social de la ciudad respondía a determinaciones de política económica y social que privilegiaba a la industria y los servicios por encima de la producción agropecuaria. La ciudad era vista como un sitio de oportunidades sin límite de educación, empleo, bienestar y movilidad social. Los problemas ambientales, aunque presentes principalmente vinculados al cambio de uso del suelo y la calidad y abasto de agua, no parecían preocupar a la sociedad. La situación cambiaría al emerger problemas surgidos de la falta de consideración de factores ecológicos en el diseño de la ciudad industrial.

En la década de los sesenta y principios de los setenta, comienzan a difundirse las principales manifestaciones de deterioro ambiental a nivel internacional y sus impactos en la salud de la población residente en las cercanías de las zonas industriales, lo que da lugar a una serie de compromisos internacionales para proteger el medio ambiente y la salud de la población. Ello, a su vez, propicia la incorporación de la dimensión ambiental en la planeación del desarrollo, al menos a nivel discursivo e institucional; pero no es sino hacia fines de los ochenta y principios de los noventa, en que se pone al descubierto la vulnerabilidad de la ciudad. Tanto los terremotos de 1985 como las primeras inversiones térmicas y la muerte de aves migratorias en 1986 y 1987, así como los episodios de elevada contaminación en 1991 y 1992, contribuyen a que la sociedad comience a asumir una actitud más inquisitiva sobre la calidad ambiental de la ciudad.

A pesar de las señales de alarma sobre la calidad ambiental en la ciudad, las políticas que se han diseñado para prevenir el deterioro ecológico se orientan al ecosistema local, sin considerar el impacto del desempeño de la ciudad a nivel regional y global, perpetuando inercias en el inadecuado manejo de los recursos naturales.

La población de la ciudad de México se calcula en 17 millones de habitantes y el diseño de la ciudad ha propiciado la extensión de su superficie (que pasó de 26,275 ha en 1951 a 129,502 en 1990; Conapo, 1998) sin correspondencia entre zonas habitacionales, laborales y de esparcimiento, lo que ha dado como resultado una creciente dependencia del transporte motorizado para la realización de las actividades cotidianas de la población.

Uno de los principales problemas que afectan la calidad ambiental es la emisión de contaminantes atmosféricos, provenientes, de acuerdo con las autoridades, principalmente de los vehículos automotores. Las emisiones generadas por fuentes fijas y móviles se estimaron en poco más de cuatro millones de toneladas al año, de las cuales 77% provenía de las diversas formas del transporte, 4.4% de la industria y establecimientos comerciales, y el resto de la degradación ecológica. En 1996 se estimaba que el consumo de combustibles de origen fósil ascendía a 40.3 millones de litros diarios (INEGI, 1997).

Actualmente el parque vehicular se acerca a los 3.5 millones de vehículos⁶ y el transporte público de personas y mercancías responde, como hemos mencionado, más que a los



Pasaje comercial, integración entre elementos bióticos y edificación.

requerimientos reales de la población, a intereses de grupos movidos por ambiciones económicas y políticas. Las políticas para modernizar al transporte colectivo a través de taxis "ecológicos" y los autobuses pintados con motivos "naturales", evidencian la falta de compromiso de las autoridades para solucionar el problema ambiental de la ciudad, al igual que la incorporación de criterios de dudosa eficacia para disminuir las emisiones de contaminantes.

La contaminación atmosférica en la ciudad de México sintetiza múltiples problemas estructurales del ecosistema, vinculados a la falta de integración de consideraciones ecológicas en el proceso de desarrollo. Por ejemplo, la altura sobre el nivel del mar, que hace menos eficientes los sistemas de combustión; la localización de la zona industrial en donde se originan los vientos predominantes del valle; la extensión de la mancha urbana hacia zonas ambientalmente frágiles; la creciente especialización de los espacios urbanos, que hace necesarios desplazamientos importantes entre zonas residenciales, habitacionales, entre otras.

En cuanto a la generación de desechos, con un impacto en la calidad de los suelos, el agua y la atmósfera, se calcula un promedio de 1.3 kg por habitante al día; y ascendió en 1995 a 17,694 toneladas al día. Se estima que 70% es recolectado, de lo cual 38% se deposita en rellenos sanitarios. Del total de los desechos generados 73% se confina en tiraderos de cielo abierto. El inadecuado manejo de los desechos junto con los grupos de poder que controlan su confinamiento, afectan la calidad ambiental de la ciudad en tanto que limitan la reutilización y reciclado de los desechos (INEGI, 1997).

La falta de espacio nos impide profundizar en la problemática del ecosistema de la ciudad de México, sus elementos constituyentes y sus procesos. La información presentada únicamente nos brinda una panorámica muy general de la relación de la población con su medio ambiente, y difícilmente podemos mencionar que se trata de un enfoque ecosistémico. Es indispensable contar con mayores recursos de formación y de información para tener la "película completa" de las interacciones del hombre con su medio ambiente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Quisiera mencionar que las señales de alarma que se han encendido durante la última década acerca de la vulnerabilidad del ecosistema, no deben ignorarse. La retroalimentación del ecosistema hace que los integrantes del mismo se adapten a las nuevas situaciones a través de mecanismos de distinta naturaleza. La emergencia de mecanismos institucionales para controlar la contaminación atmosférica, el surgimiento de movimientos ambientalistas, y posiblemente la emigración de grupos de población hacia ciudades de menor tamaño,⁷ son respuestas que merecen ser investigadas desde la perspectiva ecosistémica.

Conclusiones

Al aproximarnos a la vinculación de las distintas corrientes teóricas de la ecología con el diseño urbano, hemos puesto de manifiesto el insuficiente conocimiento de las complejas interrelaciones entre los organismos vivos, incluido el hombre y su medio ambiente. Ello en virtud de la relativa juventud de la ecología como disciplina científica, y su reciente apertura hacia otras ramas del saber, especialmente ante la presión de la opinión pública internacional para resolver los problemas ambientales globales que se hicieron evidentes desde principios de los setenta.

Las distintas corrientes teóricas reflejan el desarrollo del conocimiento desde fines del siglo pasado, y ante los crecientes descubrimientos de nuevas especies, interrelaciones y dimensiones que han de observarse en el quehacer ecológico, reflejan la constante revisión y evolución de sus fundamentos, especialmente en sus intentos por trascender la perspectiva biológica.

Al vincular las teorías de la ecología con el diseño urbano hemos priorizado la perspectiva ecosistémica, en virtud de que pone de relieve la complejidad de las interacciones de las distintas dimensiones de la realidad. Hemos considerado que el diseño representa una de las múltiples mediaciones que se dan entre la población humana y su medio ambiente. El dise-

ño, a su vez, se encuentra mediado por la tecnología disponible, los recursos naturales considerados aptos y accesibles para los procesos productivos a los que se dirige el diseño en un determinado contexto, los patrones de consumo social y culturalmente determinados, las características socioeconómicas y demográficas de la población y los hogares, las condiciones económicas, sociales y políticas de los contextos específicos en los que se llevan a cabo las actividades del diseño, entre muchas otras cuestiones.

La imposibilidad de considerar simultáneamente estas mediaciones, junto con las determinaciones ecológicas de los distintos tipos de diseño, nos ha llevado a simplificar, quizá en exceso, las posibles vinculaciones entre ambas dimensiones, y nos hemos centrado en algunas propuestas que privilegian algunos aspectos del diseño urbano, desde la perspectiva ecosistémica.

La influencia que el diseño urbano tiene en el medio ambiente, amerita la profundización de los estudios sobre su interrelación. Solamente a través del diálogo inter y transdisciplinario apoyados por las instituciones de educación superior y de investigación, se podrá acceder al saber ambiental que demanda el momento actual.

Notas

- 1 Acot (1990) menciona que si bien el término ecología se debe a Haeckel, éste en realidad jamás practicó la ecología. Acot ubica el inicio de la ecología en 1895 con los trabajos del danés Eugen Warming, rejuveneciendo aún más a la disciplina. El objetivo de Warming era "estudiar de qué manera las plantas o las comunidades vegetales ajustan sus formas y sus comportamientos a los factores efectivamente activos de su medio ambiente, como las cantidades disponibles de agua, de calor de luz, de alimento, etcétera" p.73.
- 2 De acuerdo con la Comisión Brundtland es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (WCED, 1987).
- 3 En un artículo de la revista *National Geographic* de febrero pasado, se maneja un rango de 30 millones a 100 millones de especies, de las cuales sólo han sido descritas por los biólogos 1'750,000 de ellas, p.13.
- 4 De hecho, en la *Agenda 21* se hace referencia a la necesidad de actuar aun sin contar con el suficiente conocimiento científico. A esta anticipación se le conoce como principio precautorio (ONU, 1992).
- 5 El acceso del recurso a la población de la ciudad es muy dispar, las colonias del poniente de la ciudad cuentan con dotaciones superiores a los 600 litros por habitante al día, mientras que otras zonas del norte y oriente apenas alcanzan 20 (Conapo, 1998).
- 6 En relación con el automóvil de uso privado, en 1994 se estimaba que el 27% de los hogares contaban con un vehículo, 8% con dos, y 3% con 3 o más vehículos. El resto, 63% carecía de vehículo privado (INEGI, 1997). ¿No amerita esta situación contar con un sistema de transporte colectivo eficiente?
- 7 Sobre la emigración de familias de clases medias de la ciudad de México por motivos ambientales, véase Izazola y Marquette (1999).

Bibliografía

- Acot, Pascal, "¿Cómo nació la ecología?", *Mundo Científico*, núm. 98, vol. 10, 1990, pp. 70-77.
- Barone, Carl, Janis Bernstein, Josef Leitman y Jochen Eigen, *Toward environmental strategies for cities. Policy considerations for urban*

environmental management in developing countries. Washington, D. C., EUA, Urban Management Program Policy Paper, Banco Mundial, 1994.

- Brown, Lester, "Making cities sustainable" en I. Serageldin, Michael Cohen y K. C. Sivaramakrishnan (eds.), *The human face of the urban environment*, Washington, D. C., EUA, Environmentally Sustainable Development Proceedings Series, núm. 6, Banco Mundial, 1995.
- Cockburn, Andrew, "The scope of evolutionary ecology" en *An introduction to evolutionary ecology*, Oxford, Londres, Blackwell Scientific Publications, 1991, pp. 1-24.
- Consejo Nacional de Población, *Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2010*, México, 1998.
- Ezcurra, Exequiel, "Destrucción del hábitat y decadencia de culturas" en Toledo, Gabriela y Marina Leal (eds.), *Destrucción del hábitat*, México, Coordinación de Vinculación y Programa Universitario del Medio Ambiente, UNAM, 1998, pp. 45-56.
- Gallopín, Gilberto, "Ecología y ambiente" en Leff, Enrique (coord.), *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, México, Siglo XXI Editores, 1986, pp. 126-172.
- GEO1, *Global Environmental Outlook-1*, Global State of the Environment Report 1997, Nueva York, EUA, UNEP, 1997.
- Hurtubia, Jaime, "Ecología y desarrollo: evolución y perspectivas del pensamiento ecológico" en Sunkel, O. y N. Gligo (eds.), *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*, Col. Lecturas núm. 36, *El Trimestre Económico*, México, FCE, 1980, pp. 158-204.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Estadísticas del medio ambiente*, Aguascalientes, México, 1997.
- Izazola, Haydea y Catherine Marquette, "Emigración de la Ciudad de México ¿estrategia de sobrevivencia frente al deterioro ambiental?" en Benítez Z., Raúl y René Jiménez (comps.) *Hacia la demografía del siglo XXI*, México, Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM y Sociedad Mexicana de Demografía, 1999, pp. 113-135.
- Lazos, Elena, "¿Utopía o realidad? Perspectiva de los acervos de conocimiento agrícolas y ecológicos para el desarrollo rural" en Haydea Izazola (comp.), *Desarrollo sustentable, medio ambiente y población a cinco años de Rio*, México, El Colegio Mexiquense, Zinacantan, 1999.
- Lezama, José Luis (en prensa), "La construcción social de la idea del riesgo y el daño ambiental" en Haydea Izazola (comp.), *Población y medio ambiente. Descifrando el rompecabezas*, México, El Colegio Mexiquense-SOMEDE.
- Martine, George, "Urban and fertility transitions in Latin America. Implications for the social and environmental agenda", ponencia presentada en el *Seminario sobre la Transición Demográfica y Epidemiológica*, México, El Colegio de México-The Johns Hopkins University, octubre 1995.
- Mazari, Marisa y Mauricio Bellon, "Sustentabilidad del desarrollo urbano: agua" en Aguilar, Adrián G., Luis J. Castro y Eduardo Juárez (coords.), *El desarrollo urbano a fines del siglo XX*, Monterrey, Nuevo León, INSEUR-ML-SOMEDE, 1995.
- Mc Harg, Ian, *Design with nature*, Nueva York, EUA, National History Press, 1971.
- Meadows, Donella et al., *Los límites del crecimiento*, México, FCE, 1972.
- Meadows, Donella, et al., *Más allá de los límites del crecimiento*, México, FCE, 1992.
- Musset, Alain, "De Tláloc a Hipócrates. El agua y la organización del espacio en la cuenca de México (siglos XVI-XVIII)" en Tortolero, Alejandro (coord.), *Tierra, agua y bosques: historia y medio ambiente en el México central*, CEMCA, México, Instituto Mora, Potrerillos Editores, Universidad de Guadalajara, 1996, pp. 127-177.
- Organización de las Naciones Unidas, *Agenda 21*, Nueva York, EUA, 1992.
- The World Commission on Environment and Development, *Our common future*, Gran Bretaña, Oxford University Press, 1987.
- Ward, Barbra y René Dubos, *Una sola Tierra*, México, FCE, 1972.