

CIUDADES INTELIGENTES

LA MITIFICACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS COMO RESPUESTA A LOS RETOS DE LAS CIUDADES CONTEMPORÁNEAS

JOSÉ MIGUEL FERNÁNDEZ GÜELL

Universidad Politécnica de Madrid

Desde su aparición en los años noventa del siglo pasado, el concepto «*Smart Cities*» ha estado fuertemente marcado por la tecnología como el elemento clave para abordar los grandes retos que preocupaban a las ciudades contemporáneas: mejorar la eficiencia energética, disminuir las emisiones contaminantes y reconducir el cambio climático.

«SMART CITIES», ¿UN NUEVO «TRENDING TOPIC» O UNA CONTRIBUCIÓN PERDURABLE? †

Este concepto ha ido ganando progresivamente popularidad hasta concitar hoy en día la atención de los medios de comunicación, las redes sociales y los foros políticos de forma intensiva y recurrente. La ininterrumpida sucesión de seminarios, conferencias y publicaciones a nivel internacional sobre las denominadas «Ciudades Inteligentes» ha creado unas elevadas expectativas tanto en el mundo empresarial como en los ámbitos político y académico (Batty *et al.*, 2012; Caragliu *et al.*, 2009; IBM, 2010; PwC, 2014). A esta dinámica, sin duda, ha contribuido el impulso proporcionado por la Comisión Europea con su iniciativa sobre *Smart Cities and Communities* a través de la cual se van a financiar proyectos de investigación dentro del Plan Horizon 2020. Para algunos, estas expectativas están fundamentadas y pueden constituir una fuerza impulsora para la alicaída economía europea, mientras que para otros resultan ser desmesuradas y pueden desinflarse como cualquier burbuja especulativa.

Desde el campo del urbanismo, la visión que prevalece sobre las «*Smart Cities*» está marcada por el escepticismo y la reticencia debido a la aparente falta de conexión entre los fines de las iniciativas *Smart* y las preo-

cupaciones actuales de los urbanistas (Townsend, 2013). Se achaca a estas iniciativas el excesivo protagonismo que se otorga a la tecnología a la hora de interpretar y guiar el desarrollo urbano así como el servir de simples tapaderas retóricas a intereses de grandes corporaciones empresariales (Greenfield, 2013). De hecho, se observa un cierto divorcio entre los propulsores de la corriente «*Smart*» y gran parte del colectivo de los urbanistas, poniendo así en cuestión la perdurabilidad del concepto «*Smart*» a medio y largo plazo.

Dada la atención y el creciente debate que las iniciativas sobre Ciudades Inteligentes están generando, resulta oportuno y conveniente realizar una reflexión sobre su validez y viabilidad presente y futura. Una forma cualitativa de evaluar este tipo de iniciativas consiste en determinar hasta qué punto responden total o parcialmente a las necesidades y los retos que tienen planteadas las ciudades contemporáneas. Por tanto, previamente a la discusión hay que entender bien la naturaleza de nuestras ciudades.

Importancia histórica del rol de las ciudades ‡

Desde la Antigüedad, la ciudad ha desplegado una recurrente ambivalencia: por un lado, ha actuado

como un potente intercambiador de ideas y oportunidades de colaboración, mientras que, por otro lado, ha provocado elevadas dosis de conflicto y aislamiento. La explicación de estos fenómenos aparentemente contradictorios entre sí resulta compleja y ofrece diferentes lecturas, tal y como se expone seguidamente.

Desde un punto de vista social, la ciudad es el lugar de crisis para cualquier sociedad. Sus complejas y concentradas actividades socioeconómicas a menudo dan lugar a problemas en términos de exclusión, segregación y polarización social. Sin embargo, la cultura urbana a lo largo de la historia ha generado más salud, riqueza y bienestar para sus residentes que otro tipo de asentamientos no urbanos. De hecho, la ciudad es un espacio de convivencia y encuentro para personas y grupos sociales, que estimula la creación de estructuras sociales y facilita el desarrollo de las relaciones sociales. Así, las limitaciones y los logros de una sociedad en ningún lugar tienen un parangón tan aparente como en las ciudades. En suma, una ciudad es un generador de problemas sociales y al mismo tiempo una institución que proporciona soluciones.

Desde un punto de vista económico, el éxito de la ciudad radica en gran medida en su condición de escenario que propicia todo tipo de intercambios comerciales y de iniciativas productivas. La ciencia económica suele explicar el fenómeno urbano como una consecuencia de las denominadas economías de escala y aglomeración, que generan importantes externalidades positivas (efectos sinérgicos y rendimientos crecientes) derivados de la concentración espacial a gran escala de actividades productivas y personas. Ahora bien, las aglomeraciones urbanas también producen importantes externalidades negativas, como es el caso de la congestión, la contaminación y la pobreza, que reducen las eficiencias económicas y que requieren esfuerzos notables para su adecuada corrección. Así, en la urbe contemporánea confluyen un sinnúmero de externalidades tanto positivas como negativas, lo cual depara tanto oportunidades como amenazas a sus habitantes.

Desde el punto de vista de la innovación, las ciudades constituyen los lugares por excelencia para generar invenciones, desarrollar nuevas tecnologías y difundir el conocimiento. Es un hecho universalmente aceptado que las economías de aglomeración desplegadas en las grandes ciudades dan lugar a un contexto variado y complejo, que estimula la creatividad y la innovación, facilita la interacción social, posibilita el acceso en red al mundo exterior y ofrece bienestar colectivo. Cuando se cumplen estas condiciones, entonces se impulsan eficazmente las actividades relacionadas con el conocimiento y la innovación (Florida, 2002). Todo esto puede explicar por qué el cambio estructural, las transformaciones institucionales, los movimientos sociales y los procesos de innovación están generalmente asociados con los espacios urbanos.

Desde un punto de vista ambiental, las ciudades son artefactos físicos que transforman y modelan el medio natural para lograr el asentamiento permanente de las actividades que desarrolla el hombre. Esta transformación del medio físico se lleva a cabo mediante la construcción de extensas infraestructuras y edificaciones, que suelen generar significativos impactos ambientales. Adicionalmente, se estima que las ciudades consumen cerca del 75% de la energía mundial y generan en torno al 70% de las emisiones globales de CO₂ (UN-Habitat, 2011) y las previsiones apuntan a que estas cifras crecerán de forma ininterrumpida en los próximos años. Por tanto, el intenso metabolismo urbano y su influencia en el agravamiento del cambio climático trasladan a nuestras ciudades los grandes retos de sostenibilidad de nuestra sociedad contemporánea.

Desde un punto de vista político, las ciudades han sido la cuna de las ideas políticas, las corrientes ideológicas y los modelos institucionales que han conformado los diferentes modelos de gobierno a lo largo de la historia del mundo civilizado. La concentración de personas, instituciones, oportunidades y conflictos en un espacio físico relativamente reducido ha facilitado la creación de ideologías, políticas e instrumentos dirigidos a gobernar de la forma más eficaz y equitativa posible a sociedades complejas, heterogéneas y voluminosas. La creciente dimensión y complejidad de los problemas urbanos está empujando al desarrollo de nuevos modelos de gobernanza urbana que irán tomando cuerpo en los años venideros.

En suma, las ciudades han actuado históricamente como los polos y catalizadores territoriales de la transformación tanto económica como social así como de muchas agresiones ambientales. En ellas se concentra gran parte de la población más cualificada, creativa y emprendedora del planeta, pero también en ellas se generan intensos problemas sociales y ambientales. La obtención de un equilibrio razonable entre esas dos tensiones —positivas y negativas— depende en última instancia de los actos y deseos de los individuos y las colectividades que pueblan las ciudades.

Rasgos característicos de las ciudades contemporáneas †

Hoy en día, cualquier planificador urbano debe indefectiblemente ser capaz de interpretar los tres grandes rasgos propios de las ciudades contemporáneas. Se trata de la complejidad, diversidad e incertidumbre, que acompañan a la mayoría de los fenómenos urbanos (Fernández Güell, 2006).

Complejidad

Uno de los principales retos que afrontan las ciudades de tamaño grande y mediano es el elevado nivel de complejidad de los procesos urbanos que tienen lugar dentro de sus límites y en su área de influen-

cia más próxima. Este atributo ha constituido un hándicap histórico que recurrentemente dificulta las tareas de análisis y la acertada formulación de políticas urbanas. Raro es el analista que no se siente desbordado por la multiplicidad y multidimensionalidad de los problemas urbanos. La denominada «ciencia de la complejidad» puede entenderse como un conjunto de ideas sobre la capacidad auto-organizativa y la naturaleza adaptativa de algunos sistemas complejos, como son el clima, los ecosistemas naturales, la economía y, cómo no, las ciudades. Esta ciencia ha emergido mayormente de estudios realizados en las áreas de Física, Biología, Matemáticas e Informática. Aunque el estudio de la complejidad no es reciente —de hecho se remonta a los años cincuenta cuando se desarrolló la Teoría General de Sistemas (Von Bertalanffy, 1976)—, fue en la década de los noventa cuando se puso de moda gracias a los trabajos del *Santa Fe Institute*, ubicado en Nuevo México (Kauffman, 1995; Waldrop, 1992).

En términos generales, un sistema puede definirse como un conjunto de elementos individuales en interacción mutua, que operan en un entorno determinado sujeto a factores externos, que se auto-organizan en sistemas superiores, los cuales muestran propiedades emergentes y adaptativas que no son exhibidas por los agentes individuales. Un sistema puede estar configurado a su vez por subsistemas de tipo abierto a interacciones exteriores o de tipo cerrado a las mismas.

A las condiciones anteriores, los denominados sistemas complejos añaden las siguientes: presentar dinámicas no lineales; ser capaces de transformarse y transformar su entorno creando estructuras altamente organizadas; tener elementos muy variados que les confieren mayor adaptabilidad a los cambios; y transformarse de modo poco predecible. En suma, un sistema complejo se caracteriza por el elevado número de elementos que lo componen, por el número y la variedad de las relaciones que los unen entre sí, y por la variedad de las dinámicas que se derivan de dicha unión.

Los conceptos anteriores son perfectamente trasladables a las ciudades contemporáneas. Así, la ciudad puede considerarse como un organismo muy complejo y variado, fruto de la invención de las sociedades humanas, y construido a partir de múltiples iniciativas singulares a lo largo del tiempo, con gran número de protagonistas y conexiones entre los mismos. La ciudad es un organismo que puede ser extremadamente resiliente frente a condiciones adversas, pero al mismo tiempo puede degradarse rápidamente ante actuaciones agresivas en su tejido físico-espacial.

En conclusión, la complejidad es un fenómeno inherente a las ciudades, que conviene no obviar ni simplificar en exceso, sino que debe tratar de entenderse hasta donde sea posible. El estudio de la complejidad nos puede facilitar una visión del sistema funcional urbano más informada y evolutiva en el tiempo que otros enfoques más reduccionistas y estáticos.

Diversidad

Un segundo reto al que se han enfrentado repetidamente los urbanistas constituye la diversidad inherente a cualquier ciudad de cierta dimensión y complejidad. Básicamente la diversidad urbana viene generada por las diferencias en las características funcionales de cada ciudad y por la disparidad de agentes e intereses que intervienen en cada una de ellas. Desde el punto de vista funcional, las ciudades difieren entre sí por su ubicación geográfica, su trazado espacial, su vocación económica o su estructura socio-demográfica; pero al mismo tiempo dentro de cada ciudad conviven espacios muy diferentes: la Ciudad Industrial, la Ciudad Financiera, la Ciudad Turística, la Ciudad del Ocio, la Ciudad Residencial y la Ciudad del Conocimiento, entre otras.

La diversidad funcional está relacionada con la diversidad de los agentes urbanos. Cuanto más sofisticadas y dispares sean las funciones de una ciudad, más diversos serán los agentes que intervienen en las mismas. Si a esta condición se le añade el factor dimensión, entonces tendremos que a mayor tamaño y complejidad funcional, mayor será el número de agentes con los que habrá que contar a la hora de formular políticas urbanas. En una comunidad urbana democráticamente avanzada, las decisiones políticas son el producto de la influencia de muchos grupos, pero con diferentes niveles de poder. De acuerdo con esta teoría, las decisiones políticas no son tomadas hasta que algún consenso empieza a emerger entre los diferentes grupos de interés, jugando los representantes políticos un rol catalítico al impulsar el consenso.

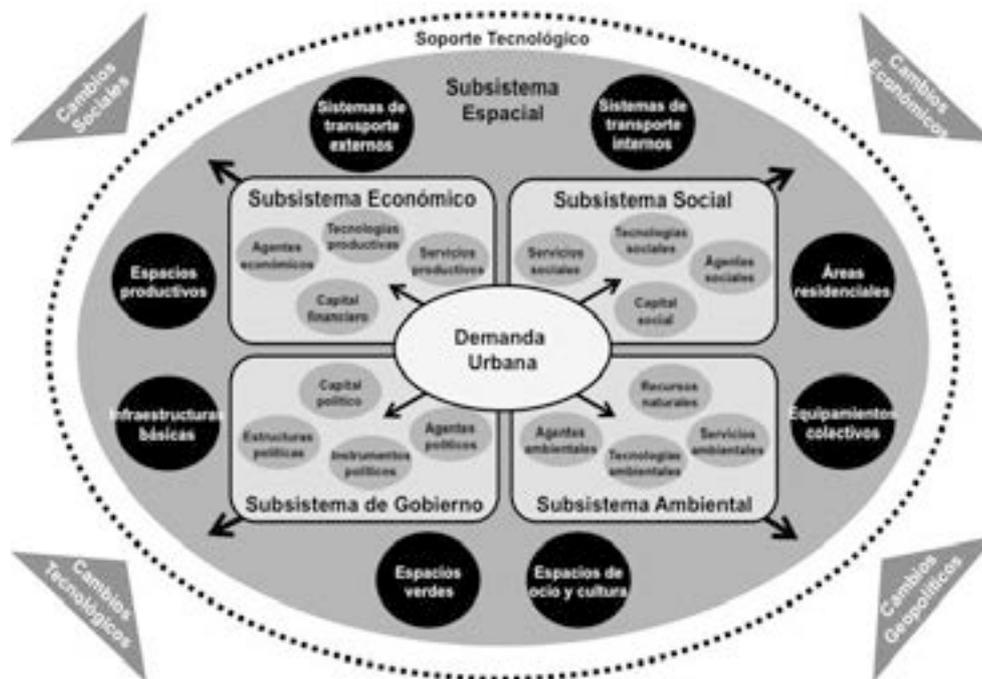
En esta dinámica pueden identificarse tres grandes grupos. En primer lugar, se encuentran los agentes locales, grupo constituido por unos pocos ciudadanos que detentan un gran poder económico y político que sobrepasa con creces sus posiciones formales. En segundo lugar, se encuentran los agentes supra-locales cuyas competencias y capacidades de actuación trascienden los límites municipales. En tercer lugar, existe la base ciudadana que agrupa a un nutrido número de agentes urbanos, pero que no suelen estar tan estructurados y organizados como los anteriores.

En definitiva, la diversidad es un activo importante de las ciudades si se gestiona adecuadamente mediante la conciliación de sus intereses en los procesos de toma de decisiones.

Incertidumbre

El último gran reto que gravita sobre los planificadores es la constante incertidumbre que envuelve al futuro de las urbes. Todo aquel que se enfrenta con la tarea de prever el futuro de una ciudad a quince o veinte años sufre impotente las limitaciones actuales de las herramientas de previsión de futuro, situación que se agrava si se opera en un entorno particularmente turbulento y muy cambiante.

FIGURA 1
SISTEMA FUNCIONAL URBANO



FUENTE: Elaboración propia.

El grado de dificultad para prever el futuro depende mucho del tipo de situación de partida en que nos encontremos. Así, en los sistemas que tienen parámetros muy estables, como es el caso de la órbita de los planetas, podemos obtener datos muy fiables y predecir los acontecimientos de futuro con bastante certeza. Por el contrario, si nos enfrentamos a sistemas muy complejos y dinámicos, como es el caso de las ciudades, los acontecimientos futuros no pueden ser definidos con precisión y, consecuentemente, son poco o nada previsibles.

Frente a las dificultades que entraña realizar previsiones en el ámbito urbano, suele surgir la tentación de abandonar la planificación a largo plazo y volcarse, en cambio, en actuaciones cortoplacistas. Sin embargo, un buen ejercicio de prospectiva puede ayudar a reflexionar estratégicamente sobre el devenir de la ciudad, aún cuando nos equivoquemos en las previsiones realizadas. Asimismo, la prospectiva nos permite analizar la incertidumbre, a valorarla y a manejarla, lo que constituye un ejercicio valioso para los agentes decisores ante las grandes transformaciones que están experimentando nuestras ciudades. Por ello, la postura más inteligente es aceptar la incertidumbre, tratar de comprenderla y convertirla en parte de nuestro razonamiento.

En suma, el aumento cualitativo de la complejidad, diversidad e incertidumbre en el ámbito urbano dificulta enormemente la planificación de las ciudades. Como reconoce el economista italiano Roberto Camagni (2003), la complejidad de definir analíticamente

los valores, objetivos y modelos de comportamiento de la sociedad urbana, la multiplicidad de los sujetos implicados en la toma de decisiones públicas, y la incertidumbre para prever los resultados de cada alternativa, todo esto complica la labor de la planificación urbana contemporánea. Así pues, las cuestiones clave para dar respuesta a los retos residen en ¿cómo comprender y expresar de forma inteligible la complejidad de la ciudad?, ¿cómo incorporar la diversidad de los agentes urbanos en el proceso de toma de decisiones? y ¿cómo valorar y manejar la incertidumbre?

Comprensión de la ciudad como un sistema funcional

Una forma de dar cumplida respuesta a las preguntas anteriores consiste en entender a la ciudad contemporánea como un complejo ecosistema de elementos o partes conectadas, donde las actividades humanas están enlazadas por comunicaciones que interactúan en tanto el conjunto sistémico evoluciona dinámicamente. En este sistema, cualquier alteración espacial o estructural en una de sus partes modifica las otras partes del sistema. Adicionalmente, los sistemas urbanos operan en un determinado contexto socio-económico y natural, interactuando con él de manera constante. En suma, el fuerte dinamismo de los procesos urbanos junto a la intensa interacción de los cambios que tienen lugar sobre el territorio es lo que caracteriza la complejidad de las ciudades.

Con el propósito de explicar de forma simplificada la compleja operativa del sistema urbano contemporáneo, se propone un modelo conceptual en el que se despliega el funcionamiento de la ciudad (figura 1, en la página anterior). Así, en primer lugar, la demanda urbana plantea una serie de exigencias a los diversos subsistemas de la oferta urbana; en segundo lugar, estas exigencias son recogidas, interpretadas y jerarquizadas por los subsistemas económico, social, ambiental y político; y en tercer lugar, los subsistemas anteriores trasladan demandas específicas al subsistema físico-espacial, capaz de dar respuesta a las necesidades espaciales de la sociedad urbana. Finalmente, el sistema en su conjunto está sometido a diversos factores de cambio del entorno. Obviamente, en la vida real este flujo de operaciones no es estrictamente lineal, sino que suele estar plagado de bucles y retroalimentaciones entre los diversos subsistemas de la ciudad.

A continuación, se presentan los rasgos principales de cada subsistema urbano.

Demanda urbana. Está compuesta por ciudadanos, agentes económicos, agentes sociales y visitantes, los cuales plantean una serie de requisitos para vivir y trabajar adecuadamente en la ciudad. Dichas demandas deben satisfacerse a través de la prestación de servicios y la provisión de productos por parte de los diversos subsistemas de la oferta urbana.

Subsistema económico. Es la parte de la oferta urbana orientada a satisfacer las necesidades de empleo y bienestar económico de la población así como a cubrir las exigencias de los agentes económicos para desarrollar de forma competitiva sus actividades productivas y comerciales.

Subsistema social. Comprende aquellos elementos de la oferta urbana que tratan de satisfacer las necesidades básicas y avanzadas tanto de la población residente como de los visitantes que acuden a la ciudad.

Subsistema ambiental. Incluye aquellos elementos de la oferta urbana dedicados a la preservación y el desarrollo de un medio ambiente urbano y natural acorde con las aspiraciones de la ciudadanía y de los agentes socioeconómicos.

Subsistema de gobierno. Representa a aquellos actores y elementos de la oferta urbana que proporcionan los modelos y los instrumentos de gobernanza necesarios para lograr una armoniosa convivencia en el ámbito urbano.

Subsistema espacial. Este subsistema recibe y da respuesta espacial a las demandas urbanas, una vez que son tamizadas e interpretadas por los subsistemas económico, social, ambiental y político. Sus principales elementos son: los sistemas de transporte para acceder a la ciudad; los sistemas de movilidad para desplazarse en la ciudad; los espacios para alojar actividades económicas; las infraestructuras ligadas a los

servicios públicos; las áreas residenciales; los equipamientos colectivos; los espacios verdes; y las áreas recreativas.

Soporte tecnológico. Constituye un elemento de carácter transversal que proporciona apoyo tecnológico a la operativa de los subsistemas urbanos descritos anteriormente.

Factores del entorno. Finalmente, existen múltiples factores geopolíticos, sociales, económicos, tecnológicos y políticos exógenos a la ciudad, pero que afectan a su funcionamiento y equilibrio.

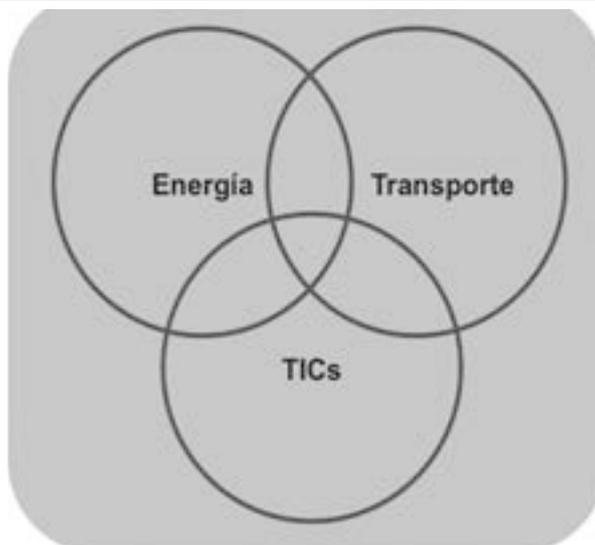
Aún a riesgo de ser tachada de reduccionista, la conceptualización sistémica de la ciudad tiene una clara ventaja: nos permite plantear una abstracción simplificada e inteligible de la complejidad inherente a la realidad urbana, que resulta fácilmente asimilable por los agentes locales y los propios ciudadanos. De esta forma, se pueden describir y explicar las variadas y complejas relaciones que se desarrollan entre los diversos componentes urbanos, sin olvidar que el proceso de cambio de una ciudad no es secuencial (un elemento afecta directamente a otro), sino más bien simultáneo (cada elemento urbano afecta a otros en su dinámica adaptativa). Finalmente, recordemos que una ciudad forma parte de un sistema funcional superior, ya sea regional o internacional, en el cual un conjunto de urbes están ligadas por un sinnúmero de relaciones económicas, sociales y espaciales.

APARICIÓN, CRÍTICA Y EXTENSIÓN DEL CONCEPTO «SMART CITY» †

El concepto «*Smart City*» –traducido en español como «Ciudad Inteligente»– comenzó a desarrollarse en los años noventa del siglo pasado como un modelo urbano basado en la tecnología, que permitiría afrontar los grandes retos que comenzaban a preocupar a las ciudades de nuestro planeta: mejorar la eficiencia energética, disminuir las emisiones contaminantes y reconducir el cambio climático. Asimismo, la Comisión Europea en su Comunicación sobre «*Smart Cities and Communities*» (EC, 2012) hizo suyo el modelo de Ciudad Inteligente basado en la conjunción de innovaciones tecnológicas en las áreas de energía, transporte y tecnologías de información y comunicación (TICs) (figura 2, en la página siguiente). La definición proporcionada por la Comisión en este documento decía: «Una Ciudad Inteligente debe ser aquella donde el progreso se cataliza mediante la conjunción íntima entre innovaciones en las áreas de energía, transporte y tecnologías de información y comunicación».

Sin embargo, pronto surgieron críticas razonadas ante este planteamiento excesivamente simplista y sesgado hacia la dimensión tecnológica. Por un lado, la lista de retos urbanos resultó ser más larga de lo que se creyó en un principio. A los temas ambienta-

FIGURA 2
FUNDAMENTOS DE LA CIUDAD INTELIGENTE SEGÚN LA COMISIÓN EUROPEA



FUENTE: European Commission, 2012.

les y energéticos iniciales hubo que añadir otros retos como el envejecimiento de la población, la calidad de vida, la competitividad económica o la transparencia en la toma de decisiones. Por otro lado, la mera incorporación de tecnologías en el tejido urbano no ofrecía garantías suficientes para dotar de inteligencia a una ciudad; de hecho, algunas innovaciones amenazaban la privacidad y los valores éticos de la comunidad. Así, en los últimos años ha perdido peso el concepto de las Ciudades Inteligentes como objetos hiper-tecnológicos y en su lugar ha ganado relevancia la concepción holística de la Ciudad Inteligente como un sistema funcional complejo y multidimensional, en el cual los ciudadanos comparten decisiones con los agentes políticos y económicos.

Esta evolución conceptual se ha visto reflejada en definiciones más elaboradas. Por ejemplo, para AENOR (2014): «Una Ciudad Inteligente es aquella que aplica las TICs para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades». O bien la definición que se sugiere en un reciente documento del Parlamento Europeo (Manville *et al.*, 2014): «La idea de las Ciudades Inteligentes está enraizada en la creación y conexión del capital humano, del capital social y de las TICs con el propósito de generar un desarrollo económico más sostenible y una mejor calidad de vida».

A pesar de la proliferación de definiciones que tratan de caracterizar a la "Ciudad Inteligente", en estos momentos no existe una definición precisa y consensuada sobre este tema. Está claro que la relativa juventud del concepto no ayuda en este sentido, pe-

ro tampoco hay que olvidar que existen múltiples y poderosos intereses sectoriales en juego que sesgan en un sentido u otro el concepto de inteligencia urbana. Todo parece indicar que esta ceremonia de confusión prevalecerá hasta que teoría y praxis sobre «*Smart Cities*» alcancen una mayor madurez.

Beneficios y riesgos de las Ciudades Inteligentes

La confusión semántica y práctica existente sobre las Ciudades Inteligentes se agrava cuando estas iniciativas se trasladan a los ciudadanos, los cuales no son capaces de discernir entre sus costes y beneficios. Apoyándonos en informes técnicos recientes sobre Ciudades Inteligentes en España (AEC, 2012; AMETIC, 2013; Cebeiros & Gulín, 2014; Enerlits *et al.*, 2012; Fundación Telefónica, 2011; IDAE, 2012), podemos identificar los principales beneficios y riesgos que conllevan estas iniciativas.

Entre los beneficios cabe destacar los siguientes:

- Mejoran la eficacia y eficiencia de las Administraciones Públicas. Aumentan la capacidad de gestión de los servicios públicos al mismo tiempo que disminuyen el consumo de recursos. Interconectan y dotan de inteligencia a los sistemas básicos de las ciudades.
- Permiten analizar el funcionamiento de la ciudad gracias a una ingente cantidad de información generada en tiempo real por sensores o por los mismos ciudadanos.
- Reducen los gastos en el mantenimiento de edificios e infraestructuras. Disminuyen la congestión en los sistemas de transporte. Mejoran la seguridad ciudadana al reducirse los delitos y el tiempo de respuesta a emergencias.

FIGURA 3
MATRIZ DE CIUDADES INTELIGENTES ESPAÑOLAS



FUENTE: IDC España, 2011.

- Mejoran la calidad de vida de los ciudadanos al prestar nuevos servicios más alineados con las necesidades y preferencias personalizadas de la demanda.
- Constituyen una vía para la innovación al satisfacer nuevas demandas urbanas que dan lugar a múltiples oportunidades y modelos de negocio.
- Aumentan la información y la transparencia en la gestión de la ciudad, facilitando la correcta identificación de las necesidades ciudadanas y favoreciendo la implicación de la ciudadanía en la resolución de estas necesidades.

A pesar de sus puntos positivos, las iniciativas sobre Ciudades Inteligentes no están exentas de riesgos. Entre los más notables podemos distinguir los siguientes:

- Muchas iniciativas «Smart» conllevan costes elevados con retornos a largo plazo, que no siempre pueden asumirse por las Administraciones Locales, sobre todo de las ciudades intermedias y más pequeñas.
- Algunas inversiones «Smart» resultan desmesuradas respecto a la baja rentabilidad social que proporcionan una vez puestas en marcha. En muchas ocasiones, estas iniciativas han levantado muchas expectativas que posteriormente no han sido satisfechas.
- La mayoría de las iniciativas «Smart» actuales tienen un carácter sectorial dirigido a resolver cuestiones muy concretas. Muy pocas son capaces de lograr una orientación más integral para resolver problemas complejos en nuestras ciudades.
- La vigilancia no consentida por el ciudadano y la intromisión en su privacidad constituyen amenazas a considerar seriamente. El abuso en la explotación de

datos privados puede tener consecuencias muy negativas en la aceptación de este tipo de iniciativas.

- Apenas se ha evaluado el impacto que el uso intensivo de las tecnologías de información y comunicación puede tener en el diseño y desarrollo de las ciudades.
- Pueden desarrollarse iniciativas «Smart» que tiendan a incrementar el metabolismo urbano y, por tanto, a aumentar los consumos energéticos y las emisiones contaminantes.
- La ausencia de estándares abiertos y la falta de métricas capaces de medir el impacto de las iniciativas «Smart» puede comprometer el futuro de las inversiones.
- La insuficiente dotación presupuestaria para robustecer las infraestructuras de conectividad puede debilitar el «ecosistema inteligente».

En cualquier caso, este breve diagnóstico sobre las Ciudades Inteligentes puede tener una validez limitada debido a la aparición de innovaciones tecnológicas que puedan resolver algunos problemas actuales y a la fluidez en la actitud de los grupos sociales frente a estas iniciativas. En otras palabras, lo que hoy aparece como una amenaza, mañana puede convertirse en una oportunidad y viceversa.

ENFOQUE PROPUESTO PARA EVALUAR LAS INICIATIVAS SOBRE CIUDADES INTELIGENTES †

A pesar de las indefiniciones e incertidumbres que envuelven actualmente al concepto de Ciudades Inteligentes y que, por tanto, dificultan un diagnóstico certero y desapasionado, sí parece oportuno y

conveniente realizar una reflexión, al menos cualitativa, sobre si el concepto realmente responde total o parcialmente a las necesidades y los retos que tienen las ciudades contemporáneas.

Dada la juventud del concepto, hay escasos estudios en los que se hayan analizado y evaluado las experiencias puestas en marcha sobre Ciudades Inteligentes. Concretamente en España destaca el informe realizado por la consultora IDC en 2011, en el cual se analizaron las iniciativas inteligentes de 44 ciudades españolas, dando lugar a una matriz de posicionamiento de ciudades inteligentes (ver figura 3, en la página anterior). Básicamente, el citado estudio evaluó las ciudades en relación a dos variables: dimensiones inteligentes (número y variedad de iniciativas inteligentes) y fuerzas facilitadoras (recursos humanos, económicos y tecnológicos). Las cinco ciudades que consiguieron la máxima puntuación fueron por orden de importancia Málaga, Barcelona, Santander, Madrid y Donostia.

El problema de este modelo y de otros parecidos es que otorgan excesiva importancia al número de iniciativas inteligentes puestas en marcha en una ciudad y al volumen de recursos volcados en la implantación de las mismas. Así, puede haber ciudades que hayan realizado inversiones cuantiosas en esta materia y que, por el contrario, sus agentes sociales y económicos apenas hayan percibido el impacto de las mismas o bien no hayan participado en su desarrollo. De igual forma, pudiera haber ciudades en las cuales el Ayuntamiento no tenga iniciativas inteligentes relevantes, mientras que determinados colectivos sociales pongan en marcha proyectos interesantes desde la base ciudadana.

En nuestra opinión, modelos de evaluación como el anterior debieran ser complementados por otros instrumentos que incorporen los rasgos más característicos de las ciudades contemporáneas. En este sentido, defendemos la tesis de que una «Iniciativa Smart», para ser considerada eficaz y sostenible en el tiempo, debe considerar los tres rasgos clave de las ciudades contemporáneas – complejidad, diversidad e incertidumbre – todo ello sin menospreciar el rol que juega la tecnología. De no tomar en consideración estas cuestiones, se corre el riesgo de dedicar cuantiosas inversiones y esfuerzos a resolver problemas parciales y sectorizados, que no darán respuesta cumplida a los temas centrales que preocupan a las comunidades urbanas.

Consecuentemente, proponemos la utilización de tres criterios, fundamentalmente cualitativos, para evaluar las iniciativas inteligentes actualmente en marcha o en proceso de formulación:

Criterio I: Comprensión de la complejidad. Una ciudad es un ecosistema complejo, multidimensional y localizado en un espacio delimitado, que requiere para su comprensión de visiones integradas. Así, una visión holística de la Ciudad Inteligente debe no solo perseguir fines específicamente tecnológicos, sino

también otros objetivos como el progreso social, la regeneración ambiental, el impulso de la base productiva y la mejora del sistema de gobernanza. En suma, las aplicaciones y servicios inteligentes deberían ser capaces de proporcionar sinergias entre diferentes subsistemas o elementos funcionales de la ciudad.

Posibles parámetros de medición: orientación de las iniciativas inteligentes a todos o a varios de los subsistemas urbanos. Generación de sinergias entre diferentes subsistemas urbanos por las iniciativas «Smart». Provisión de servicios tecnológicos no solo sectoriales, sino también integrales para el conjunto de la ciudad. Integración o, al menos, conexión entre diferentes plataformas tecnológicas de carácter sectorial.

Criterio II: Incorporación de la diversidad. No hay dos ciudades iguales desde un punto de vista funcional y formal. Adicionalmente, una ciudad está compuesta por una gran variedad de personas, empresas e instituciones que operan de forma interrelacionada y que tienen necesidades muy heterogéneas. Consecuentemente, la Ciudad Inteligente debe hacer uso de los avances tecnológicos para reconocer y diferenciar su perfil específico y para dar respuesta segmentada y cruzada a las necesidades de la demanda urbana utilizando enfoques tanto arriba-abajo como abajo-arriba.

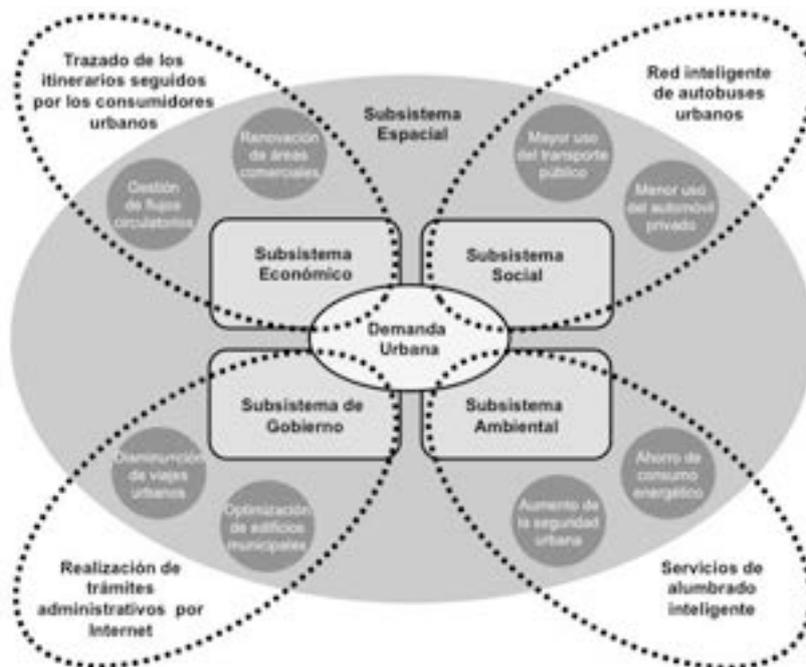
Posibles parámetros de medición: consideración de la especificidad funcional de la ciudad. Incorporación del mayor número de «*stakeholders*» en las iniciativas inteligentes. Potenciación del nivel participativo de la base ciudadana. Creación de nuevos mecanismos de gestión que permitan explotar la información procedente de diferentes plataformas.

Criterio III: Manejo de la incertidumbre. La ciudad no solo es un ecosistema complejo y diverso, sino que también experimenta continuas dinámicas de cambio, muchas de ellas difíciles de predecir. Así pues, el gran reto es manejar y acotar la incertidumbre en ciudades cada vez más complejas. La intrincada base de tecnologías que sustenta el concepto de Ciudad Inteligente debería disponer de capacidades adaptativas para hacer frente a los cambios con ciertas garantías de éxito. Una condición *sine qua non* para lograr este objetivo será utilizar herramientas de prospectiva a la hora de diseñar iniciativas inteligentes.

Posibles parámetros de medición: utilización de instrumentos de prospectiva territorial, tales como Análisis de Tendencias, Método Delphi, Diseño de Escenarios, Visión de Futuro, Análisis de Impactos Cruzados u Hoja de Ruta (Fernández Güell, 2011). Involucración en los ejercicios de prospectiva de los agentes locales. Manejo de indicadores tempranos para detectar los motores de cambio en una comunidad urbana.

Estos tres criterios no solo deberían utilizarse para realizar una evaluación *ex post* de iniciativas inteligentes en marcha, sino que deberían ser elementos clave para llevar a cabo una evaluación *ex ante* de pro-

FIGURA 4
INTERPRETACIÓN ESQUEMÁTICA DEL MODELO SECTORIAL DE CIUDADES INTELIGENTES



FUENTE: Elaboración propia.

yectos inteligentes antes de que reciban la correspondiente aprobación política y económica para su desarrollo y ejecución.

APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS

Sin ánimo de entrar en una evaluación pormenorizada de las iniciativas inteligentes existentes en España, a continuación se realiza un sencillo ejercicio para observar el potencial del sistema de evaluación propuesto para analizar los modelos genéricos de Ciudades Inteligentes que pueden discernirse en el momento actual.

Modelo sectorial de Ciudades Inteligentes. Corresponde a la etapa introductoria del modelo «Smart» y los tecnólogos suelen referirse a él como el modelo de silos tecnológicos. La mayoría de las ciudades que se adentran en la «dimensión inteligente» lo hacen desarrollando servicios centrados en funciones vitales urbanas con el fin de aumentar la eficiencia y la sostenibilidad de los servicios y así mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Se trata de iniciativas apoyadas en tecnologías avanzadas que analizan grandes volúmenes de datos y facilitan la toma de decisiones en un proceso operativo claramente determinado. Los impulsores de este modelo son primordialmente las empresas tecnológicas, las empresas de servicios públicos y los propios municipios.

En la Figura 4 se muestran algunos ejemplos de iniciativas inteligentes de carácter sectorial y de sus implicaciones en el subsistema espacial.

En el caso del modelo sectorial, el grado de cumplimiento de los tres criterios de evaluación propuestos es muy bajo.

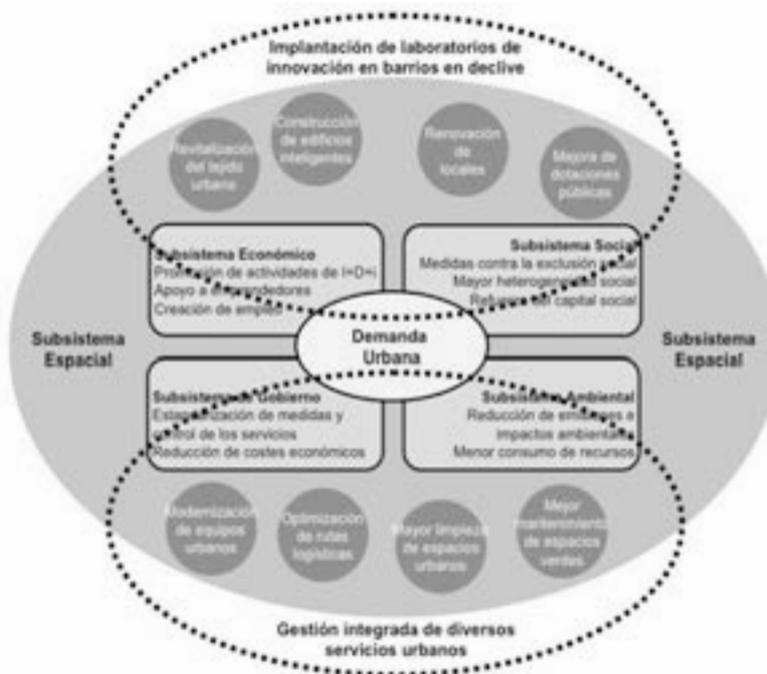
I) Comprensión de la complejidad: Iniciativas poco integradas y simples, que están confinadas en áreas operativas bien determinadas de la ciudad y sin conexiones apreciables con el resto de los sistemas urbanos. A corto plazo, este modelo cumple los objetivos de eficiencia, pero a largo plazo presenta una sostenibilidad dudosa.

II) Incorporación de la diversidad: El grado de diferenciación de estas iniciativas inteligentes en función de la tipología urbana es muy escaso; de hecho, se trata de iniciativas perfectamente intercambiables de un lugar a otro. La mayoría de estos servicios apenas segmentan a la demanda ciudadana a la que sirven. Se trata de un modelo poco colaborativo ya que la participación suele limitarse a los agentes sectoriales y los servicios municipales.

III) Manejo de la incertidumbre: Escasa atención a los aspectos evolutivos de futuro. Empleo de proyecciones de tipo cuantitativo, pero ausencia de instrumentos de prospectiva.

Modelo multisectorial de Ciudades Inteligentes. En ciertos ámbitos se le conoce como el modelo de gestión tecnológica. Constituye un salto cualitativo respecto al modelo anterior. El propósito fundamental es agrupar e integrar iniciativas inteligentes de tipo operativo sectorial en sistemas más extendidos. Para ello se crean plataformas tecnológicas con el objetivo de inte-

FIGURA 5
INTERPRETACIÓN ESQUEMÁTICA DEL MODELO MULTISECTORIAL DE CIUDADES INTELIGENTES



FUENTE: Elaboración propia.

grar información, servicios y estándares dentro de un mismo sector de actividad o subsistema urbano. Estas plataformas posibilitan el establecimiento de sistemas unificados de gestión sectorial. Este modelo viene impulsado por empresas multinacionales integradoras de sistemas y empresas concesionarias de los servicios municipales.

En la Figura 5 se muestran algunos ejemplos de iniciativas inteligentes de carácter multisectorial y de sus implicaciones en el subsistema espacial.

En el caso del modelo multisectorial, el grado de cumplimiento de los tres criterios de evaluación propuestos mejora en términos relativos.

I) **Comprensión de la complejidad:** Se percibe la necesidad de conectar y cruzar las aplicaciones sectoriales y de desarrollar nuevas iniciativas inteligentes que cubran diversas dimensiones de la realidad urbana. Las sinergias entre subsistemas son evidentes.

II) **Incorporación de la diversidad:** Por imperativos derivados de su complejidad operativa, estas iniciativas contemplan las particularidades funcionales de cada ciudad. En su diseño e implantación intervienen agentes locales procedentes de diversas áreas sectoriales. Se trata de un modelo eminentemente colaborativo entre diferentes áreas municipales y entre la Administración y las empresas concesionarias de servicios públicos. Se involucra tenuemente a los ciudadanos para garantizar la utilidad de los servicios inteligentes.

III) **Manejo de la incertidumbre:** Se emplean sofisticados modelos de predicción cuantitativos, pero per-

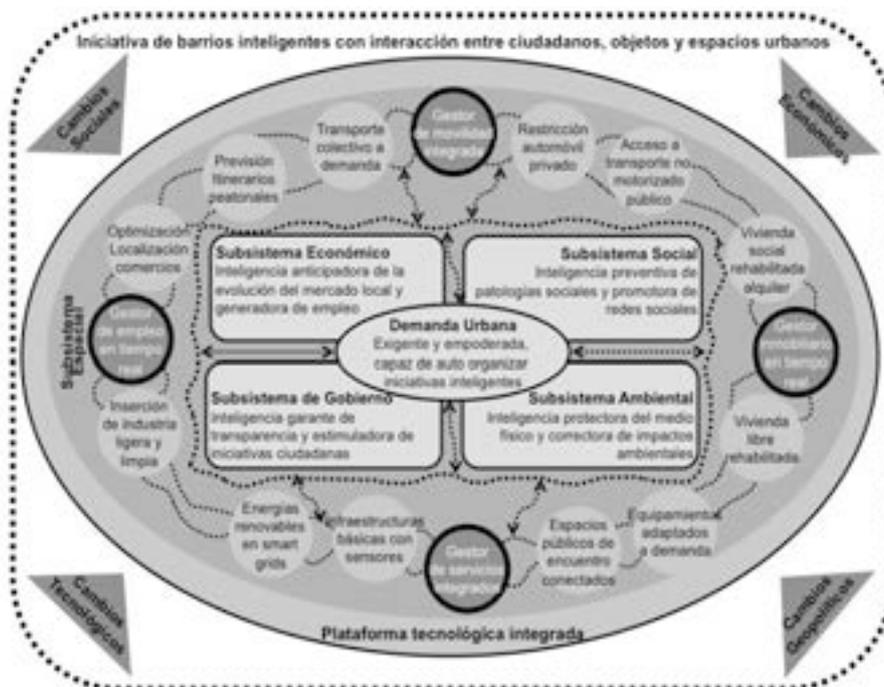
siste la ausencia de instrumentos de prospectiva cualitativa.

Modelo integrado de Ciudades Inteligentes. Representa la dirección hacia la que se encaminan las Ciudades Inteligentes en un futuro próximo. Se trata de un modelo abierto porque utiliza plataformas y protocolos que ponen a disposición del conjunto de la comunidad un enorme acervo de datos para que se creen nuevos servicios y es también un modelo colaborativo porque promueve la colaboración de los diferentes agentes locales. Por tanto, el objetivo es crear plataformas tecnológicas con capacidad para integrar las actividades de los diversos subsistemas urbanos y para incorporar la información generada por las redes sociales y la base ciudadana con el propósito de favorecer el bienestar social, económico y ambiental de la comunidad. Sus impulsores serán los propios ciudadanos, que llegarán a promover y desarrollar aplicaciones inteligentes. En suma, el modelo es altamente complejo y actualmente se encuentra en fase de diseño y experimentación.

En la Figura 6, en la página siguiente, se muestra un ejemplo propositivo de iniciativa inteligente de carácter multisectorial y de sus posibles implicaciones en el subsistema espacial. Se trata de una iniciativa ficticia sobre barrios inteligentes en los cuales se producirá una interacción permanente entre ciudadanos, objetos (móviles o fijos) y espacios públicos.

En el caso del modelo integrado, el grado de cumplimiento de los tres criterios de evaluación propuestos puede llegar a ser muy alto.

FIGURA 6
INTERPRETACIÓN ESQUEMÁTICA DEL MODELO INTEGRADO DE CIUDADES INTELIGENTES



FUENTE: Elaboración propia.

I) Comprensión de la complejidad: Se conectará y se entrecruza la información procedente de los diversos subsistemas urbanos junto con la información abierta disponible en «a nube». Surgirán iniciativas urbanas y tomarán en consideración los cambios geopolíticos, económicos, sociales y tecnológicos del entorno que pueden afectar a la ciudad.

II) Incorporación de la diversidad: Las plataformas inteligentes estarán ajustadas a la tipología particular de cada ciudad. Se trata de un modelo intensamente colaborativo entre subsistemas funcionales y los ciudadanos, que conllevará un fuerte empoderamiento de la ciudadanía. Dado el protagonismo de la ciudadanía en este modelo, las empresas y los organismos públicos buscarán fórmulas colaborativas con los ciudadanos para facilitar y encauzar las iniciativas de base. Asimismo, se equilibrarán las iniciativas inteligentes generadas arriba-abajo con las abajo-arriba.

III) Manejo de la incertidumbre: Aparte de los modelos de predicción cuantitativos, se utilizarán de forma continuada instrumentos de prospectiva de carácter cualitativo. Los sistemas de predicción contarán con indicadores tempranos de cambios y estarán conectados a un sistema de generación de alertas urbanas.

En suma, el modelo de evaluación propuesto recoge la dinámica evolutiva que aparentemente están siguiendo las iniciativas de Ciudades Inteligentes. Si esto es así efectivamente, los tres criterios sugeridos pueden actuar como referentes del camino a seguir por estas iniciativas.

HACIA UNA VISIÓN HOLÍSTICA Y COMPARTIDA DE LA CIUDAD INTELIGENTE †

Todo parece indicar que nos encaminamos hacia un modelo de Ciudades Inteligentes basado en visiones holísticas y sistémicas, que permitirán la comprensión más integral de la ciudad y la formulación de estrategias de desarrollo más articuladas. El argumento central que soporta esta posición es que las ciudades contemporáneas son sistemas funcionales eminentemente abiertos, diversos y complejos, compuestos por múltiples actores con objetivos muy heterogéneos. Estas ciudades requerirán de enfoques integrados para hacer frente no solo a sus problemas actuales, sino también a sus retos futuros. Así, las iniciativas sobre Ciudades Inteligentes deberán planificarse y gestionarse bajo una visión holística, de forma que se integren y relacionen de forma efectiva todas las funciones y los agentes que operan en su ámbito; de lo contrario, la eficacia y el alcance de las iniciativas quedarán severamente mermados.

Ahora bien, la consecución de modelos urbanos más holísticos e integrados que los actuales está plagada de dificultades. La tecnología todavía no ofrece soluciones fiables y a un coste razonable que posibiliten la puesta en marcha de plataformas tecnológicas altamente sofisticadas con capacidad para analizar e interpretar el complejo universo urbano. La clase política y la tecnocracia local no parecen estar dispuestas a ceder de forma inmediata parcelas de poder en aras de lograr una gestión municipal más transversal y coordinada. Y finalmente, la base ciu-

dadana no parece haber alcanzado un nivel suficiente de concienciación y madurez para participar responsablemente en modelos de gobernanza avanzados.

Para superar estas dificultades en el logro de unas ciudades más inteligentes y más integradas, se plantean una serie de recomendaciones:

✓ Desarrollar un sistema de gestión integral que vaya más allá de la mera integración de datos para obtener una interpretación global del sistema urbano. Entender las interacciones así como los efectos indirectos o sinérgicos causados por relaciones entre múltiples variables.

✓ Contar con una gestión integral y en tiempo real de la información registrada en las urbes con el propósito de evaluar el rendimiento de los servicios urbanos y tomar medidas correctoras con un fundamento realista.

✓ Estudiar los problemas, soluciones y el valor que aportarán las mejoras en el contexto de la relación e interconexión entre los sistemas urbanos, en lugar de hacerlo simplemente en los confines de un área operativa.

✓ Buscar y establecer conexiones entre sistemas urbanos relacionados para determinar la raíz de los problemas y el comportamiento de los sistemas.

✓ Conseguir la interoperabilidad entre plataformas tecnológicas sectoriales mediante el uso de pasarelas de información.

✓ Prestar atención al comportamiento integral de los sistemas en lugar de a incidencias aisladas y examinar múltiples métodos para modificar dicho comportamiento.

✓ Reconocer el valor que conlleva la difusión de información fuera de sus ámbitos específicos para el ecosistema de innovación de las ciudades.

✓ Identificar, determinar y apelar a las partes interesadas y esenciales para el éxito de las mejoras de la ciudad, especialmente aquellas que se encuentren fuera de los límites tradicionales de los sistemas urbanos.

✓ Aprovechar plenamente el valor de los datos, sus análisis y el pensamiento sistémico en todos los sistemas, poniendo la información al alcance de la ciudadanía.

CONCLUSIONES

Desafortunadamente, hoy en día, muchas iniciativas inteligentes están siendo desarrolladas de forma segmentada y sectorizada. Aparte de explicaciones relacionadas con la débil voluntad política o las limitaciones técnicas, la razón fundamental que explica esta falta de visión holística reside en la dificultad para comprender e interpretar la intrincada madeja de

relaciones y comportamientos que tienen lugar en una ciudad. Sin una visión integrada de la ciudad, facilitada por una tecnología inteligente y apoyada por una ciudadanía comprometida, no será posible interpretar y gestionar adecuadamente la complejidad, diversidad e incertidumbre, propias de las urbes contemporáneas.

BIBLIOGRAFÍA

- AMETIC (2013)_ *Smart Cities*. Madrid: Foro TIC para la Sostenibilidad.
- AENOR (2014): *El papel de las normas en las ciudades inteligentes - Informes de Normalización*. Madrid: Comité AEN/CTN 178.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD (AEC) (2012): *Smart Cities - Ciudades Inteligentes*. Madrid: Asociación Española para la Calidad.
- BATTY, M. *et al.* (2012): «Smart cities in the future», *UCL Working Papers Series*, Nº 188, October 2012. UCL Centre for Advanced Spatial Analysis.
- CAMAGNI, R. (2003): «Incertidumbre, capital social y desarrollo local: enseñanzas para una gobernabilidad sostenible del territorio», *Investigaciones Regionales*, nº 2, primavera 2003.
- CARAGLIU, A., DEL BO, C. y NIJKAMP, P. (2009): *Smart Cities in Europe*, Serie Research Memoranda 0048, VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics.
- CEBREIROS, J. y PÉREZ GULÍN, M. (2014): *Guía Smart Cities: "Ciudades con futuro"*. A Coruña: Eixo Atlántico do Noroeste Peninsular.
- ENERLIS, E. & YOUNG, FERROVIAL & MADRID NETWORK (2012): *Libro Blanco de Smart Cities*. Madrid: Imprintia.
- EUROPEAN COMMISSION (EC) (2012): *Communication from the Commission on Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership*. Brussels, C(2012) 4701 Final (10-07-2012).
- FERNÁNDEZ GÜELL, J. M. (2011): «Recuperación de los estudios del futuro a través de la prospectiva territorial», *Ciudad y Territorio - Estudios Territoriales*, nº 167, primavera 2011, pp. 11-32.
- FERNÁNDEZ GÜELL, J. M. (2006): *Planificación estratégica de ciudades: Nuevos instrumentos y procesos*. Barcelona: Editorial Reverté.
- FLORIDA, R. (2002): *The rise of the creative class and how it's transforming work, leisure, community and everyday life*. New York: Basic Books.
- FUNDACIÓN TELEFÓNICA (2011): *Smart Cities: Un primer paso hacia la internet de las cosas*. Madrid: Fundación Telefónica y Editorial Ariel.
- GREENFIELD, A. (2013): *Against the smart city*. New York: Do projects.
- IBM (2010): *Ciudades más inteligentes para un desarrollo sostenible. Cómo optimizar los sistemas de la ciudad en una economía basada en el talento*. New York: IBM Institute for Business Value.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE) (2012): *Mapa tecnológico «Ciudades Inteligentes»*. Madrid: Observatorio Tecnológico de la Energía.
- IDC ESPAÑA (2011): *Análisis de las ciudades inteligentes en España*. Madrid: IDC España.
- KAUFFMAN, S. (1995): *At home in the Universe: The search for the laws of self-organization and complexity*. Nueva York: Oxford University Press.
- MANVILLE, C. *et al.* (2014). *Mapping Smart Cities in the EU*. European Parliament. Directorate General for Internal Policies.
- PRICEWATERHOUSECOOPERS (2014): *Ciudades y ciudadanos en 2033: La transformación urbana de España*. Madrid: PwC.
- TOWNSEND, A. (2013): *Smart Cities. Big data, civic hackers and the quest for new utopia*. New York: W. W. Norton & Co.
- UN-HABITAT (2011): *Cities and Climate Change: Global Report on Human Settlements 2011*. London: Earthscan.
- VON BERTALANFFY, L. (1968): *General Systems Theory: Foundations, Development and Applications*. New York: Braziller.
- WALDROP, M. (1992): *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*. New York: Simon & Schuster.