

NATURACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN Y DISEÑO URBANOS

NATURE IN URBAN PLANING AND DESIGN

Julián Briz Escribano¹, Isabel de Felipe Boente², Teresa Briz de Felipe³

1. ANTECEDENTES

La naturación supone involucrar la vida rural y urbana mediante especies vegetales y animales que mejoren las condiciones de vida de forma sostenible. Naturación proviene del término latino *natura* en su sentido más amplio y se utilizó por primera vez en 1999 (Briz J., 1999).

Las actividades en los escenarios rural y urbano están cada vez más entrelazadas con dependencia mutua, siendo difícil, a veces, establecer una línea de demarcación clara, con especificaciones urbano, periurbano y rural. La dinámica de la ciudad en su expansión hacia el espacio rural hace que los espacios periurbanos queden fagocitados en cortos periodos de tiempo y transformados en urbanos, generando nuevos espacios periurbanos.

Hay un proceso de urbanización acelerado. En la UE el 70% de la población urbana y las megaciudades con cierto atractivo cultural y oportunidades de empleo se enfrentan a problemas derivados de la concentración demográfica,

¹ Catedrático Emérito UPM. Presidente de PRONATUR. Miembro de las Juntas Directivas de World Green Infrastructure Network (WGIN) y la Asociación Europea de Ciudades Verdes (EFB). julian.briz@upm.es

² Profesora Titular de Universidad jubilada. Miembro del Consejo de Dirección de itdUPM. isabel.defelipe@upm.es

³ Profesora Contratada Doctora. Universidad Politécnica de Madrid. Miembro español de la European Network of Organic Agricultural Teachers (ENOAT). teresa.briz@upm.es

como son la contaminación aérea y acústica, la dependencia energética y de materias primas, el cambio climático e isla de calor, el reciclado de residuos, salud e higiene y el aislamiento social.

De todos es sabido que las zonas verdes mejoran la calidad de vida, pero su implantación puede ser costosa. A fin de comparar los resultados en las distintas ciudades, se necesita tener reconocida la metodología para evaluar los costes y beneficios en la población y el impacto sobre el medio ambiente. En la siguiente ilustración se describen algunos de los elementos que afectan a la calidad de vida y los efectos de las áreas verdes (Figura 1).

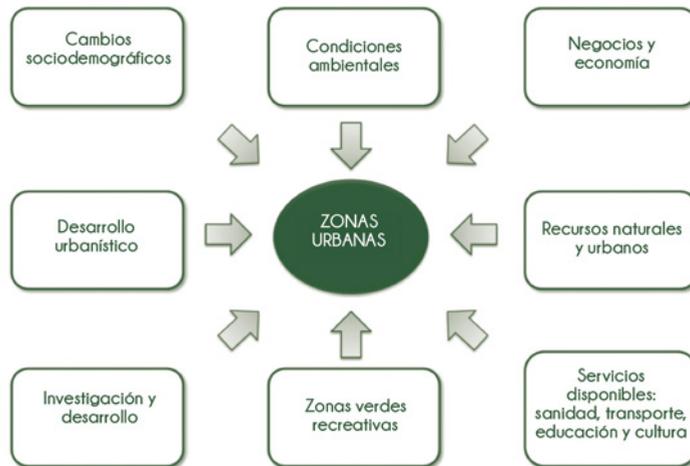


Figura 1. Factores que afectan a la calidad de vida y a la sostenibilidad urbana. Elaboración propia.

La complejidad de los problemas exige diferentes soluciones, y para ello deben involucrarse equipos multidisciplinares de geógrafos, sociólogos, arquitectos, ingenieros, botánicos, economistas y médicos, entre otros. La planificación urbana tiene ante sí una serie de retos que van desde el diseño de las calles y viviendas, a la innovación en materiales de construcción, naturación de edificios, huertos, jardines y zonas de recreo. El modelo urbano actual no es viable y debe encuadrarse dentro de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Los retos de la naturación urbana requieren una aproximación holística hacia todos los sectores. Hay que coordinar medidas políticas con técnicas y estrategias empresariales, así como las corrientes de opinión de las organizaciones vecinales. Es necesario jerarquizar las medidas de acción para lograr la sostenibilidad de las ciudades, identificando las prioridades sobre factores cla-

ve en el funcionamiento, tales como la salud humana, el confort en el alojamiento, el paisaje y áreas de recreo, la alimentación sostenible y la vertebración social.

El elemento clave en la naturación es la biodiversidad, que recoge la variedad de ecosistemas, hábitats y especies que nos rodean, contribuyendo a regular el microclima urbano, mejorando la calidad del aire que respiramos, el nivel de humedad y hasta la propia seguridad alimentaria. En términos relativos, la biodiversidad en la naturación urbana es superior a la rural, con monocultivos extensivos en aras de una mayor productividad. Las presiones sobre la biodiversidad proceden de los cambios en las condiciones naturales del entorno urbano, que provocan un cambio climático y una mayor contaminación, con reducción de las zonas verdes consecuencia de la presión especulativa sobre el suelo disponible. De ahí la importancia de la agricultura en altura (*vertical agriculture*) que recupera espacios de cubiertas, paredes e interiores de edificios.

Es de interés analizar la respuesta de la sociedad urbana a los condicionantes geográficos y económicos usando como instrumento la naturaleza. La actitud de movimientos sociopolíticos es muy variable a lo largo de la historia y nos explica, en parte, las barreras o facilidades que la naturación ha encontrado para su implantación.

La idea de la «ciudad verde» en un concepto amplio de estilo y medio ambiente favorable, se engarza con ciertas líneas utópicas. Es una ciudad isla rodeada por la naturaleza. Por ejemplo, tenemos el sentido bucólico del Paraíso, donde los humanos se alimentan de los frutos de la tierra sin apenas trabajar. En la civilización griega, Platón, en su obra *La República*, concibe la ciudad-estado que absorbe por completo al individuo, lo educa y lo controla en una sociedad totalmente jerarquizada que choca con algunos de los principios como la libertad.

En la época medieval florecen las grandes ciudades, con una base mercantil, donde la burguesía se defiende del poder de la nobleza. Las ciudades son prácticamente autónomas y se autoabastecen de alimentos de su entorno, se encuentran amuralladas (ciudad fortaleza) y aisladas de la naturaleza. En el siglo XIX, movimientos socialistas liderados por Charles Fourier y Robert Owen muestran su preocupación por el impacto perjudicial de la revolución industrial y el capitalismo en el tejido social y el medio ambiente. Su idea de tener comunidades que protejan el medio ambiente y sus habitantes vivan en paz y armonía, los lleva a crear núcleos como New Harmony en EE. UU.

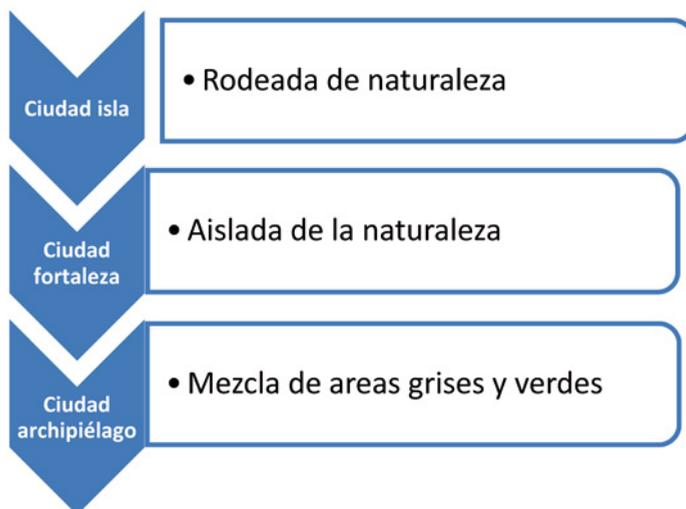


Figura 2. Evolución del tipo de ciudad. Elaboración propia.

El socialismo marxista de finales del siglo XIX y principios del XX supone un reto al movimiento verde: la prioridad a la industrialización, el crecimiento económico, la centralización de la Administración y la lucha de clases, es una marcha atrás en las concepciones verdes.

En los años 30 del siglo pasado, Lewis Mumford, filósofo y urbanista estadounidense, denunciaba que las ciudades modernas y sus alrededores no satisfacían las necesidades de sus pobladores. La gran metrópoli requería una gran inversión de capital e imponía unos elevados medios de transporte. Las zonas periurbanas perjudicaban el paisaje y no tenían autonomía económica ni cultural. Hoy en día se habla de las ciudades-jardín y de planificación biorregional. Es la ciudad archipiélago con mezcla de grises y verdes.

Históricamente, la remodelación de la ciudad se ha visto condicionada por factores sanitarios y sociopolíticos. Las sucesivas plagas de peste bubónica, cólera, gripe española y COVID-19, han obligado a replantear las acciones urbanísticas, como la canalización de aguas sucias a través del alcantarillado subterráneo, calles más amplias para renovación del aire, cinturones verdes y de circunvalación de tráfico, entre otras. Otra característica urbana es la distribución geográfica de sus habitantes, según su actividad, religión o renta. En la Edad Media existían los barrios gremiales (carpinteros, herreros), religiosos (cristianos, judíos, musulmanes) y según su posición social, desde los más ri-

cos a los más pobres. La arquitectura estaba diferenciada, así como la proporción de zonas verdes.

Gilles Clement (Socio de Honor de PRONATUR 2020⁴) y personalidad internacional en el mundo de la jardinería, denomina en una entrevista «el tercer paisaje» a aquel lugar donde se refugia la biodiversidad que es expulsada de otros paisajes (el planetario y el paisaje en movimiento) por la mano del hombre. Nos referimos a espacios abandonados, marginales, que se convierten en selvas naturales y zonas de topografía complicada. Hay un Manifiesto por el Tercer Paisaje y ya hay ciudades, como Londres, que dejan espacios tanto en el suelo como en las cubiertas, para que sean invadidas por flora y fauna autóctonas.

Para algunos autores (Santosh G., 1998) los prototipos urbanos están evolucionando de una ciudad dinámica contaminada a una ciudad saludable y funcional. De forma más reciente, el COVID-19 está acelerando una serie de procesos como el teletrabajo, aprovechando las oportunidades de las nuevas TIC. Ello implica también un nuevo diseño de vivienda hogar-oficina donde se realicen actividades que hasta ahora estaban separadas. La nueva vivienda va a requerir espacio de ocio y recreo, con naturación incorporada. El impulso a los sistemas de transporte colectivo o la cohabitación responsable intergeneracional, son otros aspectos a considerar en el diseño urbanístico.

2. MODELOS DE CIUDAD Y NATURACIÓN

Ciudad y naturación constituyen dos escenarios que se solapan creando diferentes tipologías según su estructura. Se habla de ciudades inteligentes, ecológicas, verdes, con distintas matizaciones. La naturación se contempla de forma espontánea o cultivada, de agricultura de suelo y agricultura en altura (vertical agriculture) (Briz, J., Kohler, M., y De Felipe, I., 2017).

Una ecociudad es un asentamiento humano autosostenible, con ecosistemas naturales que proporcionan condiciones saludables a sus habitantes, que tienen un balance positivo en la relación producción-consumo de productos y recursos, sin excedente de residuos ni externalidades negativas en su entorno. Sus habitantes mantienen unas relaciones sociales adecuadas con equidad y justicia.

El modelo de comportamiento del ecosistema urbano es similar a los organismos vivos: respiran (utilizan energía exógena o endógena), crecen (se modi-

⁴ www.pronatur.es

fican a lo largo del tiempo en su estructura, tamaño y forma), se reproducen (desarrollo y planificación, nivel de formación e información), se mueven (transporte terrestre, aéreo, acuático), se alimentan (agua, aire, alimentos físicos) y generan residuos (orgánicos, aguas residuales, materiales contaminados).

Para su desarrollo necesitan una serie de recursos, tanto materiales como humanos. La naturación aporta a través de las plantas y los sustratos, nutrientes, función clorofílica y áreas de recreo y alimentos. Los servicios de la urbe deben incluir actividades socioeconómicas y culturales que se ven potenciadas mediante las infraestructuras verdes. La mejora del bienestar en el complejo organismo urbano requiere disponer de una metodología que, a través de unos criterios claros, permita evaluar su funcionamiento y hacer propuestas viables y sostenibles.

«Ecocities Builders», entre otras organizaciones, viene trabajando en este campo, y ha elaborado unas normas, las «International Ecocity Framework Standard Initiative». Para su implementación se necesita información detallada de las condiciones socio demográficas y ambientales urbanas basadas en un sistema de gestión integral bidireccional, de arriba abajo y viceversa, consultando a todos los actores de la ciudad, desde vecinos, empresarios, funcionarios, políticos y académicos, entre otros, lo que nos proporcionará las bases para desarrollar herramientas técnico-socioeconómicas que hagan urbes vivas, verdes, saludables y sostenibles.

Los edificios naturados con enfoque de recreo tienen las siguientes modalidades:

- Naturación intensiva y elevado control: Elevado nivel de inversión (El Bosco Verticale de Milán, Edificio One Central Park de Sidney, Marina Bay Sands en Singapur), comunidad de propietarios organizada que asume gastos de mantenimiento, programación y realización por expertos (plantas, riego, fitosanitarios, poda, fertilizantes).

- Naturación semi-intensiva y control medio: La institución local (Ayuntamiento) ayuda en el diseño, facilita plantas y apoyo por expertos. Los vecinos realizan el mantenimiento (Ámsterdam, París). La comunidad de propietarios puede establecer unas normas de funcionamiento: espacios públicos, comunitarios y privados (comunidades en Oslo).

- Naturación escasa y bajo control: Los vecinos tienen libertad de diseño y mantenimiento.

- Naturación a nivel de suelo: Parques y Jardines. Públicos con libre acceso: Gestión y mantenimiento por entidad local. Privados: acceso limitado y gestión privada. Gestión público-privada: vías y calles, arbolado, setos, arbus-

tos y maceteros. Posible colaboración y mantenimiento por el vecindario de alcorques, limpieza y riego.

- Naturación con enfoque comercial: Inversión público-privada: producción alimentos de proximidad. Control y mantenimiento por el propietario.



Figura 3. Museo Brandy. París. (I. de Felipe).

La Agricultura Urbana en Altura (AUA) está teniendo un interés creciente en las ciudades al ser una práctica emergente que combina agricultura y urbanismo, economía, bienestar y medioambiente.

Hay una serie de variantes, desde jardinería a producción alimentaria, cultivos al aire libre o forzados (túneles, invernaderos), donde la gestión del agua, reciclado de residuos, gases y calor son componentes esenciales. La AUA se asocia a lo local, con impacto económico y de comportamiento humano, aprovechando espacios infrautilizados (paredes, cubiertas, interiores), en lugares con escasez de espacio.

En el caso de cubiertas verdes, las modalidades de cultivo, en sustrato extendido o a través de contenedores, deben cumplir con las restricciones de peso admisible y capacidad de retención de agua. Por ello, suelen utilizarse materiales livia-

nos (volcánico, fibra de coco, perlita, etc.) que sean drenantes. Respecto al escenario socioeconómico, se ha de contemplar la prioridad de los objetivos seleccionados: recreo-paisajístico, económico y negocios, si debe ser o no visitable, con vegetación espontánea o cultivable. El enfoque de negocios requiere un conocimiento previo del mercado, buscando productos con gran rotación, de alto valor añadido, de carácter fresco y perecedero, no voluminosos y de entrega inmediata. Los hortícolas, flores y plantas ornamentales suelen ser los habituales.

En el caso de los cultivos forzados, en los invernaderos, se pueden beneficiar del reciclado de calor y gases procedentes de calderas de calefacción de los edificios y también de la lucha biológica utilizando especies predatoras adecuadas en función de las plagas existentes.

3. NUEVOS HORIZONTES EN LA PLANIFICACIÓN Y DISEÑO URBANO

El futuro de la naturación urbana está estrechamente relacionado con el funcionamiento de las áreas verdes. A continuación, se muestran en la figura 4, algunos datos sobre dicho funcionamiento de las superficies naturadas.



Figura 4. Funcionamiento de las áreas verdes. Elaboración propia.

El diseño urbano viene incorporando la naturación de formas muy variadas en las últimas décadas⁵ (Velázquez LS, 2017). Ciudades como Nueva York han aprovechado infraestructuras existentes para incorporar zonas verdes. NY High

⁵ <https://www.nuevayork.net/high-line>

Line aprovechó los pasos elevados en las calles para sustituir el tráfico de automóviles por zonas ajardinadas de paseo. Los túneles de tranvías abandonados se están recuperando con sistemas de espejos que los iluminan con luz solar para disponer de zonas verdes y paseos, según el proyecto NY Low Line. Otras ciudades aprovechan las cubiertas de los edificios para espacios naturados, huertos y jardines. Madrid dispone de varias cubiertas, como el Hotel Wellington con huerto para su restaurante Raíces.

París viene siendo una de las ciudades más dinámicas en el impulso a las infraestructuras verdes urbanas. Uno de sus programas desde 2018, es «Végétalisons Paris», (<https://vegetalisons.paris.fr/vegetalisons/>) proyecto «on line» colaborativo que contempla un amplio abanico de posibilidades. Los ciudadanos pueden presentar sus propios proyectos que, una vez acordados con el Ayuntamiento, este permite su instalación con donación de un kit de sustrato y semillas. Cabe también la opción colaborativa, donde los urbanitas pueden unirse a proyectos o actividades en áreas verdes, ya en realización, con lo que obtienen un reconocimiento a través de regalos o puntos. Las modalidades de enverdecimiento son muy variadas, desde fachadas y cubiertas verdes, interiores de edificios, huertos en superficie, alcorques, balcones, y colmenas para facilitar la polinización. La respuesta ha sido muy positiva y en el primer año se han ejecutado cerca de 1500 proyectos.



Figura 5. Huerto en la terraza del Hotel Wellington. Madrid (I. de Felipe)

A título de ejemplo práctico se mencionan a continuación algunos de los indicadores urbanos de diseño y sostenibilidad (Australian Institute for Urban Studies, 1993; Zárata, 2019):

- Regeneración de la flora y la fauna. Interrelación entre la flora y fauna urbana con las autóctonas. Densidad de población por áreas verdes y árboles. Espacios y viveros dedicados a la conservación de la vegetación. Censo de especies autóctonas. Plagas y enfermedades que afectan a la flora y fauna. Crecimiento potencial de la implantación de parques y pasillos verdes por toda la ciudad.

- Actividad económica: Apoyo a la conservación medioambiental. Ética comercial en actividades financieras. Diversidad y tipo de actividades económicas desarrolladas. Utilización de productos y desarrollo de actividades respetuosas con el medio ambiente. Mercado de trabajo, tipo de empleo y tasa de paro. Coste y actividades de esparcimiento y recreo desarrollados.

- Higiene y salud. Perfil epidemiológico de los distritos urbanos. Control de contaminación aérea y su evolución. Repercusión de los ataques de asma según distritos. Frecuencia y características de los ingresos en los hospitales. Altas sanitarias según estratos y condición social de los habitantes, y su ubicación en los distritos.

- Economía circular. Ahorro energético y reutilización y reciclado de productos. Auditoría energética de los edificios con un estudio de sus consumos en función de su forma, construcción y usos. Consumo energético por habitante y kilómetro recorrido tanto por los residentes como por los no residentes. Índice de reciclado de productos, volúmenes, tipo, tasa de evolución y eficiencia del proceso de reciclado. Control de desechos y desperdicios.

- Calidad del aire. Variación de su composición según el espacio y el tiempo. Niveles de emisión de CO₂, SO₂, óxidos nitrogenados. Emisiones de tráfico, calefacciones según distritos. Partículas en suspensión, niveles de contaminación según efectos. Radiación ultravioleta y niveles de ozono (Linares *et al.*, 2020)

- Ocupación del espacio urbano. Sistemas de información geográfica y mapas de la distribución de la población. Número y características de los residentes y visitantes. Utilización de los espacios urbanos a través de indicadores y acceso a espacios abiertos y naturados.

- Urbanismo y calidad de vida. Diseño que facilite un medio ambiente favorable. Corrientes de aire, temperaturas y microclimas existentes. Tipo de materiales utilizados, conservación de la energía y sus efectos. Retención de agua, contaminantes y partículas de polvo. Impacto medioambiental de la

infraestructura de drenaje, calles y comunicaciones, conducciones eléctricas y telefónicas. Limpieza y control de puntos negros de contaminación, así como su ubicación geográfica.

- Actividades socioculturales. Cuantificación, a través de índices, de actividades sociales, políticas y científicas. Mentalización y formación del vecindario sobre mejora medioambiental.
- El paisaje como bien cultural en el mundo urbano.

La mejora del medio ambiente urbano se centra en reducir los niveles de contaminación aérea y acústica. Para ello deben reducirse las fuentes contaminantes de emisión e incrementarse las de inmisión. Entre las primeras están el tráfico y las calderas de calefacción, que generan CO_2 y NO_x y partículas en suspensión. Las infraestructuras verdes a través de la función clorofílica transforman el CO_2 en C y O_2 , reteniendo además las partículas en suspensión en las hojas y el sustrato. También amortiguan la contaminación acústica. Respecto al NO_x que provoca la lluvia ácida, cabe la posibilidad de eliminarlo mediante urea cristalina que lo descompone en N_2 y O_2 . De todo ello hay abundante bibliografía sobre investigaciones en esos campos.

Otra forma de reducir la contaminación aérea es mediante la renovación de las masas de aire contaminadas. Para ello se aprovecha la diferencia de temperaturas que, de forma natural, ocasiona que el aire caliente contaminado, con menor densidad, sea desplazado por el aire frío. Las infraestructuras verdes enfrían el aire que les rodea, por ello los edificios con fachadas y cubiertas verdes y los árboles en las calles originan aire frío que desplaza hacia arriba el aire contaminado. A través de pasillos verdes que conectasen las zonas verdes en la ciudad se podrían generar de forma natural corrientes de aire. La amplitud de la calle, la altura de los edificios y su orientación, así como la ubicación, si hay barreras montañosas, cercanía al mar, ríos o lagos, son elementos para considerar. En el caso de Madrid se dispone de grandes masas verdes aisladas como son la Casa de Campo, Monte de El Pardo, El Retiro, Parque del Oeste, Madrid Río. Se trataría de crear un entramado de pasillos verdes que facilitase su comunicación y las correspondientes corrientes de aire.



Figura 6. Huertos en la Hoz del Huécar. Cuenca. (I. de Felipe).

La naturación urbana está englobada en la estrategia verde-azul (green and blue) relacionada con la gestión del agua. A través de las infraestructuras verdes se puede gestionar un aprovechamiento eficiente del agua de lluvia y el reciclado de aguas grises. Proyectos europeos como ACT on NBS se enfocan al aprovechamiento del agua de lluvia en países como Holanda y España en condiciones climatológicas muy diferentes⁶. Ciudades como San Francisco tienen ordenanzas municipales para reciclado de aguas grises que utilizan para riego de huertos, parques y jardines.

El diseño urbano contempla distintos horizontes, desde el conjunto de la ciudad, distrito, barrio o edificio. La certificación de edificios naturados se realiza en el entorno de la construcción. La certificación ambiental de los edificios es una herramienta básica para evaluar el impacto y los niveles de sostenibilidad de los edificios de acuerdo con los objetivos marcados por la sociedad, que puede premiar o sancionar sus prácticas de construcción, sistemas operativos y habitabilidad.

⁶ <https://site.unibo.it/planningandregeneration/en/international-projects/nbs>

En la actualidad, existen una serie de reglas que intentan recoger algunos de los aspectos más importantes para establecer la escala de evaluación. A continuación, a modo de ejemplo, se mencionan algunas de las certificaciones más notorias⁷:

- LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) desarrollado en Estados Unidos. Comenzó en 1993 y trató de medir la eficiencia y productividad de los «edificios verdes», estableciendo cinco categorías relacionadas con materiales, energía, atmósfera, ubicación, gestión del agua y ambiente interior. Las puntuaciones van desde certificados simples hasta plata, oro y platino. Las cubiertas verdes pueden obtener créditos dentro de esta certificación mediante el programa informático LIDER y CALENDAR, que puede simular una cubierta verde con los materiales que la componen (Contreras, E. 2017).

- DGNB. Desarrollado en Alemania (2008) por la Asociación de Edificación Sostenible y el Ministerio Federal BMVBS. Incluye el costo del ciclo de vida del edificio, cubre seis áreas (economía, cultura social, tecnología, ubicación, ecología y función) y tiene tres niveles de evaluación (bronce, plata y oro).

- HQE (Entorno calificado avanzado). Fue establecido en Francia y cubre 14 temas ambientales, divididos en cuatro partes (gestión ecológica, salud, construcción ecológica y confort) y tiene tres niveles de evaluación: bajo, alto y muy alto.

- BREEAM (Método de evaluación ambiental para la construcción de instituciones de investigación). Se utiliza en el Reino Unido para evaluar la sostenibilidad de las fases de diseño, implementación y mantenimiento, incluyendo el tipo de uso (oficina de vivienda, centro de salud, industria) y categoría (energía, gestión, materiales, etc.). La evaluación se basa en cinco partes.

- GBC-España Verde. Comenzó en 2003. Calcula el impacto del edificio en su ciclo de vida e identifica el impacto de un caso específico en el medio ambiente mediante referencia estándar. Ha certificado edificios comerciales, residenciales y de oficinas en fases de proyecto y obra terminada.

Existen también normas técnicas de construcción de cubiertas y fachadas verdes en numerosos países que orientan a los promotores.

⁷ http://www.bioeconomic.es/Ponencias/5LEED/Ecopenta_Certificaciones%20ambientales.MiM.pdf

4. ACCIONES Y POLÍTICAS CON SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

La asignación de recursos limitados en todo programa de actuación exige el conocimiento de su impacto en el bienestar de la sociedad. De ahí la importancia de mostrar de forma objetiva los costes y beneficios de las distintas alternativas que se ofrecen. Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) ofrecen un horizonte sostenible y factible. La cuestión para los que toman las decisiones radica en una serie de aspectos que encubren sus actuaciones, es decir, no abundan los trabajos que muestren claramente los costes y beneficios tanto directos como indirectos, a corto y medio plazo y además muchos de los beneficios se consideran externalidades positivas que la naturación de nuestro entorno nos ofrece gratuitamente y a coste cero.

Las SBN son un instrumento para abordar los múltiples problemas urbanos de carácter muy heterogéneo. No obstante, los métodos de análisis que se aplican están descoordinados y sufren una balcanización en su propia concepción. Hay que considerar que las diferentes soluciones están interrelacionadas y unas refuerzan a las otras, por lo que sería oportuno conocer en primer lugar la cadena de valor de las infraestructuras verdes a fin de establecer una hoja de ruta en cuya primera etapa se identificaran los problemas más significativos a estudiar y las posibles soluciones a aplicar a cada uno de ellos y en la segunda se evaluaran o cuantificasen las soluciones aplicables y sus impactos.

En cuanto a la cadena de valor en las infraestructuras verdes es esencial coordinar las sinergias entre todos los actores que intervienen en la instalación y mantenimiento de las zonas naturadas, para lograr el éxito esperado. El análisis de la cadena de valor verde urbana agrupa los distintos actores en una serie de eslabones. La debilidad de la cadena se encuentra en el eslabón más débil. Con frecuencia se construyen edificios con el potencial de ser naturados (con jardineras en los balcones, espacios disponibles en las terrazas) pero los usuarios no los aprovechan.

No basta que los arquitectos y diseñadores convencan a los promotores sobre instalar espacios utilizables para zonas verdes si los usuarios no desean incorporar la naturaleza a su entorno. Puede ser por desconocimiento, falta de interés o problemas de mantenimiento. Por ello, las instituciones públicas, como Ayuntamientos y asociaciones profesionales, deben dar las mayores facilidades de formación e información de las ventajas derivadas por su utilización. Como es sabido, en muchos casos es cuestión de tradición y cultura básica. (Briz, J. *et al.*, 2016).

La cadena se inicia en el promotor, con la inversión en la construcción en una edificación en un lugar y momento determinado. Puede tomar la decisión como un negocio que aportará los beneficios correspondientes o, dentro de una responsabilidad social corporativa, como altruismo y mejora de imagen de la sociedad.

El siguiente eslabón es el arquitecto-diseñador que siguiendo las indicaciones del promotor realiza el proyecto con las diversas modalidades que se ofrecen. El próximo actor es el constructor que ejecuta el proyecto y lleva a cabo la construcción. En el caso de un proyecto naturado intervienen el jardinero diseñador y el vivero, aportando las plantas oportunas. Finalmente está el usuario. El edificio puede habitarse en propiedad, en alquiler, de forma individual, organizarse en cooperativa o comunidad. También puede dedicarse a oficinas o centros convencionales, centros de formación y enseñanza, hospitales, museos y otras actividades urbanas.

En paralelo a la cadena de valor verde urbana existen una serie de factores externos que pueden influir en su funcionamiento. Está la Administración Nacional y Local (Ayuntamiento, Gobierno) que pueden actuar en varios frentes: planificación urbanística, normativa de uso y funcionamiento, ordenanzas para instalación de infraestructuras verdes. Comprende también concesión de ayudas y subsidios, exención de impuestos, promoción y publicidad, simplificaciones administrativas, incentivo a comunidades de vecinos, proyectos de investigación y otros (Figura 7).

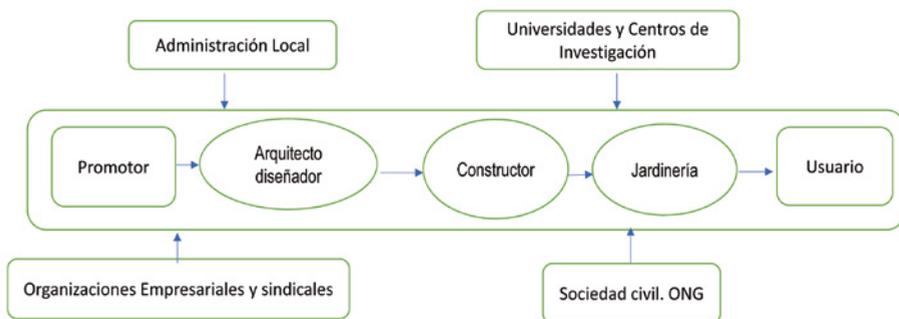


Figura 7. La cadena de valor de la naturación urbana. Elaboración propia.

Las organizaciones empresariales y sindicales pueden involucrarse de diferentes maneras en la naturación. En Tokio hay empresas que dentro del contrato laboral incluyen unas horas de los empleados para el mantenimiento de jardines existentes en el vecindario. El Ayuntamiento facilita los expertos y los

empleados realizan labores de jardinería, que sirven además como relajación dentro de sus programas de trabajo. Englobando todo ello, la economía circular actúa ahorrando recursos energéticos, produciendo alimentos y reciclando material orgánico mediante compostaje.

Una vez conocida la cadena de valor, se pasaría a la hoja de ruta, en la que en una primera etapa se identificarían los problemas por medio de una auditoría medioambiental (Arteche, F., 1998) que serviría de punto de partida a la evaluación de la naturación urbana. Parte de una serie de interrogantes planteados por muchos ciudadanos que en síntesis son: ¿Cuál es la situación actual y las tendencias en el medio ambiente urbano? ¿Qué acciones por parte de la sociedad tienen un mayor impacto y cuáles son sus procedimientos de actuación? ¿Cuáles son los efectos más significativos en los campos del sistema de vida, salud, economía, sociología y ecosistemas naturales? ¿Qué se puede hacer para corregir o evitar los efectos negativos y mejorar los positivos? En otras palabras: ¿Dónde actuar?, ¿Cómo y cuándo?

Para hacer viable la puesta en práctica de las acciones mencionadas es necesario utilizar unos instrumentos de cuantificación, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

a) Para la eficiencia energética se pueden utilizar índices de gradientes de temperaturas emisión-inmisión energética, entre otros (Britto C., 1998).

b) Para eficiencia en menor contaminación aérea se pueden evaluar las emisiones (o retenciones) de anhídrido carbónico, óxidos de nitrógeno, sulfuros, etc. Las fuentes de emisión deben ser controladas y penalizadas, en tanto que los elementos absorbentes que retienen las partículas de polvo y metales pesados, y facilitan los movimientos de la masa de aire, deben ser estimulados. En este capítulo se deben considerar los efectos de las masas verdes, árboles, parques y jardines, fachadas y cubiertas ecológicas.

Para medir la superficie naturada se puede utilizar como «variable aproximada» el factor de Superficie de Biotopo (FSB), propuesto por el Instituto de Planificación y Gestión Ambiental de Berlín. Con dicho indicador pueden conocerse las necesidades de naturación de modo cuantitativo. La utilización del FSB es apropiada en cascos urbanos de construcción densa, lo que es muy habitual en ciudades, que vienen caracterizándose, entre otros elementos, por un alto grado de sellado del suelo, un rápido desagüe de las precipitaciones en la canalización, temperaturas más altas que la media por calentamiento del hormigón y la piedra utilizados en la construcción, una elevada concentración de partículas de polvo y falta de espacio vital para el desarrollo de plantas y el logro de un hábitat favorable.

Por todo ello, desde hace años se intenta incorporar la naturación en los planes urbanísticos, fomentando superficies no selladas, así como el estímulo de vegetación autóctona. El FSB permite establecer un valor estandarizado para cada terreno o bloque de construcción. Las medidas para alcanzar dicho standard pueden adaptarse de forma flexible a cada situación. El cálculo del FSB en un terreno o edificio se hace a partir de la relación entre las superficies eficientes para el ecosistema y la superficie total de dicho terreno.

$$\text{FSB} = \frac{\text{Superficies eficientes para el ecosistema naturado}}{\text{Superficie total del solar}}$$

Cada porción de superficie de un terreno o solar se identificará según su significado ecológico con un factor de ponderación entre 0 y 1.

El FSB de cada porción de superficie se determinará a través de multiplicadores de su factor de ponderación con su tamaño: $\text{FSB} = \text{Factor de ponderación} \times \text{Tamaño}$. El FSB de todo el terreno se calcula sumando los FSB parciales de las distintas porciones de la superficie dividido por el tamaño total.

El grado de aceptación medioambiental de una zona o barrio urbano puede evaluarse mediante una serie de elementos, que deben analizarse detalladamente y corregirse en caso de comportamiento erróneo. Puede utilizarse, por ejemplo, la evolución del precio de la superficie construida y habitada y la comparación del número de viviendas/oficinas/locales ocupados/disponibles con relación a otras zonas de la ciudad.

Es importante estudiar el efecto en la salud de la población. La exposición de los habitantes de las grandes urbes a los contaminantes aumenta el riesgo de ciertas enfermedades en función de la susceptibilidad de cada individuo. Además de los problemas respiratorios como el asma, el ruido afecta a la audición y provoca situaciones de insomnio. Los contaminantes físicos causan desórdenes fisiológicos y las consiguientes consultas médicas, consumo de medicamentos y problemas psiquiátricos (Vallet M., 1998). Han de analizarse también las repercusiones psicológicas tales como el estrés o los efectos en los fetos de las gestantes, aunque, en muchos casos, no hay todavía pruebas estadísticas significativas que permitan cuantificarlos.

Enfoques esencialmente productivistas consideran la ciudad como un producto en la economía de mercado y no como una comunidad social, ocasionándose un fuerte deterioro en los aspectos ecológico y de salud. Esta preocupación la ha manifestado Toyoda (Toyoda, 1998), para quien la mejora de la calidad de vida urbana en el siglo XXI debe lograr tres objetivos: Salud mental y física, salud comunitaria y social, y salud urbana y medioambiental. Los indicadores utilizados en este ámbito pueden ser los habituales en los trabajos

sobre salud e higiene, tratando de correlacionarlos con parámetros demográficos y geográficos, estableciendo un mapa urbano de salubridad y naturación.

Una de las formas de conseguir compatibilizar los planteamientos anteriores es a través de la Reforma Fiscal Ecológica (RFE) que ya en los años 20 del pasado siglo el Dr. Pigou preconizaba a través del pago del precio justo por el consumo de bienes públicos. Un planteamiento de interés fue realizado en el World Resources Institute de Washington (Repetto B. 1992) con la propuesta de «tarifas verdes». Se trata de traspasar los impuestos de las actividades «buenas» a las «malas». El sistema fiscal actual tiene un enfoque inadecuado ya que penaliza al trabajo y al capital (actividades buenas) en tanto que prima y es indiferente en cuanto al uso abusivo de recursos naturales escasos. Otros autores como Jacques Delors (1994) se refieren a la necesidad de modificar el sistema fiscal actual, movilizándolo a favor del empleo a costa del apoyo viciado al derroche energético o las fuentes contaminantes.

Entre las diversas modalidades de actuación (precios, impuestos y subsidios) se mencionan a continuación:

a) Revisión del sistema de precios aplicados al consumo energético y recursos no renovables, Se estima que los precios deberían incrementarse en un 5% anual durante dos décadas como mínimo. Para aminorar el impacto que ello produciría en el sistema económico debe invertirse en I+D aumentando la eficiencia en la aplicación.

b) Sistema de impuestos directos y subsidios. El sistema del «palo y la zanahoria» para lograr la reforma del sistema, suele dar unos buenos resultados. Estas acciones no son una hipótesis de trabajo. Como señalan Ulrich *et al.* (1997) en Dinamarca se devuelve a la industria el 90% del impuesto pagado en energía si demuestra que ha realizado inversiones para mejorar la eficiencia en este campo. En dicho contexto, las mejoras en el aislamiento térmico de edificios, naturación de los mismos incorporando la vegetación, cubiertas, fachadas y patios ecológicos deben ser objeto de subsidios especiales en proporción a las mejoras realizadas. La «ecoeficiencia» no es una audacia ideológico-político-empresarial, sino que está siendo aceptada progresivamente (Ulrich *et al.*, 1997).

Para la implantación de la naturación a través de subvenciones directas o exenciones de impuestos por servicios prestados, Alemania aplica el impuesto de agua de lluvia vertida a la red que se ve reducido si hay cubiertas verdes. La República Checa da subvenciones directas y, en otras ocasiones, se da prioridad en la concesión de licencias de construcción si el proyecto incluye espacios naturados. Son numerosas las ciudades que vienen desarrollando proyec-

tos para mejorar el medio ambiente urbano mediante la naturación. Entre ellas se encuentra París (huertos urbanos), Berlín (cubiertas verdes) o Madrid (cinturón verde, Madrid Río y Bosque metropolitano).

La armonización internacional debe superar la conflictividad tradicional entre el mundo empresarial y los movimientos verdes. La cuestión es quién, cómo y cuándo puede realizarse la Reforma Global Ecológica. En términos generales se puede decir que deben estar involucrados todos los estamentos sociales para que la reforma tenga éxito:

En el ámbito internacional, las instituciones como el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial deben apoyar proyectos que se destinen a la explotación racional de los recursos naturales mejorando la eficiencia y, en la medida de lo posible, evitar el deterioro medioambiental y la existencia de mercados ficticios con precios anómalamente bajos. A nivel de la UE, el Parlamento Europeo ha recogido las propuestas de la World Green Infrastructure Network (WGIN) en 2020 priorizando la inclusión de la naturación urbana en nuevos planes y proyectos (www.wgin.org).

En el ámbito nacional los gobiernos deben aplicar gradualmente las reformas fiscales pertinentes. Los países escandinavos, Bélgica, Holanda, Austria, Canadá y EE. UU., entre otros, ya han iniciado actuaciones en este campo. En España se ha creado, en 2019, un Ministerio sobre «la transición ecológica» que incluye el cambio climático y el medio ambiente.

En el ámbito regional y local, las actuaciones deben incluir desde el sistema fiscal hasta la concienciación ciudadana. La recogida de basuras y el control de productos tóxicos deben acompañarse de acciones a favor de un mejor ambiente rural y urbano. La creación de barrios ecológicos en las urbes y el mantenimiento de parques de recreo y espacios naturales, así como la economía circular, deben figurar en los objetivos prioritarios.

En el ámbito empresarial, como complemento de lo anteriormente expuesto, se debe también actuar a través de la concienciación de empresas y prescriptores en este campo de la reforma ecológica. Constructores, promotores, ingenieros y arquitectos deben impulsar los nuevos cambios, beneficiándose además de sistemas adecuados proporcionados por unas regulaciones fiscales e incentivos oportunos. Empresarios como el Grupo SUEZ, que está formado por más de 150 empresas, han hecho una declaración, la «Green Recovery Alliance», que ha sido impulsada por el presidente de la Comisión de Medio Ambiente del Parlamento Europeo.

5. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y MEDIOAMBIENTAL DE LA NATURACIÓN

Hay que ser conscientes de que las medidas a adoptar por la sociedad urbana para resolver sus problemas deben basarse en un análisis previo que permita de forma objetiva seleccionar la vías más eficientes y sostenibles. Los problemas son heterogéneos y complejos, por ello los métodos de evaluación deben adaptarse a sus características, según su amplitud, impacto social, presupuesto y tiempo disponible. En la literatura hay una amplia gama de métodos y aquí se expone una pequeña muestra.

Las «infraestructuras grises» suelen enfocar su eficiencia en el ahorro energético y coste de los materiales utilizados. En el caso de «infraestructuras verdes» su visión es más amplia y además de aspectos socioeconómicos, contemplan los medioambientales. Aunque el concepto e implantación de infraestructuras verdes es ambiguo por el amplio espectro que abarca, su impacto y beneficios derivados son evidentes.

El carácter multifuncional de las infraestructuras verdes obliga a hacer una evaluación *glocal* (una visión global y una actuación local) del impacto según las dimensiones globales económicas, sociales o medio ambientales y los efectos locales en cada una de las dimensiones funcionales consideradas dentro de la ciudad (Briz *et al.* 2019). Así, por ejemplo, el Ayuntamiento de Madrid ha establecido un plan de infraestructuras verdes y biodiversidad en 2020 que contiene 180 acciones concretas, entre ellas la Red ARCE para conectar el verde urbano mediante corredores verdes. En general, los planes se concretan en acciones y estas en actividades que inciden en diversas funciones, cuyo correcto análisis requiere una identificación y evaluación.

Dentro de las actividades se pueden identificar paredes y cubiertas verdes, árboles en las calles, parterres, balconadas, refugio ornitológico, huertos y jardines, a las que habría que añadir cursos de formación e información. Como funciones se podrían describir: mejora de la calidad del aire, disminución de la contaminación acústica y aérea, paisaje, espacios de recreo, biodiversidad, relaciones sociales, prevención de desastres y otros.

Los expertos pueden definir un coeficiente de impacto sobre la repercusión que tiene la actividad en el entorno. Su valoración podría identificarse en una escala de -2, muy negativo a +2 muy positivo, siendo 0 la neutralidad.

A su vez, las funciones deberían ser apreciadas por los usuarios en una escala de 0 a 5, desde nada importante a muy importante. Los resultados se obtendrían a través de encuestas personales. Con ello, puede elaborarse una Matriz de Impacto de Naturación (MIN) (Figura 8).

Funciones	Actividades			
	A ₁	A ₂	-	A _j
F ₁	C ₁₁	C ₂₁	-	C _{j1}
F ₂	C ₁₂	C ₂₂	-	A _{j2}
-	-	-	-	-
F _i	C _{1i}	C _{2i}	-	C _{ji}

Impacto por Actividades: $IA_j = \sum F_i \cdot C_{ji}$

Impacto Global en el Área (Distrito, barrio, calle, edificio) $IGA = \sum IA$

Figura 8. Matriz de Impacto de Naturación (MIN).

Fuente: Elaboración propia.

A título de ejemplo, la actividad «árboles en la calle» tiene funciones positivas de paisajismo, depósito de partículas en suspensión, y otras negativas como barrera a corrientes de aires, alergias o generación de ozono. En todo caso, los vecinos harían una valoración personal de las mismas. Se combina así el criterio de los expertos para definir los coeficientes de impacto y la opinión del vecindario.

Diferentes estudios (Bucchoeri R. *et al.*, 2018) llaman la atención sobre el impacto de las infraestructuras verdes en las vías de comunicación urbanas, pudiendo identificar entre otros:

- Alteración del microclima, especialmente temperatura y humedad, a través de la evapotranspiración.
- Absorción de partículas contaminantes y gases como CO₂, SO₂, NO₂ y O₃, a través de los estomas de las hojas y la sedimentación en la superficie.
- Mitigación de la contaminación acústica a través del tejido foliar.
- Emisión de componentes volátiles que interaccionando con el NO₂ y la luz solar (en situación de estrés hídrico o ambiental) generan ozono.
- Emisión de polen en determinadas épocas y cantidades que puedan provocar alergias.

Con este escenario surge el planteamiento de si procede incrementar la vegetación en el núcleo urbano para lograr un balance positivo en el medio ambiente, que mejore la calidad del aire, el paisaje y en definitiva la salud física y mental.

La renovación de la masa de aire contaminado de las calles, esencialmente originada por el tráfico y las calderas de calefacción, es uno de los retos a con-

seguir. Para ello, hay varios procedimientos de actuación mediante corrientes de aire en horizontal y en vertical. Las horizontales se provocan por diversas causas y dependen de la geometría de las calles, su orientación, anchura, altura y conformación de los edificios. La plantación de árboles en las calles provoca los efectos anteriormente mencionados, pero también constituyen una barrera al flujo de aire, dependiendo de su orientación, tipo de árbol, follaje. Por ello no se puede generalizar, sino que hay que seleccionar un tipo de árbol para cada segmento de calle.

Las corrientes verticales se originan especialmente con el enfriamiento de las cubiertas verdes, que mediante la transpiración generan volúmenes de aires más frío, que por su mayor densidad se deslizan hacia el fondo de la calle y desplazan el aire caliente más contaminado. Naturalmente los efectos se aprecian más cuando hay volúmenes de infraestructuras verdes en las cubiertas de cierta consideración. Las cubiertas verdes con elevada densidad vegetativa actúan como un sistema de enfriamientos pasivo (Olivieri, F. *et al.*, 2010).

El reto es optimizar la distribución de infraestructuras verdes (cubiertas, fachadas, arboles, setos, balcones, plataformas) en las diferentes vías urbanas (calles, plazas) para que su impacto en la renovación de las masas de aire, calidad medioambiental, temperatura, humedad y paisaje sea lo más adecuada posible.

No abundan los trabajos que analicen de forma integral los efectos térmicos en calidad del aire con la disposición de los árboles e infraestructuras verdes en general. Estudios de parametrización de los valores más significativos a través del «Computational Fluid Dynamic models», relacionan los árboles con la calidad del aire y la temperatura. Los efectos aerodinámicos de los árboles son mayores que la de descontaminación influyendo notoriamente en las condiciones locales, lo que exige estudios específicos sobre cada caso (Parra, M. *et al.*, 2010).

Para ello se requieren equipos multidisciplinares que puedan estudiar las distintas dimensiones (geográfica, orientación y tipos de árboles, densidad) relacionándolos con los efectos que se desean obtener (disminución contaminación aérea y acústica, temperatura, fomento actividades físicas) dentro del marco presupuestario existente y del periodo de realización. La colaboración público-privada y participación del vecindario resultan esenciales.

Uno de los objetivos de evaluar la naturación urbana es conocer la situación actual y en base a ella determinar los cambios que deben realizarse. El análisis periódico es un instrumento de utilidad para conocer los impactos medioambientales y socioeconómicos en el entorno. Con frecuencia los análisis se centran de forma aislada en una de esas dimensiones sin conexión alguna con las acciones y políticas desarrolladas, marginando a parte de los actores en la cadena de valor de naturación. Habitualmente, las decisiones las toman

los políticos y directivos, basados, en el mejor de los casos, en informes de sus gabinetes de técnicos, sin incluir otras voces. De ahí la importancia de seguir una metodología amplia e inclusiva.

Hay varias etapas a seguir en la evaluación: búsqueda de información, planificación, análisis, resultados y propuestas. Para ello hay que definir unos Indicadores Clave de Funcionamiento (ICF) que permitan responder a los interrogantes de qué, cómo y cuándo realizar el estudio y cómo explicar los resultados y acciones a desarrollar (Holden, M., 2006).

Los ICF son herramientas para medir cambios, considerando que las actividades de naturación urbana están insertas en la vida cotidiana, aunque los resultados obtenidos no son fáciles de extrapolar. Así un aumento en la producción de alimentos no garantiza una mejora en la dieta ya que puede venderse o entregarse a terceras personas. Los indicadores técnicos son más fáciles de manejar que los socioeconómicos. Así, la temperatura, humedad o calidad del aire pueden medirse y compararse mejor que la relación beneficio/coste de los impactos medioambientales. Los valores intangibles deben analizarse a través de evaluación contingente, voluntad a pagar y otros.

La metodología aplicada está, en todo caso, condicionada a los objetivos establecidos, los recursos (económicos y humanos) disponibles y el tiempo asignado a su desarrollo. Puede plantearse el análisis de un impacto aislado utilizando parámetros físicos (humedad, contaminación, temperatura). Para ellos se necesitan expertos y equipos determinados y, en muchos casos, hay datos disponibles en trabajos y publicaciones previos.

No obstante, si se busca el conjunto de varios impactos hay que identificar los costes y beneficios globales. Una solución es trasladar los impactos a dimensiones económicas con una evaluación monetaria, aunque sea de forma indirecta. Sin embargo, no todos los factores cualitativos pueden trasladarse a dimensiones económicas. Los análisis multicriterio con diferentes elementos y escalas permiten obtener soluciones por preferencias en lugar de una solución óptima.

Por ejemplo, una mejora de naturación a través de un bosque o un río, puede reflejarse en una subida del valor de los inmuebles del entorno, pero hay otros factores que se escapan a esa apreciación, como es la mejora de la biodiversidad.

6. LA TOMA DE DECISIONES

En términos generales, se puede considerar un proyecto como un conjunto de actividades coherentes, con unos objetivos que exigen unos costes y proporcionan unos beneficios. Los objetivos pueden ser muy variados y van

desde la creación de un bien o servicio, la conquista de un mercado o la aplicación de un cambio tecnológico. En nuestro caso de naturación urbana hay facetas que contemplan cada uno de los escenarios mencionados: Existe un nuevo producto incorporado (la vegetación), se presta un servicio (utilización y aprovechamiento de espacios de recreo, mejora medioambiental), hay un mercado urbano de aplicación y se incorpora una nueva tecnología a través de la naturación extensiva. La Responsabilidad Social Corporativa puede incluir también estas acciones.

Todo proyecto necesita un iniciador que lance la idea, así como unos recursos financieros y humanos que, en base a las ideas establecidas, lleven a cabo la aplicación práctica. En nuestro caso específico de naturación se puede incluir grupos empresariales, entidades públicas como Ayuntamientos y Comunidades Autónomas, así como grupos de prescriptores (Técnicos y agentes inmobiliarios), Universidades, ONG y Asociaciones Vecinales.

Finalmente, está el análisis de resultados, tanto a nivel particular del que aplica el proyecto como del impacto en el medio que le rodea.

Un escenario de especial interés que no recibe la atención debida es el comportamiento de los actores que intervienen en el desarrollo de la naturación urbana.

Por ello, Instituciones públicas y privadas, consumidores y usuarios, funcionarios y profesionales, necesitan coordinar sus acciones para lograr los objetivos señalados. Hay interprofesionales monotemáticas centradas en aspectos concretos (económicos, comerciales, contaminación, clima). Otras abordan aspectos globales como el bienestar de la Humanidad o mejora del medio ambiente, que engloban varios temas simultáneamente.

Otras veces tienen un carácter más global y se organizan mediante colegios profesionales que, además de defender las competencias de la profesión específica, se ofrecen a la sociedad para abordar problemas globales. Es el caso de la Unión Interprofesional de la Comunidad de Madrid (UICM) que agrupa a ingenieros, médicos, abogados, sanitarios, científicos, economistas y sociólogos, que colaboran con el Ayuntamiento a raíz de la pandemia COVID-19.

El proceso de toma de decisiones en los proyectos a realizar es tema de especial interés en la naturación urbana, pues tiene incidencia medioambiental, política y socioeconómica. En ocasiones, las acciones y ubicación responden a motivaciones de justicia social, otras son de carácter político para atraer a grupos de simpatizantes, o aspectos comerciales, promoción, etc. Habitualmente los patrocinadores son las instituciones locales como ayuntamientos, bancos, grupos empresariales o asociaciones vecinales. En ocasiones, las de-

cisiones se han tomado de forma autónoma e individual, por motivos diversos pero que producen externalidades positivas en el entorno.

En el caso de Madrid destaca el plan verde. El Banco Santander ha creado una de las cubiertas verdes más notorias en su Ciudad Financiera de Boadilla del Monte. El aeropuerto de Barajas tiene una cubierta verde en el estacionamiento de la T-4, la Caixa tiene una pared verde en el Paseo de la Castellana y hoteles, como el Wellington, han dispuesto un huerto en la azotea o el Santo Domingo una pared verde interior (Figura 9).

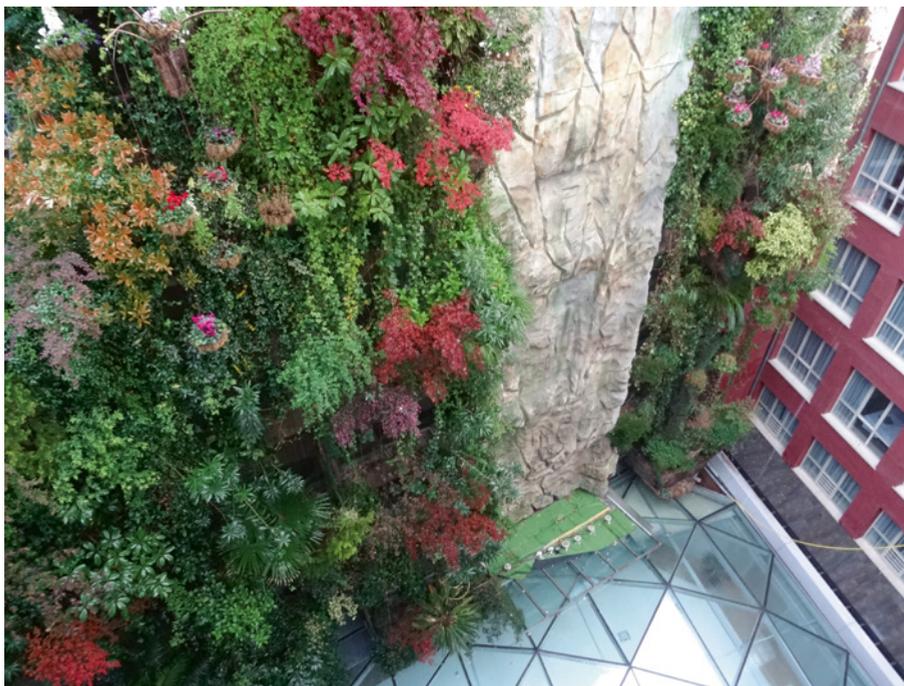


Figura 9. Hotel Santo Domingo. Madrid (I. de Felipe).

No obstante, de forma reciente existe la preocupación de involucrar a la población afectada. Ello se viene realizando en varias ciudades (Londres, Berlín, París). En el caso del Ayuntamiento de Madrid está la modalidad «Madrid Decide», portal de participación donde existen las propuestas, votaciones y procesos. Los vecinos pueden mostrar sus preferencias y, en su caso, proponer proyectos para espacios determinados. En el caso de la Plaza de España se votaron los proyectos presentados.

El objetivo es mejorar los aspectos sociales, económicos, medioambientales y anímicos de poblaciones urbanas. Para ello se deben identificar las principales zonas de actuación y, dentro de ellas, los grupos focales de actores que mejor representen a la población. La búsqueda de sinergias entre instituciones oficiales y privadas, ONG y asociaciones vecinales, entre otras, debe llevar a proponer soluciones factibles, realistas y sostenibles.

La Agricultura Urbana Integral, ornamental y alimentaria (Briz J., De Felipe I., 2015), puede satisfacer algunas de las demandas. El planteamiento de casos demostrativos en espacios infrautilizados de las propias aéreas marginales, puede servir de motor para experiencias posteriores. Así, la oferta de alimentos frescos, ocupación de mano de obra como recreo o remunerada y los lazos de comunicación social, son algunas de las dimensiones más significativas.

Los centros de investigación y universidades deben profundizar en aquellos aspectos más convenientes para el entorno urbano en el que se desenvuelven, desde las variedades de plantas, forma y época de cultivo, métodos agronómicos a emplear y forma de gestión. La utilización de las TIC y los cursos de formación y divulgación permiten conectar a dichas instituciones con la base social y apoyar los servicios de innovación y gestión.

El mundo desarrollado sufre una gran crisis debido a las fuerzas centrífugas que expulsan a los habitantes del centro a la periferia, y las que atraen del mundo rural a la ciudad. Dichos movimientos opuestos han provocado la alienación arquitectónica y humana. El centro urbano se queda marginado y aparecen anillos periféricos residenciales y de pobreza. La revitalización de los centros de las ciudades y zonas históricas es fundamental para recuperar la historia y la tradición, humanizar los bloques impersonales de cemento y cristal y evitar que oficinas y centros comerciales desplacen a comunidades de vecinos. Se ha de conseguir que el centro no sea únicamente un lugar de trabajo, donde desplazarse diariamente desde ciudades dormitorio. La posibilidad de tener «la oficina en casa» resolverá gran parte de los problemas actuales de tráfico y medioambiente. La creación de cinturones verdes en las ciudades con un fuerte núcleo central verde, conectados a través de pasillos ecológicos, es un objetivo de la naturación urbana. Su realización es más un problema de mentalización y cooperación ciudadana que de disponibilidad de recursos económicos. Las cubiertas ecológicas y la naturación extensiva son asequibles a todas las clases sociales. La recuperación del distrito Kreuzberg, de Berlín (25 edificios en estado ruinoso, con 800 residentes) donde fachadas y tejados se cubrieron de vegetación, es una muestra palpable de las posibilidades que se ofrecen.

Con frecuencia surge el interrogante de qué tipo de plantas deben utilizarse: ¿Árboles frutales o solamente ornamentales? ¿Plantas ornamentales vistosas o malas hierbas resistentes al medio y sin mantenimiento? La respuesta debe darla la propia comunidad de vecinos donde vaya a realizarse la naturación. Entre los elementos a considerar están los costes de instalación y mantenimiento, las condiciones agroclimáticas y la colaboración de los vecinos. Hay ciudades donde los árboles frutales son el elemento estético callejero: Sevilla (naranjos), Estocolmo (manzanos y perales). Otras buscan la instauración de huertos familiares en el interior de la urbe como Kioto, Ámsterdam o Birmingham.

La toma de decisión de crear una «ecociudad» supone una responsabilidad colectiva de sus habitantes, optimizando el uso de la energía, minimizando el impacto sobre el medioambiente (reciclado de residuos, conservación de recursos naturales), incentivando el bienestar mediante la naturación urbana, conservando las tradiciones culturales y abriéndose a nuevas corrientes. Se entiende que no existen «ciudades verdes» absolutas en el sentido estricto, pero sí pueden enverdecerse.



Figura 10. Huerto urbano familiar. (I. de Felipe).

No obstante, su impacto en la sociedad ha sido beneficioso, y ha sido objeto de emulación por técnicos, artistas y responsables sociales. En las ciudades el «pensamiento verde» se centra en una serie de puntos tales como: mejora medioambiental con acciones ecológicas, justicia social, democracia, descentralización, disminución de la violencia, responsabilidad global y personal, respeto a la diversidad y apoyo a las comunidades de base. Es un estilo de vida que combina los valores ecológicos, paz y justicia social. La preocupación por el conjunto de la Humanidad se refleja en el principio: «pensar globalmente y actuar localmente». Aunque enfatizan la descentralización y responsabilidad de administraciones locales, no deben tomarse decisiones que tengan efectos nocivos fuera de nuestro entorno geográfico y temporal.

7. CONSIDERACIONES FINALES

La dramática experiencia de la última pandemia COVID-19 obliga a una serie de reflexiones sobre planteamientos de nuevas formas de vida tanto en el mundo rural como urbano.

Inicialmente, los problemas derivados son de origen sanitario, cuyas incidencias políticas y socioeconómicas han provocado una revulsión en el modelo de desarrollo donde la sostenibilidad y las Soluciones Basadas en la Naturaleza tienen un protagonismo especial. La interdisciplinariedad de los acontecimientos (sanidad, geografía, botánica, economía y sociología) está fomentando la coordinación entre los profesionales.

Otra característica es la permeabilidad interprofesional. En la época medieval las asociaciones gremiales tenían un fuerte control y las características estaban perfectamente definidas desde el aprendiz al maestro senior. Hoy día aparecen nuevas tecnologías que provocan una ruptura en la cadena de transmisión del conocimiento. Las personas sin experiencia en un tema deben reciclarse o simplemente abandonar esa área, como es el caso de aplicaciones informáticas. Simultáneamente las TIC están provocando una dispersión en las fuentes de conocimientos y una accesibilidad a técnicas y disciplinas que antes solo era posible de forma presencial. Estamos por ello en el inicio de un potencial replanteamiento geográfico de la ubicación y la posibilidad de que una parte de la población de la gran ciudad pueda residir en ese mundo rural que se viene vaciando.

La naturación urbana, además de los comentarios largoplacistas de mejora de la Humanidad, tiene la ventaja de mostrar beneficios prácticamente inmediatos a la población, a costes relativamente bajos. Por eso es de interés poder comunicarlo de forma comprensible, segmentado los mensajes según el públi-

co al que se orienta y siempre con una base sincera, cuantificando los efectos en la medida de lo posible.

La sed de naturación del urbanita es similar a la sed de paz interior y serenidad necesaria que aportan las plantas. Hay un debate sobre hasta qué punto el hombre debe domesticar la naturaleza en su servicio y qué papel le asigna. Desde el jardín francés más intervencionista al inglés más flexible, hay un abanico de posibilidades. Se habla de una crueldad narcisista que obliga a las plantas a modelarse de acuerdo con nuestros gustos o supuestas necesidades, sin respetar los ciclos de la naturaleza, o de una creación artística figurativa. La ingeniería genética da un paso más y consigue que las plantas y los seres vivos se comporten según esquemas prefijados por el hombre

La naturación supone en ocasiones una muestra de rebeldía contra el nuevo entorno. Se trata de ocupar espacios vacíos de distintas maneras. Unas veces reverdeciendo solares abandonados, mediante técnicas de guerrilla urbana y bombas de semillas. Otras repoblando fachadas y cubiertas infrautilizadas.

La mejora del medio ambiente urbano con el cambio del microclima no es una opción, es la única salida para la supervivencia de las ciudades. Por ello, la sociedad debe activar los medios para lograr ese horizonte sostenible. Hay que ser conscientes de que cada urbe tiene unas peculiaridades que obligan a identificar y priorizar las alternativas, en función de los recursos disponibles. La estructura urbana debe contemplarse como un cuerpo vivo, donde los distintos miembros deben estar coordinados y la salud global depende del miembro más débil.

El metabolismo urbano y la economía circular son escenarios que deben ser objeto de análisis en la compleja y tridimensional «anatomía urbana». Con frecuencia, las acciones sobre políticas y planes urbanísticos son uní o bidimensionales. Se actúa sobre regulaciones de tráfico o sobre ubicación de parques y jardines, pero de forma independiente. La realidad y su problemática son tridimensionales, y conviene visualizar todas las posibilidades. Es aquí donde la agricultura en altura, en cubiertas y fachadas, aporta ese nuevo potencial, al englobar temas muy diversos y aprovechar espacios, por lo general, olvidados (Gilling Peck, 2020).

Entre los problemas que se encuentran las innovaciones y cambios sociales se pueden citar la falta de comunicación de los expertos y científicos con los medios de comunicación. Debe utilizarse lenguaje comprensible, para que sea asimilable por una parte significativa de la población.

Los mensajes catastrofistas, como es el cambio climático a largo plazo, a veces no tienen el impacto deseado. Puede producir frustración e incapacidad de reacción por quedar fuera del alcance. El horizonte de recepción del impac-

to es también importante. Si es demasiado amplio, a 50 años, es difícil de contrastar y, en todo caso, los actores actuales no se sienten afectados directamente. Tan solo queda el espíritu de solidaridad, pero siempre que no exija sacrificios actuales muy elevados.

Los escenarios medioambientales, alimentación, salud y economía circular, siguen siendo asignaturas pendientes. De forma concreta, el medio ambiente, el calor y la sequía unido a lluvias torrenciales, hacen a las ciudades españolas muy vulnerables al cambio climático. Fenómenos como la Gota Fría y ADANA muestran la falta de previsión para controlar lluvias que superen los 200 litros por m². La naturación urbana es un instrumento de gran utilidad para mejorar la resiliencia de nuestro entorno. A nivel institucional esta preocupación viene mostrándose en el área internacional, nacional y local, como la ONU, a través de los ODS (especialmente el número 5), la Comisión Europea con el estudio sobre «La economía de los ecosistemas y la biodiversidad» y en España, el Ministerio para la Transición Ecológica diseñando la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas.

En el área alimentaria y economía circular, la implementación de la agricultura urbana en los espacios disponibles, tanto en el suelo como en altura (edificaciones), no se espera pueda satisfacer la demanda total de los urbanitas en cuestiones alimentarias, pero sí puede favorecer a determinados estratos sociales marginados y, en todo caso, es socialmente inclusiva, vertebrando mejor las relaciones humanas. En cuestión de género, la agricultura urbana, especialmente en países en desarrollo, suele ocupar a las amas de casa. En los países desarrollados el marco es más flexible e incorpora distintos estratos sociales, donde los aspectos económicos y de abastecimiento alimentario interaccionan con el ocio y el paisaje.

El mundo rural seguirá compartiendo lazos culturales con la ciudad gracias a las TIC y, simultáneamente, se enfrentará a una reconversión entre la agricultura convencional y la ecológica que puede tener un impacto en el marco geográfico al cambiar los parámetros en la extensión de los cultivos, tratamientos agroquímicos y gestión de las explotaciones agrarias con innovaciones como los drones, tractores y maquinaria controlados a distancia y en las formas de recolección.

El horizonte venidero plantea un abanico de problemas que obliga a la interacción multidisciplinar. Es aquí donde deben colaborar profesiones de larga tradición como geógrafos, agrónomos o arquitectos con especialistas de reciente creación, como analistas de Big data, expertos en biomimetismo o en telecomunicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ARTECHE, F. (1998) «Sistema para la certificación de auditores y gestores medioambientales personales». 1.º Congreso Mundial de Salud y Medio Ambiente Urbano. «Propuestas de Futuro» Ayuntamiento de Madrid.
- AUSTRALIAN INSTITUTE OF URBAN STUDIES (1993). «Issues and Indicators from Workshops». Urban Environmental Indicators for Inner Melbourne. Department of Conservation and Natural Resources.
- BRITTO, C. *et al.* (1998) «La cubierta ecológica». 1.º Congreso Mundial de Salud y Medio Ambiente Urbano. «Propuestas de Futuro» Ayuntamiento de Madrid.
- BRIZ J. (Coord.) (1999): *Naturación urbana: Cubiertas ecológicas y mejora medioambiental*. Mundiprensa, Madrid, 389 pp.
- BRIZ, J., DE FELIPE, I. (Coord.) (2015), *Agricultura urbana integral: Ornamental y alimentaria*, MAPAMA, 518 pp.
- BRIZ, J., KOHLER, M., DE FELIPE, I., (Coords.) (2016): *Ciudades verdes en el mundo*. WGIN. PRONATUR. Ed Agrícola, 477 pp.
- (2017): *Agricultura urbana en altura. Vertical urban agriculture*. WGIN. PRONATUR. Ed. Agrícola, 310 pp.
- (2019): *Multifunctional urban green infrastructure*. WGIN. PRONATUR. Ed Agrícola, 350 pp.
- BUCCOHERI, R., *et al.* (2018): «Review on urban tree modeling in CFD simulations: Aerodynamic, deposition and thermal effects», *Urban Forestry and Urban Greening*, pp. 212-219.
- CNT / AMERICAN RIVERS (2010): *The value of green infrastructure. A guide to recognizing its economic, environmental, and social benefits*.
- CONTRERAS E. (2017): «Normas de calidad en cubiertas verdes», en Briz, Kohler. De Felipe (coords.), *Agricultura urbana en altura...*, Ed Agrícola, pp. 65-73.
- DELORS J. (1994): «Libro Blanco sobre competitividad, crecimiento y empleo», Comisión, C. E.
- GILLING PECK, O. (2020): «A green recovery? Green infrastructure policy gaining traction worldwide», *Living Architecture Monitor, Fall*.
- HOLDEN, M. (2006): «Urban indicators and the integrative ideals of cities», www.elsevier.com/locate/cities
- LINARES, C. *et al.* (2020): «¿Influyen el clima y la contaminación atmosférica en la transmisión e incidencia de la nueva enfermedad Covid-19?», *Revista Diez y siete*, (3), pp. 43-54.
- OLIVIERI, F., *et al.* (2010): «Experimental measurements and numerical model for the summer performance assessment of extension green roofs in a Mediterranean coastal estimate», *Energy and Building*, 63, pp. 1-14

- PANAYOTOU, T. (1994): *Ecología, Medio Ambiente y Desarrollo*, Ed. Gernika, México.
- PARRA M., *et al.* (2010): «A methodology to urban air quality assessment during large time periods of winter using computational fluid dynamic models», *Atmospheric Environment*, 44-2089e2097.
- REPETTO B. (1992): *Green fees. How a tax shift can work for the environment and the economy*, World Resources Institute, Washington.
- SANTOSH G. (1998): «Urban Planning and development: Asian Megacities Environmental Health Management: Calcutta», 1.º Congreso Mundial de Salud y Medio Ambiente Urbano. «Propuestas de Futuro» Ayuntamiento de Madrid.
- TOYODA, S. (1998): «Healthy City Fukuroi: Our ten years' experience on technical, political and citizenship perspectives», 1.º Congreso Mundial de Salud y Medio Ambiente Urbano. «Propuestas de Futuro» Ayuntamiento de Madrid.
- ULRICH, E., LOVIS, H., LOVIS, A. (1997): *Factor 4. Informe al Club de Roma*. Galaxia Gutenberg.
- VALLET, M. (1998): «Potential Health effects of air and noise pollution», 1.º Congreso Mundial de Salud y Medio Ambiente Urbano. «Propuestas de Futuro» Ayuntamiento de Madrid.
- VELÁZQUEZ, L. S. (2017): «Top 10 trends in vegetated façade design from 1990-2017», en Briz, J., Kohler, M., De Felipe, I, *Vertical Urban Agriculture*, pp. 227-256.
- ZÁRATE MARTÍN, M. A. (2003): «Madrid, aglomeración supra-metropolitana y ciudad verde», *El Atlas de Metrópolis*, UNED, pp. 58-59.
- (2019): «Paisajes culturales en los alrededores de Toledo». *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, pp. 283-308.

RESUMEN

NATURACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN Y DISEÑO URBANOS

El artículo conjuga dos términos, naturación y urbano, que recogen de forma amplia el protagonismo de la naturaleza en nuestro mundo. Después de una breve descripción de la evolución histórica de las ciudades y sus problemas más acuciantes, se exponen los distintos modelos urbanos y la naturación, con los nuevos horizontes en su diseño y planificación. Como complemento se analizan las acciones y políticas a desarrollar con Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) así como la evaluación socioeconómica y medioambiental que sirvan de orientación a la toma de decisiones. La crisis provocada por el Covid-19 está obligando a un replanteamiento del modelo urbano actual que resulta insostenible.

Palabras clave: ciudad, naturación, evaluación, políticas, planificación.

ABSTRACT

PLANNING AND DESIGN OF URBAN NATURE

The article combines two terms, nature and urban, which broadly capture the prominence of nature in our world. After a brief description of the historical evolution of cities and their most pressing problems, the different urban models and nature are exposed with the new horizons in their design and planning. In addition, it analyses the actions and policies to be developed with Nature-Based Solutions (NBS) as well as the socio-economic and environmental assessment that serve as a decision-making orientation. The Covid-19 crisis is forcing a rethinking of the current urban model that is unsustainable.

Key words: city, nature, evaluation, policies, planning