

Ecología urbana

Considerar una ciudad como un ecosistema ayuda a entender su funcionamiento y resulta esencial para diseñar estrategias de futuro y vigilar su desarrollo

Jaume Terradas, Teresa Franquesa, Margarita Parés y Lydia Chaparro

L

LA URBANIZACIÓN CONSTITUYE UNO DE LOS procesos más rápidos y de mayor importancia del cambio global que el hombre promueve sobre la faz del planeta. Entender este proceso es una necesidad imperativa para tratar de conducirlo de un modo razonable. La ecología permite estudiar las ciudades como un tipo particular de ecosistema y analizar su metabolismo (los flujos de materia y energía), una información relevante que permite entender, y tal vez corregir, las consecuencias de la expansión urbana.

La ecología permite estudiar las ciudades como un tipo particular de ecosistema y analizar su metabolismo (los flujos de materia y energía), una información relevante que permite entender, y tal vez corregir, las consecuencias de la expansión urbana.

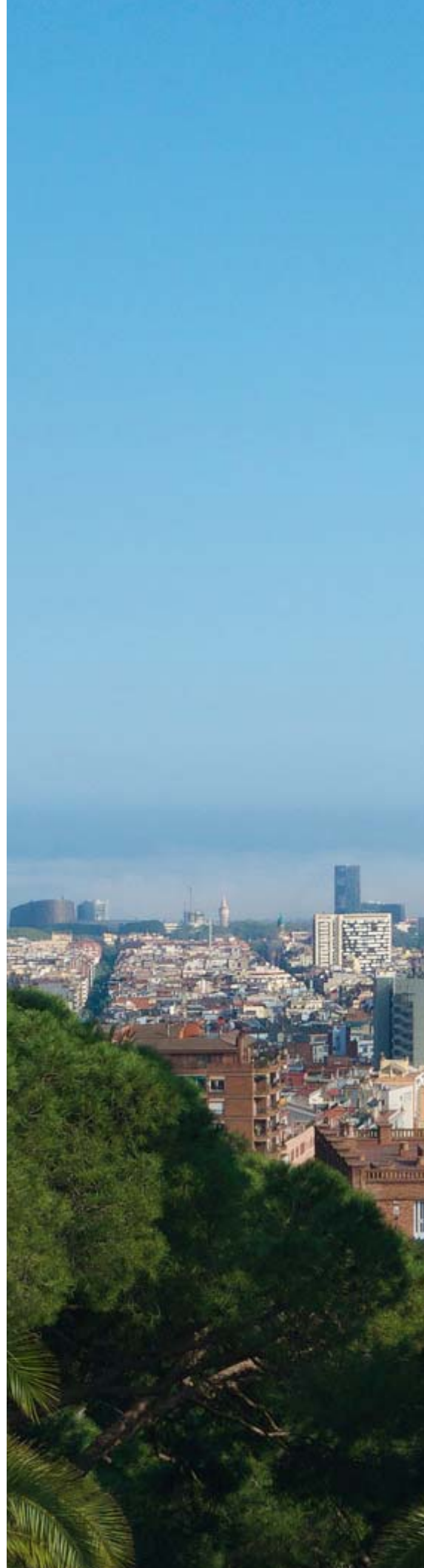
La aproximación funcional al ecosistema urbano se completa teniendo en cuenta no solo las consecuencias negativas de la interacción entre la población y el medio natural o seminatural, sino también los efectos que la naturaleza ejerce sobre la vida de las personas, algunos de ellos beneficiosos (y entonces se les denomina servicios). Los servicios de la naturaleza se pueden cuantificar de diferentes maneras: la cantidad de contaminantes retirados por la vegetación, los costes derivados de la pérdida de esos servicios o el ahorro que supondría una gestión mejorada entre otros.

En el presente artículo se trata la ciudad desde la perspectiva de la ecología urbana tomando Barcelona como caso de estudio. Se abordan los aspectos principales de su estructura y de su metabolismo y, en especial, la aportación del verde urbano a la regulación del metabolismo y a la calidad de vida.

EN SÍNTESIS

La ecología aporta al estudio del fenómeno urbano un punto de vista metabólico que permite conocer los flujos de energía y materiales en la ciudad. Esa perspectiva está siendo introducida cada vez más en las estrategias de gestión de las administraciones locales.

Aunque se ha demostrado la escasa contribución de las zonas verdes en el metabolismo de la ciudad, se ha destacado su importante función en el microclima local y en el paisaje urbano.







Jaime Terradas es catedrático emérito de ecología de la Universidad Autónoma de Barcelona. Fue el promotor y primer director del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales.

Teresa Franquesa es doctora en biología y jefe del Departamento de Estrategia del Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Barcelona.

Margarita Parés es bióloga y desde 1986 trabaja en el Ayuntamiento de Barcelona como especialista en ecología urbana y medioambiente.

Lydia Chaparro es bióloga y ha realizado distintos estudios sobre ecología urbana de Barcelona. Actualmente trabaja en Ecologistas en Acción.



CRECIMIENTO DESMESURADO

En la mayor parte del mundo, las ciudades crecen de forma vertiginosa. Se trata de un crecimiento demográfico y, a la vez, de una expansión territorial. Ello no solo responde a la evolución de la población mundial (desde 1500 millones de personas a principios del siglo xx se pasó a más de 7000 millones en un siglo, con previsiones de alcanzar los 9000 millones dentro de unos diez años), sino también a su tendencia a ubicarse cada vez más en núcleos urbanos. Las cifras son espectaculares. Mientras que en los países más ricos la población de las ciudades representa el 80 % desde hace tiempo, en muchos países en desarrollo (como en América Latina) han bastado cincuenta años para que la población urbana ascendiera del 20 o 30 % a ese mismo 80 %. Hoy se concentra en las ciudades el 60 % de la humanidad, y en 2050 se espera que lo haga el 76 %. Con respecto a la población mundial, la urbana consume ya las dos terceras partes de la energía y emite el 70 % del CO₂.

Con un ritmo de crecimiento de un millón de personas cada semana en las ciudades, no es difícil imaginar que las alteraciones globales de origen austrópico tengan mucho que ver con el funcionamiento urbano. Los problemas de sanidad, transporte, suministros o integración social se multiplican a un ritmo que las administraciones no pueden controlar. En estas condiciones, aumenta también la vulnerabilidad de las poblaciones, ya sea a epidemias, episodios climáticos extremos, catástrofes naturales, hambre, delincuencia, terrorismo u otros.

La pauta de expansión urbana conlleva una problemática peculiar. Las ciudades no suelen crecer en sectores concéntricos sucesivos. Lo hacen, en general, a lo largo de ejes de transporte, a partir de núcleos pequeños disgregados sobre el territorio que se van extendiendo. Este proceso supone una enorme fragmentación de los sistemas naturales o seminaturales y un deterioro de su poten-

A pesar de su escasa contribución al metabolismo global de la ciudad, las zonas verdes regulan el microclima local y mejoran la calidad de vida de los habitantes. En la imagen, avenida de las Atarazanas en Barcelona.

cial para prestar servicios ecológicos y mantener la biodiversidad. El ecólogo Ramón Margalef manifestó una gran preocupación por lo que denominó la «inversión topológica del paisaje». Según él, el paisaje, compuesto de una matriz natural, zonas agrícolas y pequeñas zonas urbanas, se está convirtiendo en una matriz predominantemente urbana (ciudades y vías de comunicación), con zonas agrícolas decrecientes y zonas naturales o seminaturales cada vez más aisladas.

El dinamismo de las ciudades y su impacto en el medio global hacen urgente aumentar nuestro conocimiento del sistema urbano.

EL ESTUDIO

DE LOS ECOSISTEMAS URBANOS

En el presente artículo entendemos la ecología de la ciudad como el estudio de los ecosistemas urbanos, sin ocuparnos de la ecología de organismos particulares que tienen su hábitat en un entorno urbano. Ambas acepciones se usan entre los ecólogos, y son igualmente lícitas, pero abarcan temas claramente distintos. Nos centraremos, pues, en el marco de la primera acepción.

El hecho de que la ciudad constituye un ecosistema no se reconoció hasta los años setenta del siglo pasado. Los primeros trabajos publicados fueron los de P. Duvigneaud y S. Denaeyer-De Smet sobre diversos aspectos del funcionamiento urbano de la aglomeración de Bruselas, a partir de 1974, y en buena parte dentro de los proyectos relacionados con el Programa Biológico Internacional. Ese mismo año se inició también el Programa sobre ecología de Hong Kong, encabezado por Stephen Boyden y financiado primero por la Fundación

Nuffield y luego por el Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB), de la UNESCO, y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). En 1981, Boyden y otros publicaron un libro sobre Hong Kong que ha sido durante años la referencia más importante sobre el tema. Hong Kong ofrecía muchas ventajas para el estudio de entradas y salidas de materia y energía, porque entonces era una isla, una ciudad y un estado independiente. Los autores introdujeron un punto de vista sociológico, en un intento por fundar una nueva disciplina, el estudio socioecológico de los ecosistemas urbanos.

El programa MAB continuó su apuesta por la ecología urbana mediante la financiación de trabajos en Roma, Barcelona y otros lugares. En 1997, el Programa sobre investigación ecológica a largo plazo de la Fundación Nacional para la Ciencia de EE.UU. creó proyectos para el estudio del ecosistema urbano en Baltimore y Phoenix. Steward Pickett, del Instituto Cary de Estudios del Ecosistema (Nueva York), ha liderado los de Baltimore, donde planteó tres cuestiones básicas: los flujos de materia y energía en el ecosistema metropolitano, el efecto de la estructura espacial de la ciudad sobre los procesos ecológicos y el papel de la ciudadanía en la mejora de la calidad ambiental y de su propio bienestar. Creemos que estas cuestiones defi-

nen bastante bien la aproximación ecológica a los ecosistemas urbanos.

El Servicio Forestal de los EE.UU. ha desarrollado algunos modelos (UFORE, i-TREE) que permiten un cálculo sencillo de muchos de los servicios prestados por las áreas verdes de las zonas urbanas. Estos métodos se han aplicado en distintas ciudades, la mayoría de ellas estadounidenses, pero también en otras, entre las que se cuenta Barcelona.

Sin embargo, los ecosistemas urbanos plantean todavía numerosos retos teóricos y prácticos. Los ecosistemas naturales presentan una enorme complejidad, pero los urbanos poseen un grado de heterogeneidad aún superior. Muchos aspectos de su funcionamiento están relacionados con actividades y decisiones de orden económico, político, social o cultural. Ello significa que no se puede avanzar en el conocimiento de la ecología de una ciudad sin realizar una aproximación multidisciplinar. La ausencia de este enfoque ha contribuido en gran parte al lento progreso del estudio de los ecosistemas urbanos. Sin duda, se requieren nuevas instituciones para hacer frente a estas dificultades.

Nuestros estudios sobre el ecosistema urbano de Barcelona se iniciaron a finales de los setenta del siglo XX, tras un contacto con Duvigneaud, y

Problemas asociados al crecimiento desordenado

Casi todas las ciudades crecen. La mayoría de ellas pertenecen a países en vías de desarrollo. Barrios inmensos mal urbanizados se agregan continuamente en la periferia. Este crecimiento desordenado genera a las urbes problemas ambientales, metabólicos y sociales. Se produce una degradación del medio debida a la escasez de zonas verdes y a la frecuentación de las zonas naturales adyacentes a la ciudad (incendios forestales, contaminación del litoral). Se altera el metabolismo de la ciudad por contaminación acústica, atmosférica, mala gestión de los residuos y escasez de recursos. Y los problemas sociales (estrés urbano, marginación y aglomeraciones, entre otros) se multiplican a un ritmo descontrolado.

Degradación ambiental



Alteración del metabolismo



Problemas sociales



se vieron estimulados en 1980 por una pequeña ayuda del programa MAB. Hemos analizado los siguientes aspectos: la estructura urbana mediante una aproximación cartográfica; el metabolismo urbano, con una cuantificación de los flujos de materia y energía; la biodiversidad urbana; la accesibilidad de la población a los servicios, y el papel de las zonas verdes.

Aunque algunos ecólogos nos hemos visto en ocasiones implicados en proyectos urbanísticos, aún nos resulta difícil transmitir la idea básica de que los establecimientos urbanos y las infraestructuras sociales han de respetar el funcionamiento ecológico de lo que tan acertadamente algunos vienen denominando «infraestructuras naturales». En Barcelona, la administración municipal ha incorporado la idea de metabolismo urbano y plantea sus estrategias de futuro teniendo en cuenta esta perspectiva. El metabolismo y sus efectos tienen mucho que ver con la estructura urbana y con las condiciones del medio físico, peculiares de cada ciudad, por lo que a continuación nos ocuparemos de estos aspectos.

LA ESTRUCTURA URBANA Y EL MEDIO FÍSICO

El territorio municipal de Barcelona abarca 101 km². La población estable ha fluctuado en las últimas décadas entre 1,5 y casi 1,7 millones de personas (1.630.494 en 2010), a los que hay que añadir un número creciente de pernoctaciones turísticas (7,1 millones en 2010, frente a 1,7 en 1990). La ciudad constituye el núcleo principal de un área metropolitana mayor, fuertemente urbanizada, que abarca 36 municipios, una extensión de 636 km² y una población de 3,2 millones de habitantes.

La estructura del municipio se ha representado mediante el mapa ecológico, cuyas actualiza-

ciones sucesivas dan cuenta de los cambios en los usos de suelo, de un dinamismo notable. El último mapa ecológico fue el elaborado en 2004 por J. A. Burriel del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (Barcelona) y sus colaboradores.

El núcleo central de la ciudad, poco diverso en paisaje, corresponde al barrio del Ensanche. Fue proyectado por Ildefonso Cerdà a mediados del siglo XIX, aunque muy modificado en su realización posterior, sobre todo por la reducción o aniquilación de los espacios verdes que el urbanista había previsto en cada una de las manzanas octogonales (recientemente, se han recuperado 44 interiores de manzana, unos 93.000 m²). El Ensanche unió la ciudad medieval con núcleos vecinos (Sants, Gracia, San Adrián, Sarriá) y con zonas de relieve más marcado (Collserola, Montjuic, el Carmelo). El predominio de lo construido en el Ensanche queda en cierta medida paliado por la abundancia del arbolado viario, muy notable.

La comparación de los mapas ecológicos realizados en 1977 y 2004 ha permitido identificar un aumento de las zonas densamente urbanizadas o de uso intenso (593 hectáreas) y una disminución de los cultivos (227 ha), hoy testimoniales, de los solares sin edificar (483 ha) y de las zonas naturales sin vegetación. El «verde urbano» (parques y jardines, arbolado viario), que ocupa casi el 8% del territorio municipal, ha experimentado el mayor aumento relativo (51%, 258 ha). Por otro lado, el «verde natural» (bosques, matorrales), alcanza el 22%, valor semejante al de Boston u Oakland.

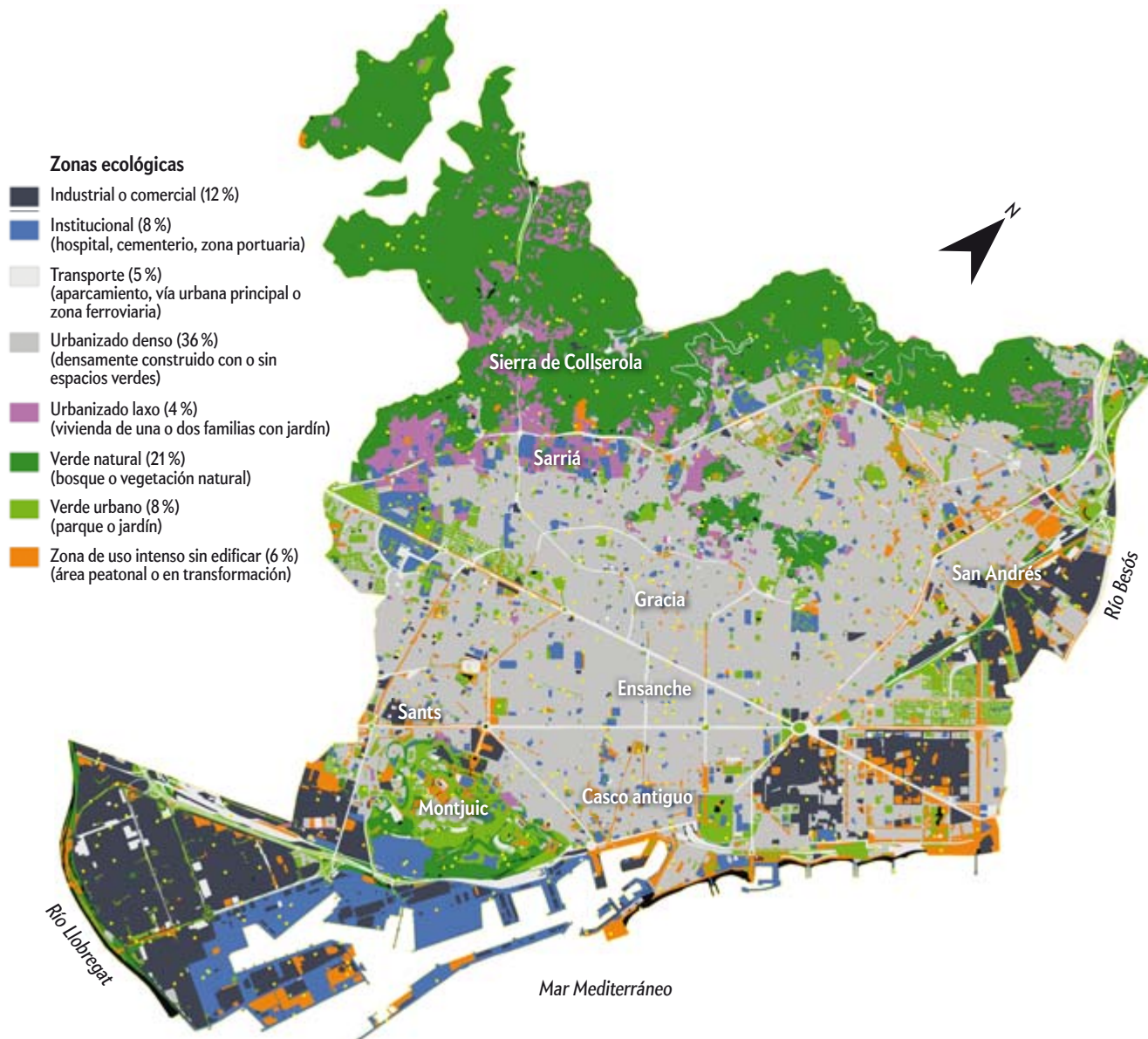
El arbolado, incluido el viario, ha aumentado a costa del matorral y supone un 25,2% del recubrimiento total. No obstante, si se excluye la zona periférica perteneciente al parque de Collserola y analizamos estrictamente la trama urbana, se pasa a un recubrimiento arbóreo del 15%, más próximo al de ciudades compactas como San Francisco (12%) o Chicago (11%).

El parque de Collserola (1795 ha) ocupa casi el 18% del territorio municipal. El resto de los espacios verdes (1079 ha), constituido principalmente por parques y jardines, se hallan más imbricados en la trama urbana. La distribución irregular de las zonas verdes determina una repartición desigual de sus servicios beneficiosos. Los estudios de accesibilidad a esas áreas y otros servicios indican que, en general, los barceloneses tienen acceso fácil a espacios libres, pero les resulta harto más difícil llegar a zonas naturales de cierta entidad.

Barcelona ofrece un ejemplo característico de frontera brusca con el medio natural o seminatural en la Sierra de Collserola. En la terminología ecológica, este tipo de fronteras han recibido el nombre de *límites divergens*; su forma rectilínea corresponde a un límite de alta tensión entre ambos lados. Ello implica una relación muy asimétrica y un fuerte impacto del sistema urbano sobre los vecinos. Por un lado, la frecuentación del me-

El río Besós constituye un límite físico que influye sobre la estructura urbana de Barcelona. La recuperación ambiental y la mejora progresiva de la calidad del agua realizadas desde los años noventa del siglo pasado ofrecen un espacio verde de grandes dimensiones a la ciudad.





dio natural por los barceloneses contribuye a la degradación de ese entorno; por otro, algunos animales se adentran en el medio urbano de modo sorprendente, como los jabalíes que buscan comida fácil en la basura. La situación de Collserola como gran parque central metropolitano, con estas fronteras tensas, tiene un gran interés y ofrece oportunidades de estudio con una repercusión potencial en la gestión.

La estructura densa de la ciudad condiciona el clima. El verano es cálido, con una elevada humedad atmosférica pero con escasas lluvias, por lo que la vegetación sufre un fuerte estrés hídrico. El invierno, aunque templado, presenta en ocasiones episodios fríos que provocan un segundo estrés en la vegetación. No hay vientos dominantes, y en situaciones anticiclónicas la dispersión de los contaminantes se reduce, lo que lleva a la aparición de la típica cúpula ligada a la inversión térmica. Ante esas condiciones, el efecto de isla de calor, propio de una ciudad compacta, resulta muy marcado en Barcelona, lo que supone un riesgo ante la amenaza de un aumento global de las temperaturas: los cálculos regionales prevén un aumento

de las máximas estivales de entre 5 y 7 °C hacia la segunda mitad del siglo XXI.

Por su posición litoral, Barcelona no constituye en sí misma una barrera para el desplazamiento de animales y plantas, aunque sí lo sea para su penetración en el ámbito urbano. Los mayores efectos de la ciudad sobre la biodiversidad se producen en territorios vecinos o alejados, como resultado de las actividades urbanas y la demanda de recursos de todo tipo. La ciudad conserva elementos interesantes de flora y fauna, pero es puerta de entrada de bastantes especies invasoras, como la cotorra de pecho gris (*Myopsitta monachus*). Por otro lado, se están realizando esfuerzos de mejora de la biodiversidad, no solo con la introducción de nuevas especies vegetales en los espacios verdes sino también a través de actuaciones puntuales (sistema de autodepuración del agua fluvial mediante la recuperación de las marismas en el río Besòs, creación de hábitats artificiales sumergidos en el frente litoral, reintroducción del halcón peregrino, protección de zonas de nidificación, conservación de anfibios, etcétera).

El desarrollo urbano ha ocultado gran parte de la red hidrológica. La ciudad sigue estando limita-

El mapa ecológico de Barcelona constituye la mejor representación de la estructura urbana. Sus sucesivas actualizaciones dan cuenta de los cambios en el uso del suelo a lo largo del tiempo. La imagen corresponde al mapa de 2000 (se indican solo algunos barrios de la ciudad).

da entre los ríos Besós y Llobregat, pero de la multitud de arroyos y torrentes existentes en el pasado a menudo solo quedan vestigios en la toponimia del callejero. Las aguas pluviales se canalizan a través del alcantarillado y suponen una quinta parte del suministro de agua de la ciudad. Para evitar los riesgos de inundación y los episodios de contaminación del litoral que ocasionaban las fuertes tormentas, se han construido nueve grandes depósitos subterráneos (hay otros tres en proyecto) que ayudan a regular los caudales. En las partes más próximas al mar, el alto nivel freático crea varios problemas, sobre todo filtraciones de agua hacia las galerías del metro e inundaciones de subterráneos. El coste energético de bombear parte de estos caudales y evitar daños resulta importante —aunque, por otro lado, las aguas bombeadas se reciclan para riego, lo que permite ahorrar agua potable—. Se supone que una subida del nivel del mar asociada al cambio climático agravará estos problemas. Aparte de moldear la estructura urbana, el agua representa uno de los elementos básicos del metabolismo de la ciudad.

EL METABOLISMO DE BARCELONA

El metabolismo consiste, esencialmente, en los flujos de entrada de energía y materiales al sistema, su uso y transformación en él y los flujos de salida. Los estudios sobre el metabolismo de Barcelona se realizaron entre 1980 y 1999. Hoy se cuenta con una considerable información sobre los flujos y *stocks* principales de energía, y algunos de los de materia. De modo interesante, esos datos sirven de referencia para conocer el papel que desempeñan los servicios ambientales de los espacios verdes urbanos. Por otra parte, durante esta última década el Ayuntamiento de Barcelona ha seguido la evolución de algunos de los parámetros más importantes del metabolismo urbano, que ha considerado como indicadores ambientales útiles para el desarrollo de la Agenda 21 y del Compromiso Ciudadano para la Sostenibilidad. Este tipo de actividades promovidas desde la administración y la sociedad civil han supuesto la incorporación de algunas ideas de la ecología urbana a la praxis de la gestión.

El suministro de agua de Barcelona procede en gran medida de los ríos Ter y Llobregat, aunque en los últimos años ha aumentado el empleo de agua subterránea o freática, que ya alcanza el 17% del consumo público de la ciudad y llega al millón de metros cúbicos al año. De todos modos, Barcelona ha reducido el consumo doméstico a 110 litros por persona y día (un 21% de disminución en 10 años), con un consumo total de 165 litros por persona y día, muy moderado frente a otras ciudades. Además, las aguas residuales se depuran en su totalidad.

El uso de materiales (cemento, vidrio, madera y acero, entre otros) por el ecosistema urbano barcelonés no ha sido cuantificado de forma global. Tampoco lo han sido los materiales empleados en la es-

tructura urbana, que equivaldrían a la madera en un ecosistema forestal: componentes exosomáticos (de origen externo) con funciones de protección, soporte y conducción. Resulta evidente que las partes activas del ecosistema urbano (plantas, animales y personas) son pequeñas en relación a estas, lo mismo que ocurre en el bosque, donde las hojas constituyen una pequeña fracción de la biomasa total. Sabemos que la biomasa animal (incluida la humana) en el ecosistema barcelonés asciende a unas 100.000 toneladas y la vegetal, a unas 300.000.

Aparte de las entradas de agua canalizada, los únicos estudios disponibles sobre el empleo de materiales se refieren a las entradas de alimentos y a la producción de residuos. Esta última se situó en 840.553 toneladas en 2010, con 1,42 kilogramos por persona y día. En los últimos años se han experimentado cambios importantes relacionados con la recogida selectiva, el reciclaje y la reutilización. La recogida selectiva alcanza ya el 33% (era el 8% hace solo una década). Además de los residuos domésticos hay que tener en cuenta los residuos industriales que, en 1997, ascendían a un cuarto de millón de toneladas.

La energía recibida del sol en el territorio municipal se eleva a 470×10^6 gigajulios (GJ), de los que unos 70×10^6 son reflejados otra vez hacia el espacio. Las zonas verdes de Barcelona aprovechan solo el 0,004% de la radiación incidente para realizar la fotosíntesis (de 0,5 a $2,5 \times 10^6$ GJ). El 70% de la energía solar llega a superficies que no son fotosintéticamente activas. Parte de esta energía contribuye al efecto de isla de calor, que se intensifica en verano (las superficies construidas calentadas reemiten a su vez la energía hacia el entorno). Sin embargo, ese efecto resulta positivo en invierno, ya que conlleva un aumento de la luz reflejada y de la temperatura local. Otros focos de emisión de calor son el tráfico rodado, las estaciones de tren, los hospitales, los comercios y las centrales eléctricas.

La energía de los alimentos para la población humana, heterótrofa, es unas 23 veces superior a la que se emplea en la fotosíntesis. El total de la energía endosomática en el ecosistema urbano (la que se genera en la propia ciudad) es la suma de la energía empleada en la fotosíntesis y la contenida en los alimentos consumidos. Como vemos, el papel de la vegetación en el metabolismo endosomático es bastante escaso. La ciudad es un ecosistema esencialmente heterotrófico.

Mucho mayores que los de la energía endosomática, pero menores que las de la radiación solar, son las cifras correspondientes a la energía exosomática (la que se genera de fuera de la ciudad). Gran parte de ella es importada desde lejos, desde centrales eléctricas, nucleares, térmicas o eólicas, o desde los aún más distantes yacimientos de gas natural o petróleo. Según una estimación de 2008, los flujos de entrada sumaron en total unos 111×10^6 GJ, mientras que el consumo energético global fue de unos 61×10^6 GJ (no se aprovecha toda la energía

Las

2,51

toneladas equivalentes de CO₂ emitidas por habitante y año en Barcelona contribuyen en gran medida al efecto invernadero que experimenta la ciudad.

El metabolismo urbano de Barcelona

Los estudios sobre el metabolismo de Barcelona se iniciaron hacia 1980. Hoy se tiene una considerable información sobre los flujos y stocks principales de energía y de algunos materiales. Como consecuencia del metabolismo urbano, se produce la degradación del paisaje, la exportación de residuos sólidos, la contaminación de las aguas litorales por residuos líquidos y la formación de una cúpula de aire contaminado sobre la ciudad.

El conocimiento de los procesos ecológicos resulta útil para la gestión sostenible de la ciudad, en especial por lo que respecta a los flujos de energía y agua y a la producción de residuos. Al mismo tiempo, permite valorar la influencia de las zonas verdes en el metabolismo urbano.



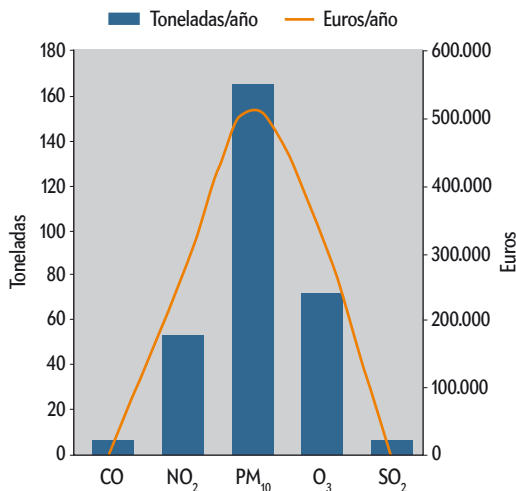
entrante debido a las pérdidas y al consumo propio del sector). A pesar de la tendencia ascendente en los últimos años, ha habido cierta mejora en la eficiencia energética, es decir, el consumo de energía en relación al PIB.

Solo un 0,59 % (en 2008) del consumo eléctrico total se obtiene de fuentes renovables. La superficie de captación de energía termosolar es de 42 m²/mil habitantes, valor parecido a los de otras ciudades europeas y superior a la media española, pero todavía bajo.

El consumo de energía tiene como consecuencia la emisión de calor y de gases y partículas contaminantes, entre ellos, vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), clorofluoro-carbonados (CFC), compuestos orgánicos volátiles (COV, que se añaden a los que emiten las plantas), óxido nitroso (N₂O), amoníaco (NH₃), plomo y otros metales, y partículas sólidas en suspensión. Los gases COV y NO_x son precursores del ozono troposférico, causante del esmog fotoquímico (aunque con el movimiento de las masas de aire la mayor parte del ozono (O₃) de la zona de Barcelona se traslada a otras regiones).

Las emisiones de CO₂ y otros gases (entre ellos, CH₄, COV, NO_x) contribuyen en gran medida al efecto invernadero en la ciudad. La cantidad total de esos gases asciende 2,51 toneladas equivalentes de CO₂ por habitante y año (de las que 0,8 se deben al transporte). No obstante, la calidad del aire en lo referente a SO_x, partículas en suspensión y plomo ha mejorado en las dos últimas décadas gracias a las nuevas normas sobre la calidad de la gasolina y a la eliminación de fábricas en la ciudad. Ello no impide que en Barcelona se den con frecuencia valores superiores a los admitidos por la UE de dióxido de nitrógeno (NO₂) (con una media anual de unos 50 microgramos por metro cúbico, o µg/m³, cuando el valor máximo tolerado es 42) y O₃ (aunque hace años que no se supera el umbral horario de alarma a la población, de 180 µg/m³). Los niveles de dióxido de azufre (SO₂), de 2 a 3 µg/m³, son muy inferiores a los permitidos. El valor máximo de emisión de partículas de entre 2,5 y 10 µg (PM₁₀), de 50 µg/m³, no se superó en ninguna de las estaciones de medida en 2010 (por primera vez desde 2002, cuando se iniciaron las mediciones), y la tendencia es descendente. También lo es en el caso del plomo y de metales pesados (arsénico, cad-

Cantidad de distintos contaminantes retirados por las zonas verdes de Barcelona (azul) y valor económico asociado a la reducción de cada contaminante (naranja).



mio, níquel), muy por debajo del valor límite anual en todas las estaciones.

Por último, el ruido, un tipo especial de contaminación, representa un problema grave. La mayoría de los barceloneses están expuestos a un nivel superior al que la OMS recomienda (55 decibelios A de día y 45 de noche).

Ante estas cifras, la cuestión que nos hemos planteado en nuestros trabajos más recientes es determinar el significado de las áreas verdes en el funcionamiento del ecosistema urbano barcelonés. De ello nos ocupamos en el siguiente y último apartado.

SERVICIOS ECOLÓGICOS DEL VERDE URBANO

De acuerdo con los datos ofrecidos sobre la estructura urbana, alrededor del 30% del término municipal está cubierto por espacios verdes naturales, parques, jardines y otros tipos de sistemas dominados por la vegetación. El 25% está arbolado, con un total de unos 1.420.000 árboles. Estos valores hay que situarlos en un contexto apropiado: la mayor parte del verde natural se halla, como hemos dicho, en posición periférica.

Los cálculos del modelo UFORE indican que la vegetación contribuye a retirar de Barcelona un total de 305,6 toneladas de contaminantes al año (54,6 son de NO₂, 72,6 de O₃, 166 de partículas sólidas, 6,8 de SO₂ y 5,6 de CO, entre otros). Se trata, por tanto, de cifras poco significativas en relación con las emisiones mencionadas antes. De hecho, son menores que las medidas en Baltimore (430 t/año) o Washington (540 t/año), ciudades con un número de árboles por hectárea parecido al de Barcelona pero con medias de tamaño de árboles superiores. La tasa de descontaminación anual de Barcelona (9,35 g/m² de cubierta vegetal) es, de todos modos, comparable a las de Brooklyn (10,2), Chicago (8,9) o Atlanta (10,6). El valor asociado a esta descontaminación superaría los 1,1 millones de euros, una cifra que no se puede considerar muy alta. Por otra parte, la vegetación emite unas 184 toneladas al año de COV, 32 de CO y 304 de O₃. Po-

demos concluir que, en el balance global de intercambios de gases, la participación del verde urbano en el metabolismo del ecosistema barcelonés es muy modesta.

La función que hoy se defiende más de la vegetación urbana es la asimilación de CO₂. Los árboles de Barcelona fijaron en 2008 unas 115.000 toneladas de CO₂, a las que hay que restar las emisiones del gas por la respiración de las plantas. Así, el valor neto es de solo 5422 toneladas de CO₂ retiradas, cifras semejantes a las halladas en Boston o Syracuse. El arbolado viario ejerció una función destacable, ya que las áreas densamente urbanizadas secuestraron hasta el 24% del total del gas.

En cualquier caso, ante estos datos, es preciso admitir de nuevo la exigua contribución de la vegetación urbana en reducir la concentración de CO₂. Su papel mitigador de la contaminación sonora también resulta limitado, excepto en las zonas centrales de los parques más grandes y en el bosque periférico de Collserola. Por otro lado, las posibilidades de expansión de las zonas verdes son escasas, a menos que se realicen esfuerzos para aumentar las cubiertas verdes en edificios y patios interiores, el enverdecimiento de fachadas y la creación de muros verdes.

A pesar de los datos poco alentadores en el conjunto de la ciudad, los efectos beneficiosos de la vegetación a nivel local son importantes. Los árboles alteran el microclima urbano de modo puntual. En verano reducen las temperaturas como consecuencia de la evapotranspiración y del efecto de sombreado, lo que ayuda a reducir el consumo energético en los edificios y a mejorar la calidad de vida. De todos modos, los servicios más relevantes que ofrecen las zonas verdes a nivel global son los usos recreativos y los valores estéticos, sociales o relacionados con la salud física y psíquica.

A partir de los conocimientos actuales, recomendamos que las actuaciones se orienten a lograr un aumento de la calidad y cantidad de los servicios del verde urbano y una disminución de la vulnerabilidad de estas zonas ante el cambio climático. Las cubiertas y fachadas verdes reducirían los costes energéticos de los edificios de un modo notable. Creemos que las ciudades han de ser más verdes y, al mismo tiempo, compactas, complejas, variadas en su estructura fina y permeables a distintas especies de flora y fauna. Deben presentar un metabolismo que ahorre energía, recupere, recicle y reutilice los residuos, y aplicar un sistema de ahorro y recuperación de agua. Las construcciones han de evolucionar no solo hacia un mejor balance energético sino hacia la incorporación de nuevos materiales, incluidos los biológicos. Y resulta indispensable el diseño de una estrategia de futuro ante el cambio climático, algo que algunas ciudades como Londres o Chicago están trabajando hace años y que en Barcelona también se empieza a hacer sobre las premisas del conocimiento del metabolismo urbano.

PARA SABER MÁS

The ecology of a city and its people. The case of Hong Kong. S. Boyden, Millar, K. Newcombe y B. O'Neill. Australian National University Press; Londres y Miami, 1981.

Ecologia d'una ciutat (textos en catalán, castellano e inglés). H. Barracó, M. Parés, A. Prat y J. Terradas. Ayuntamiento de Barcelona (1985-1999); 1999.

Mapa Ecològic de Barcelona. J. A. Burriel, X. Pons y J. Terradas. Ayuntamiento de Barcelona, 2000.

Indicadors 21. Indicadors locals de sostenibilitat a Barcelona (2009). Ayuntamiento de Barcelona, 2011.

Serveis Ecològics del Verd Urbà. L. Chaparro y J. Terradas. Informe no publicado. CREAM y Ayuntamiento de Barcelona, 2010. Puede consultarse en inglés en www.itreetools.org/resources/reports/Barcelona%20Ecosystem%20Analysis.pdf