

INFRAESTRUCTURAS DE SOPORTE DE LA BIODIVERSIDAD: PLANIFICANDO EL ECOSISTEMA URBANO

BIODIVERSITY SUPPORT INFRASTRUCTURES: PLANNING THE URBAN ECOSYSTEM

Pedro María HERRERA CALVO*

RESUMEN

Las ciudades poseen un importante papel en la conservación de la biodiversidad, tanto por su labor como soporte de una comunidad ecológica altamente especializada como por su influencia en el declive global de la biodiversidad. El presente artículo plantea varias líneas de trabajo, desde una perspectiva ecosistémica, orientadas a mejorar el comportamiento de las ciudades con respecto a la pérdida de biodiversidad. El principal planteamiento del trabajo se refiere al desarrollo de infraestructuras de soporte de la biodiversidad, una serie de elementos urbanos orientados específicamente a potenciar la biodiversidad y a solucionar los problemas que tradicionalmente plantea la relación entre la biodiversidad y los ciudadanos. Se describen varias de estas infraestructuras, concebidas tanto como elementos aislados como en combinación con zonas verdes, parques y jardines e incluso con elementos construidos y edificios y se definen algunos criterios y condiciones necesarios para diseñar un programa de biodiversidad urbana adaptado a los objetivos y necesidades de los espacios urbanos. Finalmente se analizan de forma somera algunos de los principales programas de biodiversidad desarrollados en ciudades europeas.

Palabras clave: Biodiversidad urbana, conectividad ecológica, corredores ecológicos, redes ecológicas, vías verdes, infraestructuras de soporte de la biodiversidad, planeamiento urbanístico, paisaje urbano.

ABSTRACT

Urban areas have an important paper in the conservation of biodiversity, as much by their role supporting a highly specialized ecological community as by their incidence in the global decline of biodiversity. The present article develops several working lines, from ecosystemic perspective, oriented to improve the behavior of the cities respect to biodiversity loss. The main exposition of the work talks about biodiversity support infrastructures, a set of urban elements specifically oriented to improve biodiversity and to solve the problems that traditionally affects the relation between biodiversity and citizens. The paper describes several of these infrastructures, designed so much as isolated elements as in combination with green zones, parks, gardens and with constructed elements and buildings. Also the criteria and conditions necessary to design a program of urban biodiversity are analyzed, focusing on the adaptation to the objectives and necessities of the urban spaces planning. Finally, some of the main programs of biodiversity developed in European cities are superficially described.

Keywords: Urban biodiversity, ecological connectivity, greenways, corridors, ecological networks, biodiversity support infrastructures, urban planning, urban landscape.

* Licenciado en Ciencias Biológicas, Diploma de Estudios Avanzados en el Área de Ecología por la Universidad de Salamanca, Especialista en Gestión Ambiental, Máster en Evaluación de Impacto Ambiental, Consultor ambiental en Gama S.L.

1. Ciudad y biodiversidad, una simbiosis

1.1. Los espacios propios de la biodiversidad urbana

La relación entre los ciudadanos y el resto de los seres vivos que comparten con ellos el hábitat urbano ha sido, históricamente, compleja y difícil. La necesidad humana de mantener contacto con el entorno, los espacios libres urbanos, la personalidad de muchas especies de plantas y animales urbanos o sus beneficios ambientales contrastan con las explosiones demográficas de roedores o palomas, las mascotas abandonadas, los daños a los elementos urbanos y, por qué no, la falta de apego que muchas personas sienten por las plantas y animales con los que compartimos el espacio.

Los modelos y mecanismos puestos en funcionamiento hasta ahora para resolver estos problemas han resultado, en general, mediocres. Los tratamientos de “plagas” o el control de daños al patrimonio son prioridades en muchas ciudades, que requieren fuertes inversiones para mantenerse en unos límites tolerables. La gestión de los espacios verdes urbanos exige un mantenimiento costoso, utiliza recursos valiosos y adolece de problemas sanitarios que pueden constituir verdaderos quebraderos de cabeza. Además, muchas veces los servicios que estos espacios ofrecen a la comunidad se quedan por debajo de las expectativas y necesidades de los ciudadanos.

Algunos autores (Savard et al., 2000) han realizado ya propuestas orientadas a introducir conceptos ecológicos relacionados con la biodiversidad como guía de estudio y manejo de la biodiversidad urbana. Este artículo propone y discute un modelo de planificación urbana orientado a la potenciación de la biodiversidad. Se trata de inducir la maduración del ecosistema urbano, buscando la autorregulación y la autorregeneración de las comunidades animales y vegetales, como vía para armonizar la relación entre los ciudadanos y su entorno y potenciar sus efectos positivos. La aplicación de dicho modelo ha sido propuesta en varias figuras de planeamiento urbanístico en Castilla y León, tanto a nivel local como subregional, que son citadas como ejemplos.

1.2. Definiendo la biodiversidad urbana

La biodiversidad es un término relativamente reciente (Alcanda, 2007) utilizado en la Cumbre de Río como un indicador de riqueza o pérdida global de especies biológicas y que ha sido objeto de un debate prolongado acerca de su alcance y definición (Núñez et al., 2003). La biodiversidad, vista desde una perspectiva global abarca todas las fuentes de variación de los seres vivos, desde la diversidad genética y la variedad de razas y variedades, a la diversidad biológica e incluso a modelos a gran escala, como la diversidad paisajística, ofrecen una interesante discusión sobre el origen y evolución del concepto de biodiversidad. En este trabajo, la biodiversidad se considera desde un enfoque integrador y funcional, que implica sistemas, procesos, relaciones y cambios y se refiere, fundamentalmente, a la diversidad ecológica. Éste es un concepto difícil de explicar debido a que presenta múltiples aspectos complementarios (Oria, 1993). La diversidad, así definida, implica la variedad de especies que comparten

un espacio, pero también la estructura y dinámica de las poblaciones que lo componen y a sus relaciones¹. Muchas técnicas de medición de diversidad biológica utilizan este concepto como una medida de la información que acumulan los individuos y las especies en un ecosistema (Magurran, 1988). Además, la diversidad se manifiesta de forma diferente según la escala de trabajo: diversidad de especies en las comunidades biológicas, diversidad de hábitats en un espacio determinado e incluso a nivel de paisaje, dentro del mismo concepto global (Savard et al, 2000).

Existen buenas razones para conservar la biodiversidad en el entorno urbano. Entre otras muchas de carácter filosófico, artístico o moral, plenamente vigentes, destacan también un grupo de razones interesadas: conservar la biodiversidad en la ciudad es importante porque la diversidad biológica es buena para la ciudad. La biodiversidad ayuda a recoger información del entorno y a aprovecharla en beneficio propio. También enseña estrategias para hacer frente a los problemas que son baratas, sencillas y eficientes y contribuye, además, a controlar el crecimiento indeseado de poblaciones de animales o plantas que pueden dañar nuestros recursos. Finalmente, sirve para equilibrar las necesidades de mantenimiento de muchos espacios. Bradley (1995) nos muestra que la biodiversidad urbana conforma una gigantesca biblioteca de datos, estrategias y sensaciones cuyo valor añadido en campos como el educativo, el artístico o el cultural es inestimable.

1.3. La biodiversidad urbana como indicador de bienestar

La biodiversidad urbana se suele enfocar, desde la planificación y el diseño urbano, partiendo únicamente de los espacios verdes, aunque es en el propio tejido urbano donde las comunidades animales y vegetales han creado un ecosistema diferente y característico (Zerbe et al, 2003). Las plantas y animales que viven en tejados, huecos, edificios, calles y solares forman una comunidad adaptada y eficiente, que se ha convertido, en ocasiones para nuestro deleite y en otras para nuestro pesar, en parte de la ciudadanía.

Esta comunidad urbana estricta es también la más difícil de gestionar, ya que genera problemas, incluso de salud pública, que han resistido las soluciones tradicionales (ya sea veneno, caza o alejamiento). La propia «Estrategia española para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad» habla del entorno urbano en estos términos. El reto es invertir en biodiversidad para mejorar las prestaciones urbanas y prevenir problemas que aún hoy apenas empiezan a despuntar.

¹ Por ejemplo, un cultivo en el que predomina claramente una especie o un área degradada en el que existen varias especies pero con unos efectivos muy mermados son situaciones de baja diversidad. Por el contrario, la combinación de un número elevado de especies con poblaciones elevadas de muchas de ellas que se producen en algunos montes mediterráneos, constituye un claro referente de un ecosistema de alta diversidad (Alcanda, 2007) Esto también sucede en los arrecifes coralinos o en las pluvisilvas tropicales, por citar los paradigmas. La acción humana puede forzar situaciones artificiales de alta biodiversidad, como un zoo o un banco de germoplasma, pero sin viabilidad en un entorno natural.

La simplificación de la fauna de nuestras ciudades es una tendencia reciente. Los cascos históricos repletos de golondrinas, vencejos, cernícalos, grajillas, halcones, tórtolas, verdecillos, aviones, cigüeñas, cuervos, lechuzas, mochuelos y cornejas se transforman en zonas vacías en las que las palomas proliferan sin control y disputan las plazas y aceras a unos pocos gorriones y tórtolas o a un dormidero de miles de estorninos protegidos por los muros de las catedrales. Entre una situación y otra únicamente hay unas obras de restauración del patrimonio que olvidaron las especies urbanas. Se cerraron los huecos que daban a desvanes y bóvedas, se alisaron los tejados, se restauraron los muros con materiales lisos y un ecosistema complejo y estimulante se transforma en un gran palomar, de palomas y personas, solas. Un diseño de las reformas sensible con esta situación habría cumplido plenamente sus objetivos constructivos sin deteriorar las condiciones de biodiversidad, manteniendo rasgos importantes de la personalidad de estos edificios.

Incluso desde la perspectiva del patrimonio cultural, resulta más importante la contribución de la biodiversidad al espíritu de muchos lugares emblemáticos que los problemas que una gestión inadecuada haya podido causar. Cuervos, cigüeñas y halcones forman parte muchas veces del acervo cultural de monumentos y edificios históricos y muchas plantas silvestres, cargadas de simbolismo, sirven para interpretar las obras de arte y la perspectiva de sus creadores. Un diseño adecuado del entorno de los lugares patrimoniales, una integración entre los elementos patrimoniales y su entorno natural y el uso de la biodiversidad como fuente de sabiduría y atractivo favorece y ensalza los valores culturales de esta herencia.

1.4. El papel de la ciudad en la biodiversidad global

Las ciudades deben ir resolviendo su papel en las redes ecológicas de los territorios sobre los que se asientan. El papel de la ciudad hasta ahora está cargado de connotaciones negativas debido al profundo efecto que tanto su presencia como las actividades destinadas a su soporte tienen sobre el medio ambiente; en cambio, la ciudad tiene un gran potencial en la gestión de la biodiversidad (Sukopp, 1998) y en la divulgación y transmisión de sus valores culturales.

El principal efecto negativo de las ciudades sobre la biodiversidad, al menos a escala territorial, es el de bloquear grandes corredores ecológicos, fragmentando hábitats y poblaciones, a veces de modo crítico. Las ciudades demandan además enlaces de alta capacidad entre ellas, lo que genera una sobrecarga de los corredores de comunicación (los mismos que utilizan los animales y las semillas para su dispersión y desplazamientos) que se saturan con líneas ferroviarias y autopistas. Se crean así barreras infranqueables capaces de dividir las poblaciones naturales de forma permanente. La situación en el entorno de las ciudades, a las que llegan múltiples vías de comunicación y en las que los cierres de las propiedades y el proceso de humanización dificultan, de forma progresiva, la conectividad ecológica del territorio.

La ciudad debe hacer frente a estos problemas potenciando el papel ecológico de los corredores que la atraviesan, sobre todo las riberas, y otorgándoles la importancia que realmente tienen como grandes infraestructuras

ecológicas. También se deben habilitar vías alternativas o, si no se dispone de un soporte físico adecuado, diseñar anillos verdes o grandes parques lineales que rodeen la ciudad y que mantengan una cierta capacidad de conexión.

Varios instrumentos de Ordenación del Territorio en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, comenzando por las Directrices de Ordenación de ámbito subregional de Valladolid y Entorno, continuando con las de Segovia y Entorno, y, las más recientes, las de la Provincia de Palencia, han intentado hacer frente a este problema mediante el diseño de un modelo territorial reticular capaz de mantener la continuidad del tejido verde. (Herrera, 2004). El esquema de protecciones ecológicas desarrollado en estas herramientas, diseñado a partir de los criterios de la *European Ecological Network* (Consejo de Europa, 1996), propone una estructura en red fundamentada en zonas núcleo o nodos, zonas de amortiguación y corredores de conexión. El tejido final de suelos protegidos forma una malla continua que enlaza con las propuestas regionales, nacionales y comunitarias de Redes Ecológicas y que acerca la conservación de la biodiversidad al ámbito local (Gurrutxaga, 2004). El ámbito urbano se inserta en estas redes como una barrera, pero también como una fuente propia de biodiversidad y de recursos para su mantenimiento. La ciudad es la estructura social que mayor cantidad de iniciativa puede aportar al funcionamiento de esta red.

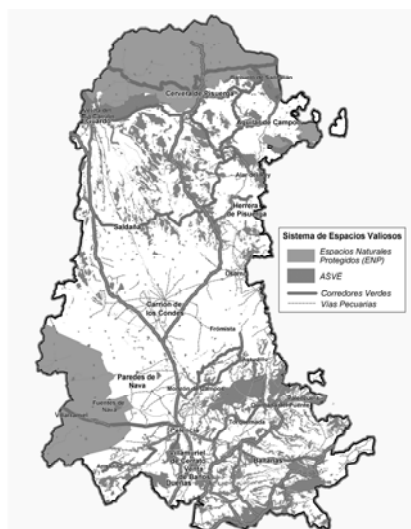


Figura 1. Mapa general de la propuesta de protección del sistema ecológico local por parte de las Directrices de Ordenación Provincial de Palencia (Castilla y León, España).

La biodiversidad vegetal también puede beneficiarse de algunas contribuciones específicas de la ciudad, por ejemplo, el mantenimiento de la biodiversidad agrícola. Los huertos de ocio se vienen potenciando en muchas ciudades en los últimos años. En este contexto, los espacios agrícolas recreativos pueden contribuir a la conservación del patrimonio genético mediante la

multiplicación de variedades locales, la creación de pequeños bancos de germoplasma o la divulgación de las técnicas ecológicas de cultivo. El contexto territorial de estos huertos (pequeños espacios agrarios urbanos cuyo cultivo ecológico favorece elevadas tasas de biodiversidad) hace que se puedan considerar también como infraestructuras ecológicas.

Otro aspecto interesante en cuanto al papel de la ciudad en la biodiversidad global es su papel en la transmisión y divulgación del conocimiento de la biodiversidad. Una infraestructura tremendamente sugerente en este sentido son los jardines botánicos. El conocimiento y la herencia cultural que puede transmitir una colección bien ordenada de la flora y vegetación de una región equivalen a los de los mejores museos. El papel investigador, conservador y multiplicador de los jardines botánicos locales puede ser la única oportunidad de sobrevivir que muchas plantas amenazadas, sobre todo endemismos localizados, en cuya conservación es imprescindible la implicación de las autoridades locales.

La ciudad debe afrontar su papel en la conservación de la biodiversidad como un reto de progreso que potencie su papel en el diseño y la dinámica urbana y en la conservación de la biodiversidad global. Una vía posible es el diseño de Planes de Biodiversidad Urbana y la construcción de infraestructuras de soporte de la biodiversidad en diferentes escalas espaciales y temporales, mejorando a la vez el bienestar, la cultura y el ocio de los ciudadanos y ampliando las perspectivas de nuestros compañeros de tránsito en el fenómeno de estar vivos.

2. Entender y gestionar la biodiversidad urbana

2.1. La homogenización de la biodiversidad urbana, un indicador de riesgo

El crecimiento de las ciudades produce, en general, un efecto secundario patente de homogenización del tejido ecológico circundante descrito en numerosas investigaciones (McKinney, 2006 y Olden et al., 2006). Los espacios más productivos se industrializan para abastecer el crecimiento urbano, los más bellos se transforman en lugares prioritarios para la residencia o el ocio y su delicada estructura es violentada para facilitar estos servicios y los lugares poco productivos o sin atractivo se abandonan para actividades residuales. Las redes de transporte de personas y materiales se hacen más densas y seccionan el territorio, rompiendo la conexión a gran escala de los procesos ecológicos.

Esta progresiva homogenización, detectada tanto en especies de flora (Schwartz et al, 2006) como avifauna (Clergeau et al. 2006) y hasta hormigas (Holway et al, 2006), resulta contradictoria con la elevada complejidad de los ecosistemas maduros. Holling (1987) advertía que los ecosistemas poseen características que dificultan la acción y la comprensión del ser humano, funcionando muchas veces de forma “contraintuitiva”². Este comportamiento invalida la posibilidad de gestionar los ecosistemas mediante el desarrollo de acciones simples que produzcan resultados fácilmente predecibles. El crecimiento

² Un ejemplo claro pueden ser los flujos enriquecidos de nutrientes, que en muchas ocasiones tienden a empobrecer los ecosistemas en lugar de enriquecerlos. Pensemos, si no en los procesos de eutrofización de las aguas o en la proliferación incontrolada de muchas especies.

urbano supone una merma de las condiciones de soporte de la biodiversidad en su entorno. Este efecto negativo es inherente a una situación de explotación (que nos permite obtener los recursos que precisamos), aunque sus efectos pueden ser modulados y atenuados en gran medida si, como sucede en los ecosistemas naturales, reducimos la intensidad de las perturbaciones e introducimos las estrategias suficientes para que puedan ser interiorizadas por el ecosistema.

2.2. Las herramientas de la complejidad

La gestión de la complejidad biológica suele resultar extraña a la experiencia y formación de los planificadores. Además, la investigación actual resulta insuficiente para garantizar unos principios sólidos en la gestión de la naturaleza. La paradoja es que los ecosistemas son tan complejos que sus respuestas a la gestión tradicional³ suele ser contraproducente, cuando no directamente peligrosa⁴. En estas condiciones buscar o aplicar reglas simples es un desatino que va desde la inutilidad a la catástrofe.

Bruce Mitchell (1999) opta por un enfoque ecosistémico e integrador para abordar estos objetivos que se puede desarrollar a partir de distintos aspectos básicos: integridad de los ecosistemas, maximización de la información, seguimiento y retroalimentación de los resultados, gestión adaptativa, multidisciplinariedad y cooperación entre gestores, participación local, etc. Los criterios ecosistémicos aplican modelos basados en el funcionamiento espontáneo de los ecosistemas naturales, promoviendo la evolución del ecosistema urbano hacia formas complejas, maduras y autorreguladas. Utilizando este enfoque se han venido definiendo, desde el último cuarto del siglo XX, distintas propuestas para la ciudad. Desde los estudios pioneros de Mumford o la gran obra de Ian McHarg «Proyectar con la Naturaleza» (1968), la *Town Ecology* de Miles y Miles (1967) o las propuestas de Giacomini (1981), muchos planificadores han intentado introducir los criterios de naturalidad dentro del tejido urbano y diseñar una ciudad en la que lo natural tuviera un papel destacado.

3. Infraestructuras de soporte biológico

La consecución de unos niveles altos de biodiversidad implica tanto un número elevado de especies como una distribución equilibrada de los individuos de cada una de ellas. La variedad en los hábitats resulta determinante para obtener un número de especies elevado, la satisfacción de las necesidades de las poblaciones supondrá la supervivencia de un número de individuos lo suficientemente elevado de cada especie para garantizar su viabilidad sin incidir negativamente en otras poblaciones próximas. El desarrollo de ambos aspectos de forma equilibrada resulta clave para conseguir una biodiversidad elevada en

³ Estos métodos suelen seguir un conjunto de reglas estrictas bajo la premisa de que a cada actuación concreta le sigue una consecuencia determinada en el sentido deseado por el responsable).

⁴ Kay y Schneider (1994) abundan en este sentido: "Si se quiere cambiar la biosfera debemos cambiar nuestra forma de estudiar y gestionar el medio ambiente. Se debe aprender que no se están gestionando los ecosistemas, sino nuestra interacción con ellos".

cualquier entorno. En un ambiente urbano, resulta necesario planificar y diseñar específicamente los espacios que sustentarán esta biodiversidad incorporando ambos condicionantes. Con este objetivo se plantea el concepto de infraestructuras de soporte biológico.

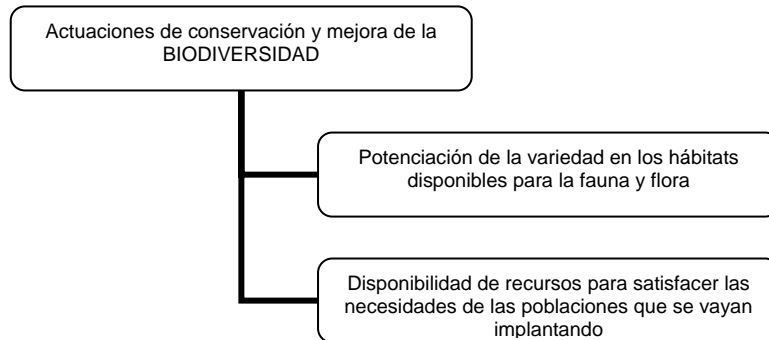


Figura 2. Condiciones para el desarrollo de actuaciones para mejorar la biodiversidad urbana.

Las infraestructuras de soporte biológico son, por tanto, aquellas cuyo cometido específico es conservar y potenciar la biodiversidad en el ámbito urbano. Se trata de infraestructuras cuya base conceptual, tecnológica y constructiva es fundamentalmente biológica, aunque se apoya en todo tipo de soluciones y planteamientos. Una parte de estas infraestructuras están diseñadas específicamente para mejorar la diversidad en el ámbito urbano, por ejemplo los corredores ecológicos o los cursos de agua artificiales. En cambio, otras son actuaciones mixtas, integradas en elementos ya existentes, y orientadas a potenciar su capacidad de soporte biológico.

El primer aspecto a tratar mediante estas infraestructuras sería la variedad en los hábitats que se ofrecen a la fauna y flora. Se trata de que distintas especies puedan irse instalando en la ciudad y su entorno, para lo que se les ofrece una cierta variedad de hábitats, aplicando un criterio cauteloso: no se trata de ofrecer un catálogo muy variado de hábitats diferentes, sino de ofrecer un modelo de diseño global, en el que la multiplicidad de hábitats no entre en contradicción con una elevada compatibilidad entre ellos y con su entorno inmediato, que permita el intercambio de información y recursos y que favorezca la estabilidad y la permanencia a largo plazo.

Un criterio básico de diseño sería la reproducción del comportamiento de los ecosistemas locales, creando, por ejemplo, espacios similares a los bosques maduros zonales en parques periurbanos, riberas o grandes jardines. Para potenciar su variedad se incorporan diferentes comunidades locales, apoyadas en las condiciones edafoclimáticas, en los usos tradicionales y en los mecanismos de mantenimiento⁵. El resto de espacios verdes urbanos se diseñan en función de estas áreas intentando aprovechar su potencial ecológico.

⁵ Una alameda mixta, por ejemplo, se puede enriquecer con grandes sauces, enredaderas y matorrales en las zonas más inaccesibles, adhesionarla, combinándola con una pradera rústica, en las

Este planteamiento define una de las primeras claves para la creación de infraestructuras de soporte biológico: la continuidad. Si se desea mantener la diversidad urbana en niveles elevados es preciso abrir y mantener canales de comunicación entre estos ecosistemas y la ciudad. Los ecosistemas naturales y los espacios vegetales urbanos deben, por tanto, formar una red continua.

La variedad en los hábitats integrados en un modelo común y su arquitectura en red son los primeros pasos para el diseño de estas infraestructuras. La segunda fase sería la de proporcionar los recursos necesarios para garantizar el mantenimiento y estabilidad de las poblaciones naturales en unos rangos adecuados (poblaciones elevadas que no interfieran negativamente en la dinámica del ecosistema).

Estos recursos podrían dividirse en tres apartados diferentes: recursos alimenticios (incluyendo el agua de consumo en aquellas especies que lo requieren), refugios y desplazamientos, tal y como se refleja en el gráfico siguiente:

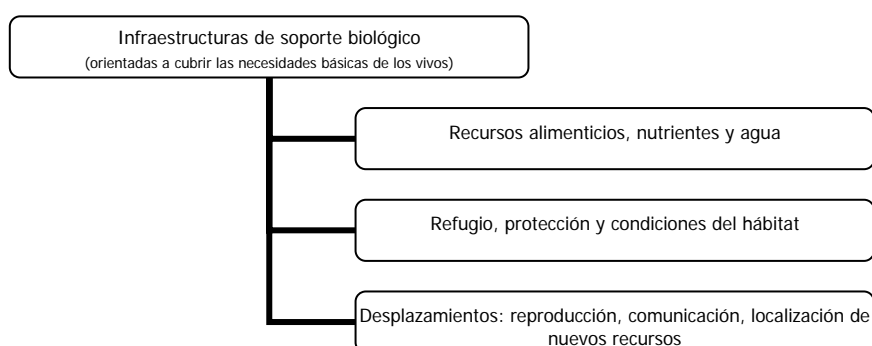


Figura 3. Recursos necesarios para el desarrollo de infraestructuras de soporte de la biodiversidad.

3.1. Planificando los recursos alimenticios

La fertilidad del suelo y sus condiciones físicas, químicas y biológicas determinan las fuentes de recursos para la vida vegetal. Aunque las diferentes poblaciones vegetales pueden tener requerimientos muy distintos, es importante disponer de un planteamiento que garantice la conservación de la fertilidad y la actividad biológica del suelo en un nivel suficiente. El diseño de los espacios debe incluir aquellas especies, ciclos productivos y superficies que puedan contribuir al mantenimiento de las condiciones adecuadas del suelo. Habrá que definir, además, espacios apropiados para el crecimiento de las especies que necesitan suelos más pobres y que se vinculan con zonas rocosas, afloramientos y laderas pronunciadas.

zonas que se utilicen como área recreativa y después, por ejemplo, formar un seto denso que lo separe de una carretera ruidosa. Las diferentes condiciones de suelo, clima, exposición o humedad se van reflejando, así, en el diseño de cada superficie, pero quedando todas ellas integradas en un patrón común. La combinación de elementos y su relación estrecha entre ellos contribuirá a enriquecer todo el conjunto, además de mejorar sustancialmente sus condiciones estéticas y de uso.

Los alimentos son fundamentales para el establecimiento de cualquier población animal. Las diferentes especies poseen unos requerimientos muy dispares, aunque se puede hablar de dos grandes tendencias contrapuestas: las especies generalistas y las especializadas. Las especies generalistas se nutren a partir de muchas fuentes diferentes, generalmente compitiendo con otras especies por dichos recursos. Esta tendencia es típica en todos los ambientes sometidos a fuertes perturbaciones, como sucede en los entornos urbanos. Las especialistas, en cambio, utilizan recursos más concretos, vinculados a una sola o a unas pocas fuentes diferentes de las que dependen de manera estricta. Estas especies pueden encontrarse en casi todos los ambientes, pero al depender de recursos y condiciones exclusivas necesitan cierta estabilidad y suelen ser extremadamente sensibles a los cambios.

La forma de abordar ambos tipos de especies es completamente diferente. Es importante remarcar que se trata de un modelo simplificado y de que todas las especies utilizan estrategias mixtas, hasta cierto punto especialistas pero capaces de aprovechar todos los recursos que se encuentran⁶.

La alimentación para las especies generalistas puede enfocarse de forma amplia, buscando potenciar los recursos alimenticios globales a partir de unos criterios generales: fácil acceso, variedad en los recursos alimenticios o disponibilidad en distintas épocas del año. En el caso de los recursos necesarios para los especialistas, la situación se complica sustancialmente, ya que las fuentes deben diseñarse de forma específica para las especies objetivo, lo que implica un conocimiento profundo de los hábitos y necesidades de dichas especies, así como su presencia y capacidad de ocupar los territorios disponibles. La recuperación de especies delicadas, incluso en sus antiguos territorios, puede ser una labor ardua y que necesita mucho tiempo y recursos para obtener resultados a veces desalentadores.

El aspecto más complejo de la planificación y diseño de estructuras de alta diversidad ecológica es el establecimiento de redes de alimentación, ya que resulta imposible planificar una red trófica completa, o acercarse incluso a su complejidad. Una disponibilidad elevada de recursos alimenticios generales supone que las especies más eficientes en su uso proliferan hasta ocuparlo por completo, eliminando incluso a otras especies que en condiciones de escasez relativa lo comparten con ellas. La abundancia de recursos, además, favorece a las especies más generalistas que, bien alimentadas y en buenas condiciones físicas, pueden ejercer una gran presión sobre especies más delicadas. Modular una red de este tipo es una tarea compleja y no son infrecuentes algunas perturbaciones que pueden ser muy molestas, como crecimientos incontrolados de mosquitos o roedores. Una vez más, un modelo de diseño adaptado a las condiciones ecológicas, intentando recoger las variaciones locales en su composición vegetal e

⁶ Muchas aves, como los jilgueros o las alondras, por ejemplo, disponen de herramientas especializadas para extraer las semillas de las plantas, pero no desdeñan, especialmente en época de cría, el aporte rápido de proteínas que suponen los insectos. No obstante, en épocas de escasez de insectos dependerán más estrictamente de sus recursos especializados, por ejemplo las semillas de los grandes cardos o de las praderas agostadas en el caso de los jilgueros y el entorno de la estepa de cereal en las segundas.

implantando un mosaico variado de formaciones y usos diferentes ligados entre sí, constituye la mejor garantía de permanencia de estos espacios.

3.2. El agua, hábitat y recurso

El agua es a la vez medio y recurso. La presencia de zonas húmedas (riberas, charcas o humedales) constituye un aporte necesario para la biodiversidad urbana. La disponibilidad de agua y la capacidad de mantenimiento son algunas cuestiones a abordar en el diseño de los espacios acuáticos. Además, existen problemas específicos, como la eutrofización, que exigen herramientas y modelos especializados.

Lo más importante del agua como recurso es asegurar su suministro a la vegetación de forma compatible con las expectativas de biodiversidad planteadas. El agua es escasa en gran parte de los paisajes ibéricos, por lo que muchas plantas desarrollan estrategias para crecer en condiciones de sequía que ralentizan, a cambio, su capacidad de crecimiento y de competencia en situaciones de alta disponibilidad. Al introducir el riego generalizado y evitar la escasez de agua muchas de estas especies son superadas y eliminadas por las especies típicas de suelos ricos y húmedos, de crecimiento más vigoroso. Las estrategias para mantener la disponibilidad de agua en el suelo sin perjudicar a la biodiversidad consisten, fundamentalmente en liberar del riego las zonas que reproduzcan comunidades naturales, planificar únicamente riegos de mantenimiento puntuales e introducir sistemas de riego localizado que permitan distribuir el recurso de forma selectiva.

La disponibilidad de agua para la fauna debe enfocarse de otra manera. El agua no siempre es consumida en su forma líquida, siendo aportada por la dieta, especialmente en aquellas especies que se alimentan de insectos o frutos. No obstante, muchos animales necesitan beber, por lo que si no existen fuentes y riachuelos es necesario sustituirlos por puntos de abastecimiento de agua. La presencia de fuentes, manantiales y arroyos hace innecesarias estas actuaciones, pero deben conservarse en buenas condiciones y disponer de entornos adecuados.

3.3. Refugios y escondites

El tercer aspecto clave en el diseño y proyecto de estas infraestructuras es el de proporcionar refugios y protección para sus habitantes. La presencia de depredadores, las superficies necesariamente reducidas de los ecosistemas urbanos y el contacto humano son factores que exigen una alta disponibilidad de escondites y refugios, así como espacios reproductivos y de nidificación. La peculiaridad en el caso de los refugios faunísticos es que implica tanto áreas o espacios (por ejemplo, zonas intransitables de matorral denso) como elementos concretos (ya sean agujeros en los troncos, cajas-nido, taludes blandos o montones de leña). Al igual que sucede en la alimentación, existen especies generalistas que pueden aprovechar diferentes posibilidades para establecer su “domicilio habitual”, mientras que otras, auténticas especialistas, nunca se establecerán en la zona si no localizan lugares adecuados. El diseño y la instalación de zonas y elementos de refugio, nidales o madrigueras deben realizarse en función de las

especies objetivo, aunque es importante también disponer de un abanico de posibilidades suficiente.

Las principales áreas de refugio son zonas de vegetación densa, impenetrable y más o menos aislada, especialmente si se localizan intercaladas entre espacios productivos. Los setos vivos y linderos vegetales son un ejemplo fehaciente de estas estructuras. Un diseño adecuado (portes altos en el centro, matorrales enmarañados en los bordes y diferentes tipos de hojas, floración y fructificación) supone un excelente refugio para multitud de especies. Otros ejemplos de estas estructuras son las riberas y pequeños arroyos, las superficies de matorral denso o las orlas boscosas que potencian el intercambio con su entorno.

Los elementos de refugio pueden ser mucho más variables, y su diseño e instalación suele enfocarse más directamente a las especies objetivo. Muchas especies forestales anidan en agujeros en los troncos de los árboles, aunque son pocas las que los pueden construir. Disponer de árboles de madera blanda, árboles envejecidos y troncos viejos favorece la actividad de los pájaros carpinteros y aumenta sustancialmente la disponibilidad de refugios. En ocasiones estos pueden sustituirse por cajas nido u otros elementos, aunque es importante utilizar diseños adecuados a las especies objetivo y garantizar unas condiciones de seguridad mínimas. Otras especies demandan rocas grandes, suelos fáciles de excavar para construir madrigueras, troncos caídos, montones de leña y un sinfín de posibilidades más. Los proyectos que pretendan incluir especies con requerimientos especializados deben prestar mucha atención a las necesidades específicas de las especies o grupos que se pretende favorecer.

La integración entre las áreas de alimentación (y los recursos alimenticios) y las áreas de refugio es un punto clave en el diseño de los espacios de biodiversidad urbana, y nos introduce directamente en el último de los puntos a considerar en el diseño de estas infraestructuras, las necesidades de movilidad y desplazamiento de las especies.

3.4. El modelo de conectividad ecológica

La conectividad ecológica es también una clave para mantener la riqueza en especies de los espacios naturales. El aislamiento de las poblaciones, reduce el intercambio genético, favorece la dispersión de enfermedades contagiosas y reduce la capacidad de adaptación, influyendo fuertemente en la extinción de especies. Las poblaciones vivas necesitan intercambiar información, individuos y estrategias y, para ello, deben ser capaces de desplazarse y acceder a otros territorios. La dispersión de los individuos jóvenes o de las semillas es, además, el primer paso para la implantación de poblaciones en nuevos territorios. De nada servirá disponer de infraestructuras adecuadas para mantener a una determinada especie si ningún individuo puede acceder a ellas desde sus territorios actuales. Muchas especies, además, son migradoras o realizan desplazamientos locales. Estas necesidades de desplazamiento deben estar contempladas en las propuestas de espacios libres si se pretende mantener los niveles de diversidad. La conservación de la naturaleza necesita diseños territoriales en forma de red (Herrera, 2005) que garanticen la continuidad del tejido ecológico y que mantengan su estructura al variar la escala territorial. De la misma manera, un

Plan de Biodiversidad Urbana debe asentarse sobre un modelo territorial coherente si se desea que las infraestructuras propuestas sustenten la riqueza natural de la ciudad.

Los corredores ecológicos son un concepto con una gran aceptación aunque con pocos ejemplos prácticos en funcionamiento a nivel urbano. Existen muchos tipos diferentes de corredores ecológicos en función de sus objetivos. Algunos se diseñan específicamente para su uso por una especie determinada, otros se utilizan para restituir pasos o itinerarios a través de barreras (carreteras, vallados...) y otros se diseñan y se usan con propósitos más generales. Los corredores también son muy diferentes según su constitución y funcionalidad. En todo caso, el valor de un corredor depende de los enclaves unidos por él, de la anchura, porte, continuidad y características de su vegetación, de su accesibilidad, de la ausencia de molestias y perturbaciones y de las barreras que tenga que atravesar y de su integración en el modelo territorial. Igual que sucede con cualquiera de las infraestructuras descritas en este trabajo, las dimensiones y, sobre todo, la superficie final es uno de los principales factores a considerar.

4. Implantando las infraestructuras de la red ecológica urbana

El diagnóstico del territorio, los objetivos del modelo propuesto, el conocimiento de los elementos de partida y el uso de los criterios planteados nos permitirán ir desarrollando un modelo espacial coherente que permita buenas condiciones de biodiversidad.

El estudio exhaustivo de los ecosistemas locales es un requisito imprescindible a la hora de diseñar soportes biológicos. Una llave del éxito de estas estructuras será su capacidad para asumir las relaciones ecológicas más significativas para los ecosistemas. Un fenómeno conocido es que la extinción de algunas especies clave (aquellas que tienen un mayor número de relaciones con otras especies) precipita la extinción súbita de otras especies y fragmenta y desintegra la compleja red de intercambios que forman la arquitectura del ecosistema. Muchos autores han constatado la inestabilidad que se induce en determinados ecosistemas cuando sus especies clave desaparecen (Fagan, 1997). El mantenimiento de las poblaciones de estas especies clave es otro de los objetivos de cualquiera de las infraestructuras propuestas.

Las infraestructuras biológicas suelen ir asociadas a elementos existentes o a espacios multifuncionales. Algunas propuestas, por ejemplo un paso para fauna en una carretera o una pared agujereada para aves trogloditas, se diseñan únicamente con esta función, pero casi siempre van a estar ubicadas en un espacio cuya función en la ciudad sea más amplia. En este sentido, la labor de diseño va orientada a potenciar su capacidad de soporte vital, y, en paralelo, su valor recreativo y cultural. Unas propuestas relativamente sencillas en cuanto a su planteamiento pueden servir para potenciar los valores ecológicos de muchos elementos comunes en los espacios libres de las ciudades, convertidos así en espacios de convivencia con el medio natural.

El rendimiento de estas infraestructuras depende, en gran medida, de espacios poco aceptados por las personas que viven en su entorno. Resulta difícil

conseguir el grado de complejidad necesario en ambientes excesivamente ordenados desde el punto de vista urbano, pero no así en espacios “abandonados”, que podrían destinarse específicamente a potenciar la biodiversidad. Los eriales periurbanos, los solares, las viejas construcciones o el entorno de las vías del tren constituyen espacios en los que la naturaleza urbana se enriquece y crea pequeños ecosistemas, a veces con un grado notable de organización. El diseño de infraestructuras de soporte biológico debe ser también un diseño oportunista, detectando e incorporando a la trama urbana aquellos elementos preexistentes que contribuyan a los objetivos planteados. A veces se trata de elementos de evidente importancia (grandes árboles, fuentes, antiguos huertos, laderas con vegetación), pero muchos elementos de interés pasan desapercibidos cuando no son abiertamente despreciados⁷.

La implantación de un Plan de Infraestructuras de soporte de la biodiversidad urbana parte de un análisis ecológico profundo de la ciudad y de su entorno, en el que se tienen en cuenta todas las consideraciones hechas hasta ahora. El éxito de un Plan de estas características no va a depender únicamente de la profundidad del conocimiento que se posea sobre los ecosistemas locales, pero sí constituye un cimiento muy sólido. Este conocimiento implica conocer las especies, los ecosistemas y sus interrelaciones, junto con el marco temporal de su evolución, la expresión espacial de sus relaciones y la trayectoria de su interacción con los espacios humanizados. Necesitamos toda la información posible sobre cómo van a reaccionar las especies a nuestras propuestas y actuaciones sobre el terreno. La ecología del paisaje y, en general, las perspectivas paisajísticas de la planificación territorial van poco a poco mejorando nuestras herramientas de conocimiento, permitiéndonos extraer información práctica para el diseño del Plan.

4.1. Espacios de reserva de biodiversidad

A partir del análisis ecológico se definen ya varios aspectos definitivos del diseño del Plan. En primer lugar debemos detectar las reservas de biodiversidad, los espacios del entorno que acogen las especies animales y vegetales que se van a relacionar con el espacio urbano (Alvey, 2003). Estas reservas de biodiversidad no tienen por qué ser Espacios Naturales con un significado ecológico excepcional. Las ciudades que gozan de espacios de este nivel se encontrarán con un apoyo más a sus objetivos, pero la biodiversidad urbana se alimentará sobre todo de espacios seminaturales mucho más comunes (huertos y frutales, eriales, riberas o mosaicos). La detección y protección de los espacios de reserva constituye uno de los primeros objetivos del Plan y una de las primeras infraestructuras de soporte de la biodiversidad claramente definidas.

Además de estas reservas, la propia ciudad puede desarrollar espacios de alta diversidad intrínsecamente urbanos a partir, por ejemplo, de las grandes

⁷ Por ejemplo taludes blandos, importantes para especies como los abejarucos o el avión zapador, arenales abandonados que harán las delicias del sapo de espuelas o del grillo cebollero, antiguas canteras que aparecen ahora como humedales ocultos con una fauna y una flora de gran interés e incluso las medianas de las vías de comunicación.

superficies destinadas a almacenamiento que poseen muchas empresas o los terrenos de algunas grandes factorías, colindantes con los cursos de agua que las abastecen. Estos espacios son adecuados para desarrollar comunidades complejas de fauna y flora con una intervención mínima. Hough (1995) habla de espacios de gran potencial faunístico derivados de la acción humana, citando como ejemplos las lagunas de tratamiento de aguas residuales, las canteras abandonadas o los terrenos industriales. También es posible conseguir lugares fuertemente intervenidos pero que pueden sostener una comunidad faunística enriquecida si su diseño y mantenimiento es el adecuado: los bordes e isletas de las vías de comunicación y ferrocarriles, instalaciones militares, plantas depuradoras y, en general, cualquier tipo de instalación de acceso restringido que soporte vegetación espontánea.

4.2. Corredores y espacios de conexión

El Plan de biodiversidad debe garantizar la conectividad ecológica del territorio urbano. El análisis debe mostrarnos las conexiones espaciales existentes y disponibles para diseñar una trama biológica continua creando las infraestructuras necesarias. La base de la conectividad ecológica debe establecerse a partir de la red existente, potenciando los elementos lineales y su capacidad para el desplazamiento de las especies y eliminando barreras en la medida de lo posible. Dado que las redes de comunicaciones humanas también son, por definición, continuas y que se superponen y cruzan sobre la red ecológica, es necesario prestar una atención especial al solapamiento de ambas redes de tal manera que la continuidad biológica no se vea amenazada. Las riberas urbanas son el ejemplo más claro de los corredores ecológicos en la ciudad. Si se consigue garantizar una mínima banda continua de bosque de ribera con especies silvestres los niveles de biodiversidad ascienden sustancialmente, no sólo por la profusa vegetación del borde del agua, sino también por la presencia de algunos animales más raros de ver en ámbitos urbanos, garzas, rapaces y algunos carnívoros de pequeño tamaño, por ejemplo.

La protección de redes ecológicas en lugar de espacios aislados se recoge en el «Plan de Acción para los espacios naturales protegidos del Reino de España» y en los documentos estratégicos europeos para la protección de la naturaleza, como ECCONET (*European Ecological Network*). Uno de los ejes fundamentales de este planteamiento es la protección de los corredores que unen los núcleos de la biodiversidad. Los modelos basados en redes ecológicas y corredores se van incorporando de forma paulatina a los planes de conservación e investigación de especies y espacios naturales y constituyen, en palabras de Jongman y Pungetti (2004), una respuesta a la creciente certeza de que los métodos tradicionales de conservación de la naturaleza no son sostenibles a largo plazo sin un modelo territorial coherente.

La reserva de conexiones espaciales exclusivas para el soporte de la biodiversidad plantea dificultades económicas, por lo que resulta preciso combinarlas con otras infraestructuras urbanas lineales compatibles con este papel ecológico generando auténticos “corredores verdes multifuncionales” que pueden

incluir senderos o vías peatonales y carriles-bici y asociarse con otros elementos lineales, como vías pecuarias, ríos o canales (respetando la necesaria intimidad, espesura de la vegetación y presencia de refugios que permitan un uso compartido por la fauna y por los usuarios), generando elementos muy interesantes de cara a la articulación territorial. Estos “corredores verdes” combinan un valor cultural y de ocio en la naturaleza con un potencial específico como conexiones dentro la red ecológica.

Los anillos verdes integran la conectividad ecológica con la movilidad de los ciudadanos y con un modelo continuo de espacios verdes. Estas infraestructuras anulares consiguen enlazar entre sí las reservas y los núcleos de biodiversidad externos y sirven como puente entre el núcleo urbano y su entorno, formando el soporte físico principal de esta red. No obstante, a veces resulta imprescindible crear desde cero conexiones ecológicas que enlacen el tejido urbano con los núcleos de biodiversidad.

4.3. Parques y espacios interiores

Las principales infraestructuras de soporte de la biodiversidad en el interior de la ciudad se integran en parques y jardines, que se convierten en valiosos hábitats mediante un diseño y ajardinamiento adecuados. La creación, en dichos parques, de refugios, micro-reservas o zonas aisladas de nidificación y alimentación supone incrementar sustancialmente su capacidad de soporte biológico, enlazando con los corredores y las reservas externas. Además, estas intervenciones (y aquí entra el criterio, la experiencia y la capacidad de los planificadores) enriquecen, mejoran y potencian su uso social y recreativo. Muchas ciudades exhiben orgullosas la fauna y flora de sus jardines históricos o de sus riberas urbanas, publican monografías y guías y observan, estudian y cuidan a sus huéspedes. La mayoría de estos parques mantienen una actividad social intensa y se convierten en auténticos centros culturales. Estos espacios guardan las claves de una alta biodiversidad urbana: la madurez y el desarrollo de su vegetación, la autorregeneración y la presencia de renuevos, la diferenciación de múltiples estratos, la gran variedad de portes y edades en sus árboles, la presencia de agua, etc.

4.4. El tratamiento de la diversidad urbana

Algunas ciudades españolas y europeas han ido adoptando soluciones y propuestas varias para potenciar y mejorar su biodiversidad. El más antiguo de estos ejemplos es el Plan de los cinco dedos de Copenhague, iniciado en los años 40 y que ha mantenido su estructura hasta la actualidad. Se proponía un crecimiento urbano estrecho a lo largo de los cinco dedos, dejando entre ellos grandes espacios verdes que se iban ampliando de forma progresiva al alejarse del centro histórico. El crecimiento de los “dedos” se realiza impulsado por grandes líneas de transporte público y por la idea de que todos los habitantes dispongan de espacios verdes cerca de su domicilio.

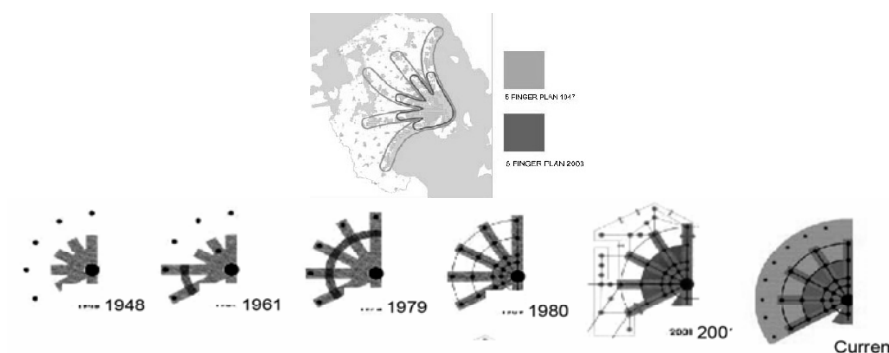


Figura 4. Evolución de la estructura del Plan de los Cinco Dedos y de la Gran Autoridad de Copenhague.

Siguiendo el planteamiento de los cinco dedos de Copenhague el Plan General de Ordenación Urbana de Valladolid de 1997 proponía el diseño de “cuñas verdes”, grandes parques alargados que enlazaban el borde urbano con su interior y que podrían actuar como “bombas de biodiversidad” hacia los parques y jardines interiores. En general, este tipo de propuestas pasan por el diseño de “parques lineales”, espacios verdes largos (muchas veces vinculados a riberas, canales o vías de comunicación) capaces de unir los elementos conectivos de la red y de permitir el paso de fauna y flora hacia las zonas verdes del interior de la ciudad.

La Adaptación del PGOU de Valladolid del 2003 pretendía completar estas estructuras con el diseño de un “anillo verde” que enlazara todas estas cuñas por el exterior de la ciudad. Este tipo de anillos, especialmente si se complementan con grandes corredores ecológicos suponen uno de los principales apoyos para el modelo de infraestructuras de biodiversidad urbana.

La ciudad de Vitoria dispone de un valioso “anillo verde”, seleccionado para el concurso de Buenas Prácticas patrocinado por Dubai en 2000, y catalogada como BEST. El anillo verde de Vitoria-Gasteiz, originalmente un plan de restauración ambiental del entorno urbano, ofrece en la actualidad una superficie de más de 400 Has. de espacios verdes distribuidos en 4 parques que rodean la ciudad, y que incluyen zonas húmedas, huertos de ocio, senderos y, en general, una mejora sustancial de las condiciones naturales.

Las mejoras en la biodiversidad de estas zonas son notables, destacando la presencia tras la restauración del humedal de Salburúa de más de 200 parejas reproductoras de aves acuáticas y 1.700 ejemplares invernantes.

Otras veces se ha optado por un diseño discontinuo, en el que pequeños parques próximos entre sí a modo de islas, mantienen una parte de la conectividad. El diseño del arbolado urbano, en este sentido, resulta tener un carácter complementario pero de gran influencia en el mantenimiento de las conexiones.

Además de las figuras de planeamiento urbano, otros planes y programas de desarrollo, como las Agendas 21 o algunos Planes de desarrollo Sostenible han

hecho hincapié en la biodiversidad urbana y su potenciación. Un ejemplo patente es la Agenda Local 21 de Bilbao, centrada en actuaciones como la protección de árboles singulares, la Presa de Bolintxu como zona húmeda artificial y otras zonas periurbanas de especial interés, recogidas por el Plan Territorial Parcial del Área Funcional del Bilbao Metropolitano.

Aunque resulta relativamente frecuente la aparición de epígrafes sobre biodiversidad urbana en el planeamiento y la ordenación territorial, incluso a escalas territoriales muy grandes como *Scotland's Biodiversity*⁸, existen muy pocos planes específicos de Biodiversidad Urbana. El *Surrey Urban Biodiversity Action Plan* (UBAP) es uno de estos casos. Entre sus objetivos destacan la protección de espacios importantes, la creación de hábitats y corredores, el control de los desarrollos urbanísticos de forma compatible con los criterios de biodiversidad y, sobre todo, la implicación social en todos los niveles para promover y fomentar la vida silvestre en el entorno urbano.

El *Dublin City Biodiversity Action Plan* (2007-2010) es otro ejemplo destacable de estas ciudades. Este Plan de Acción consta de cinco líneas destacadas, dirigidas a mejorar la información, promover un modelo participado de planificación de la biodiversidad, integrar la naturaleza en el desarrollo urbano, gestionar el ecosistema urbano y mejorar la sostenibilidad urbana utilizando la biodiversidad como indicador. Este Plan recoge claramente el sentido de potenciar la biodiversidad como símbolo e indicador de la calidad de vida de los ciudadanos y potenciar una relación más estrecha para beneficio mutuo. Entre las actuaciones propuestas destacan la protección del entorno de los espacios naturales más valiosos, implementar planes de mejora de los parques y zonas verdes, identificar y potenciar especies y lugares clave, integrar biodiversidad, ocio y educación ligando diferentes tipos de espacios, promover buenas prácticas o desarrollar diferentes proyectos demostrativos sobre la planificación y gestión de espacios de biodiversidad urbana.

5. Conclusiones

La implementación de infraestructuras pensadas y diseñadas específicamente para potenciar la biodiversidad urbana, como un aspecto más de la sostenibilidad y la calidad de vida, y su incorporación al planeamiento urbano y la ordenación territorial suponen un beneficio neto para la ciudad y sus habitantes.

El concepto de infraestructuras de soporte de la biodiversidad resulta novedoso en cuanto a su contexto teórico, pero muchos de los elementos que constituyen dichas infraestructuras han sido incorporados ya a planes urbanísticos y directrices de ordenación territorial. Algunas ciudades disponen de planes específicos de biodiversidad y muchas otras incorporan criterios específicos en su planeamiento cuyo espíritu y praxis resultan similares al sistema de infraestructuras planteado. El principal aporte de un modelo de Infraestructuras de biodiversidad es, por tanto, la sistematización de los objetivos y las líneas de

⁸ Scotland's Biodiversity - It's in Your Hands - A strategy for the conservation and enhancement of biodiversity in Scotland.

actuación en un programa coherente. Esta sistematización garantiza el funcionamiento conjunto de las diferentes propuestas y su evaluación y realimentación integrada, evitando interacciones negativas entre las diferentes propuestas y potenciando sus efectos sinérgicos. Por otro lado, la adopción de un modelo de infraestructuras equipara el soporte de la biodiversidad a otras infraestructuras orientadas a garantizar la calidad de vida de los ciudadanos, desde el abastecimiento de alimentos, energía y productos hasta la accesibilidad y movilidad, facilitando su consideración conjunta y su integración en el diseño urbano. La necesaria sincronía entre los procesos de biodiversidad urbana y las herramientas de planificación necesitan que las demandas y necesidades de la biodiversidad urbana se contemplen con un nivel de prioridad mucho mayor de lo que se ha hecho hasta ahora como norma general.

Las infraestructuras de soporte de la biodiversidad deben incorporarse a las diferentes herramientas de planeamiento urbano y formar parte de cualquier iniciativa orientada a la mejora en la calidad de vida y en la sostenibilidad urbana. Las grandes infraestructuras propuestas (núcleos y áreas de reserva, corredores ecológicos, áreas tampón, anillos verdes, espacios degradados y restaurados, espacios libres, parques y jardines, humedales, cuñas verdes, setos y linderos vegetales, corredores verdes multifuncionales, etc.) y los elementos vinculados a los procesos constructivos y de ajardinamiento (refugios, nidales, recursos alimenticios, etc.) deben recogerse en el diseño urbano, tanto en planes específicos como en las herramientas disponibles.

Estos planes y programas deben estar elaborados por equipos técnicos pluridisciplinarios, a partir del análisis y el conocimiento en profundidad del ecosistema urbano y de los ecosistemas de su entorno y disponiendo de recursos y voluntad suficientes como para garantizar su funcionamiento estable. El ámbito local de este planteamiento debe estar, además, incluido en modelos territoriales de mayor rango coherentes con los criterios expuestos, que garanticen la integridad de las redes ecológicas independientemente de la escala de trabajo. Así, el planeamiento local se imbrica de forma armónica en las Directrices de Ordenación de ámbito subregional y éstas en las Redes de Espacios Naturales Protegidos y en la Red Natura 2000 de la Unión Europea u otras redes internacionales equivalentes de forma sucesiva.

Es importante romper la dicotomía existente entre medio urbano y biodiversidad y tomar conciencia de que la biodiversidad urbana puede ser un indicador más de calidad de vida. Las ciudades deben participar de forma activa en el fomento de la biodiversidad tanto por los beneficios que obtiene la propia ciudad como por ofrecer un cambio en el papel que las zonas urbanas han jugado hasta ahora en el proceso de pérdida global de biodiversidad que manifiesta nuestro planeta.

Bibliografía

ALCANDA P. (2007): *Los paradigmas de la gestión forestal en el Siglo XXI, Conservación de la biodiversidad, fauna vertebrada y gestión forestal*. UBE, Centre Forèstal/Tecnologic de Catalunya, Barcelona.

- ALVEY, A. (2006): "Promoting and preserving biodiversity in the urban forest" en *Urban Forestry & Urban Greening* núm. 5. pp. 195–201. Elsevier.
- BRADLEY, G. A. (ed.) (1995): *Urban forest landscapes. Integrating multidisciplinary perspectives*. University of Washington Press, Seattle.
- CLERGEAU, P. CROCCI, S. JOKIMAKKI, J. KAISANLAHTI-JOKIMAKKI M. DINETTI, M. (2006): "Avifauna homogenisation by urbanisation: Analysis at different European latitudes" en *Biological conservation* núm. 127, pp. 336-344.
- COUNCIL OF EUROPE, UNEP & EUROPEAN CENTRE FOR NATURE CONSERVATION (1996): *The Pan - European biological and landscape diversity strategy, a vision for Europe's Natural Heritage*. Council of Europe.
- FAGAN, W.F. (1997): "Omnivory as an stabilizing feature of natural communities" en *American Naturalist* núm. 150, pp. 554-567. University of Chicago Press.
- GIACOMINI, V. (1981): "Rome considered as an ecological system" en *Nature and resources* XVII, núm. 1, pp. 13-19.
- GURRUTXAGA, M. (2004): *Conectividad ecológica del territorio y conservación de la biodiversidad. Nuevas perspectivas en ecología del paisaje y ordenación territorial*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- HERRERA P. et al. (2005): "Un modelo de protección del sistema ecológico local para aplicar en las directrices de ordenación territorial de ámbito subregional", en FERNÁNDEZ MANSO et al. *Nuevos retos de la Ordenación del Medio Natural*, Orense, Universidad de León, pp. 104-116.
- HOLLING C.S. (1987): "Simplifying the complex: the paradigms of ecological function and structure" en *European Journal of Operational Research* 30 (2). pp. 139-146
- HOLWAY, DAVID A., SUAREZ, ANDREW V. (2006): "Homogenization of ant communities in Mediterranean California: The effects of urbanization and invasion" en *Biological conservation* núm. 127, pp. 319-326.
- HOUGH, M. (1995): *Naturaleza y Ciudad. Planificación urbana y procesos ecológicos*. Gustavo Gili, Barcelona. pp. 184-190.
- JONGMAN R. y PUNGETTI G. (2004): *Ecological networks and greenways*. Cambridge University Press. Cambridge.
- KAY J.J. Y SCHNEIDER E. (1995): "Embracing complexity. The challenge of the ecosystem approach" en *Alternatives Journal* volume 20 (3) pp.220-224. University of Waterloo, Canadá.
- MAGURRAN, A. E. (1988): *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- MCHARG, IAN L. (2000): *Proyectar con la Naturaleza*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona (ed. orig. Nueva York, 1969).
- MCKINNEY, MICHAEL L. (2006): "Urbanization as a major cause of biotic homogenization" en *Biological conservation* núm. 127, pp. 247-260.
- MITCHELL B. (1998): *La gestión de los recursos naturales y el medio ambiente*. Mundi-Prensa, Madrid.

- MUMFORD L. (1961): *The City in history*. Harcourt, Brace & World, Nueva York.
- NUÑEZ, GONZALEZ-GAUDIANO, É. y BARAHONA, A. (2003): “La biodiversidad: historia y contexto de un concepto” en *INCI* vol.28, núm. 7, julio de 2003. pp.387-393. Caracas.
- OLDEN, J.D., POFFA, N. L., MCKINNEY, M. L. (2006): “Forecasting faunal and floral homogenization associated with human population geography in North America” en *Biological conservation* núm. 127, pp. 267-271. Elsevier.
- ORIA DE RUEDA J.A. y DE ZAVALA, M.A., (1993): “Mantenimiento de la Diversidad biológica en la gestión de Ecosistemas Forestales” en el Tomo IV del *Congreso Forestal Español*. Lourizán, pp. 59-62.
- QUINTAS D. -dir. y coord.- (2003): *Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz*. Textos de Mario Sáenz de Buruaga. Centro de Estudios Ambientales; Vitoria-Gasteiz.
- SAVARD, J. L., CLERGEAU, P., MENNECHEZ G. (2000): “Biodiversity concepts and urban ecosystems” en *Landscape and urban planning* núm. 48, pp. 131 – 142.
- SCHWARTZ, M. W., THORNE, J.H., VIERS, J.H. (2006): “Biotic homogenization of the California flora in urban and urbanizing regions”, en *Biological conservation* Volume 127, pp. 319-326 y 282-291.
- SUKOPP, H. (1998): “Urban ecology—scientific and practical aspects”, en Breuste, J., Feldmann, H., Uhlmann, O. (eds.), *Urban Ecology*. Berlín, Springer, pp. 3–16.
- ZERBE, S., MAURER, U., SCHMITZ, S., SUKOPP, H. (2003): “Biodiversity in Berlin and its potential for nature conservation” en *Landscape and Urban Planning* núm. 62, pp.139–148.

Referencias en la Web:

- «Anillo verde de Vitoria-Gasteiz», disponible en:
<http://habitat.aq.upm.es/bpes/onu04/bp1868.html>
- «Dublin City Biodiversity Plan», disponible en:
[http://www.dublincity.ie/Images/Dublin%20Biodiversity%20Plan%20\(draft\)_tcm35-49809.pdf](http://www.dublincity.ie/Images/Dublin%20Biodiversity%20Plan%20(draft)_tcm35-49809.pdf)
- «Estrategia para la biodiversidad de Helsinki (Finlandia)», disponible en:
<http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp128.html>
- «Scotland’s Biodiversity - It’s in Your Hands - A strategy for the conservation and enhancement of biodiversity in Scotland», disponible en:
<http://www.scotland.gov.uk/Publications/2004/05/19409/37916>
- «Surrey Urban Biodiversity Plan» (UBAP), disponible en:
http://www.surreycc.gov.uk/sccwebsite/sccwspages.nsf/LookupWebPagesByTITLE_RTF/Surrey+Urban+Biodiversity+Project?opendocument